



ScienceDirect

journal homepage: [www.elsevier.com/pisc](http://www.elsevier.com/pisc)



# Der Einfluss der Stundenlänge (45 vs. 60 Minuten) auf ausgewählte Aspekte der Unterrichtsqualität im Physikunterricht am Gymnasium - Eine Prä-Post-Untersuchung mit zwei Lehrkräften -

R. Wackermann\*, J. Hater

*Didaktik der Physik, Ruhr-Universität Bochum*

Eingegangen am 12. März 2015; überarbeitet 10. Juni 2015; angenommen am 10. Dezember 2015  
Online verfügbar seit xxx

## KEYWORDS

Stundenlänge;  
Physikunterricht;  
Videostudie;  
Basismodelle;  
Unterrichtsqualität;  
Vernetzung;  
Diversität

**Kurzfassung** Obwohl bislang kaum Untersuchungen zur optimalen zeitlichen Strukturierung von Unterricht vorliegen, verlängern einige Schulen in Deutschland zurzeit die Schulstundenlänge auf 60 (auch 65 oder 67,5 usw.) Minuten. Die vorliegende empirische Studie untersucht die Auswirkungen der Stundenverlängerung auf die Unterrichtsqualität im Physikunterricht der Sekundarstufe I. Dazu wurde der 60-Minuten-Unterricht von zwei Lehrkräften aufgezeichnet und ausgewertet und mit dem 45-Minuten-Unterricht derselben Lehrkräfte aus einer früheren Studie verglichen ( $n = 14$  Videos). Die Analyse erfolgt unter dem Blickwinkel der Basismodelle nach Oser mit ergänzenden Sichtweisen aus Befragungen von Schülerinnen und Schülern sowie Lehrern und einem Expertenrating zur Unterrichtsqualität. Zentrales Ergebnis für die untersuchten Fälle ist, dass die längeren Unterrichtsstunden eine höhere didaktische Vielfalt in Bezug auf die Lehrzielwahl aufweisen, und dass in den längeren Unterrichtsstunden mehr Lernprozesse abgeschlossen werden können. Jedoch bleibt das Maß an kognitiver Aktivität der Schülerinnen und Schüler gleich. Außerdem gibt es Hinweise auf eine zeitliche Ausdehnung der Wiederholungsphase bei den längeren Stunden. Zusammengefasst bieten die längeren Schulstunden das Potenzial für eine Qualitätsverbesserung.

© 2016 Published by Elsevier GmbH. Este artigo é de Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

\* Corresponding author.

E-Mail-Adresse: [wackermann@physik.rub.de](mailto:wackermann@physik.rub.de) (R. Wackermann).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.pisc.2015.12.009>

2213-0209/© 2016 Published by Elsevier GmbH. Este artigo é de Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Please cite this article in press as: Wackermann, R., Hater, J., Der Einfluss der Stundenlänge (45 vs. 60 Minuten) auf ausgewählte Aspekte der Unterrichtsqualität im Physikunterricht am Gymnasium. - Eine Prä-Post-Untersuchung mit zwei Lehrkräften -. Perspectives in Science (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.pisc.2015.12.009>

## Hintergrund

In diesem Kapitel werden zunächst die einschlägigen Arbeiten vorgestellt, die sich mit der Dauer von Unterrichtsstunden in der Schule beschäftigen. Dies umfasst die Herkunft der 45-Minuten-Stunde sowie theoretische und empirische Arbeiten zum Zusammenhang von Unterrichtszeit mit Unterrichtsqualität. Dabei wird besonders das weitgehende Fehlen einer theoretischen Basis hervorgehoben.

Als ein Modell zur zeitlichen Strukturierung von Unterricht wird danach die Theorie der Basismodelle (Oser & Baeriswyl, 2001) beschrieben, die in dieser Studie zur Interpretation des Unterrichtsgeschehens auf der Tiefenstrukturebene herangezogen wird. Nach einem knappen Überblick über den Stand der Unterrichtsqualitätsforschung, besonders im Hinblick auf Physikunterricht, werden abschließend einschlägige Ergebnisse einer eigenen Studie zur Gestaltung von Lernprozessen in 45-Minuten-Stunden dargelegt.

## Die Herkunft der 45-Minuten-Stunde und vergangene sowie aktuelle Reformbewegungen

Erstmals wurde 1834 ein Bildungssystem mit einer verbindlichen Schulzeitdauer ausgearbeitet (Fölling-Albers, 2008). Nach dem Schema des »geteilten Unterrichts« gab es Unterricht am Vormittag von 8 bis 12 Uhr, eine Mittagspause zu Hause und Nachmittagsunterricht von 14 bis 16 Uhr. Als gegen Ende des 19. Jahrhunderts zunehmend Eltern, Mediziner und Politiker über den Nachmittagsunterricht klagten („Überbürdungsdebatte“), wurden Unterrichtsstunden in einem Erlass des preußischen Schulministers im Jahre 1911 von 60 auf 45 Minuten verkürzt, um auch in der mehr und mehr zur Normalität werdenden Halbtagschule sechs unterschiedliche Fächer an einem Vormittag unterrichten zu können. Der Einführung der 45-minütigen Unterrichtsstunde lagen seinerzeit keinerlei didaktische oder pädagogische Argumente zu Grunde.

Erst seit dem Aufkommen reformpädagogisch ausgerichteter Schulen gibt es in Deutschland Stundenlängen, die von der Normstunde mit 45 Minuten abweichen. Hier wurden – allerdings nicht durch empirische Studien erforscht – im Zuge des Strebens nach größerer Schülerselbstständigkeit und praktischer Tätigkeiten die Unterrichtszeiten flexibilisiert. In den vergangenen Jahren haben auch einige staatliche Schulen, vornehmlich Gesamtschulen, die in Folge zunehmender Selbstständigkeit der einzelnen Schule erwachsenen Möglichkeiten genutzt und auf 60 Minuten-Stunden oder vergleichbare Längen (vielfach auch Doppelstunden) umgestellt. Die Umstellung erfolgt dabei insgesamt unterrichtszeitneutral.

Zusammengefasst kann festgehalten werden, dass weder die traditionelle 45-Minuten-Stunde noch die 60-Minuten-Stunde pädagogisch-psychologisch oder didaktisch begründet ist. Darüber hinaus wurde die vereinzelte Veränderung zu längeren Stundenzeiten bislang nicht empirisch begleitet.

## Untersuchungen zum Effekt der Stundenlänge

Es gibt zahlreiche Arbeiten, die sich in einem sehr weiten Sinne mit der Unterrichtszeit beschäftigen. Im Folgenden werden deren hauptsächliche Aussagen kurz angeführt. Als wesentlich ist aber schon an dieser Stelle hervorzuheben, dass es für die Portionierung oder Zuteilung von Zeit für eine Unterrichtsstunde kein theoretisches Fundament gibt.

Vermutlich als einer der ersten verwendete Carroll (1964, nachzulesen etwa bei Einsiedler, 1997, S. 226) den Begriff der Lernzeit. In seinem „Modell schulischen Lernens“ vermutete er, dass die benötigte Lernzeit beeinflusst wird einerseits von der Unterrichtsqualität sowie andererseits von den kognitiven Fähigkeiten und der Fähigkeit des Lerners, den Unterricht zu verstehen. Treiber (1982, in Treiber und Weinert, 1982, S. 12-36) fasste wiederum in einem einfachen Angebots-Nutzungs-Modell verschiedene Zeitfaktoren wie nominale und aktive Lernzeit für den Lernerfolg zusammen und schaffte damit eine formelle Kategorisierung des schulischen Zeitbegriffs.

Erste empirische Befunde zur Lernzeit finden sich bei Walberg (1986), der eine positive Korrelation zwischen zur Verfügung gestellter Unterrichtszeit und Lernerfolg feststellte, allerdings flacht der Effekt ab einer gewissen Unterrichtszeit ab und führt bei weiterer Steigerung nur noch zu minimalen Leistungszuwächsen. Dieser Einfluss globaler Unterrichtszeit – beispielsweise über ein Schuljahr – auf Lernleistungen wurde mittlerweile mehrfach bestätigt (nachzulesen etwa bei Helmke, 2009, S. 81).

Ein weiterer empirischer Forschungszweig beschäftigt sich mit sogenannter „echter Lernzeit“ innerhalb einer Unterrichtsstunde, auch „time on task“ genannt. Hier fanden mehrebenenanalytische Studien wie z.B. die Meta-Studie von Seidel und Shavelson (2007) empirisch einen positiven Zusammenhang zwischen tatsächlich auf die Sache verwendeter Zeit innerhalb des Unterrichts („time on task“) und dem Lernerfolg.

Es gibt in neuerer Zeit eine Studie von Stender, Geller, Neumann & Fischer (2013) zum Effekt der Unterrichtsstundenlänge. Im Rahmen einer Querschnittstudie und mit quasi-experimentellem Design untersuchten sie zweimal neun inhaltsgleiche Unterrichtsstunden zum Thema „Elektrische Leistung“, beobachtet in zwei Einzelstunden oder in einer Doppelstunde. Sie berichten, dass in zwei aufeinanderfolgenden 45 Minuten-Stunden Lernprozesse eher abgeschlossen würden als in Doppelstunden zu 90 Minuten. Allerdings wurden für die statistische Auswertung einfaches Üben und tiefer Transfer nicht unterschieden, und augenscheinlich kam ersteres bedeutend häufiger vor.

Einer ähnlichen Frage gehen Zander, Krabbe & Fischer (2014) nach, die gecoachten Unterricht mit 45/60 Minuten und Doppelstunden querschnittlich vergleichen können. Nach ersten Ergebnissen werden Lernprozesse nur dann abgeschlossen, wenn in Doppelstunden unterrichtet wird und gezielt dazu gecoachert wurde. Zudem berichten sie von einer Korrelation zwischen dem Abschluss von Lernprozessen und Lernzuwächsen.

Erfahrungen von Schulen, die ihr Stundenraster auf 60-Minuten-Stunden (auch 65 oder 67,5 Minuten usw.) umgestellt haben und damit eine veränderte Portionierung der ansonsten gleich gebliebenen globalen Unterrichtszeit vorgenommen haben, wurden bislang im individuellen Kontakt

**Tabelle 1** Die drei für Physikunterricht wesentlichen Basismodelle mit ihren Handlungskettenschritten.

Handlungskettenschritt	Lernen durch Eigenerfahrung	Konzeptbildung	Problemlösen
1	Inneres Vorstellen, Planen	Bewusstmachen des Wissens	Problemgenerierung
2	Handeln im Kontext	Durcharbeiten eines prototypischen Musters	Problempräzisierung
3	Erste Ausdifferenzierung, Reflexion	Darstellen der wesentlichen Merkmale und Prinzipien	Lösungsvorschläge
4	Generalisierung der Ergebnisse	Aktiver Umgang mit neuem Konzept	Prüfen der Lösungsvorschläge
5	Übertragung auf größere Zusammenhänge	Vernetzung mit bekanntem Wissen	Vernetzung, Transfer auf andere Problemklassen

mitgeteilt oder in Schulleiterjournalen o.ä. veröffentlicht, etwa bei Göcke, Lohmann, Prüß, & Ladleif (2007) oder Göbel, Rammes, & Gräsel (2011). Solche Berichte sind zwar wissenschaftlich gesehen kritisch zu betrachten, aber gerade wo es keine fundierten wissenschaftlichen Grundlagen gibt, berichten sie genau zu dem hier fokussierten Thema und sollen deshalb erwähnt werden. Die von diesen Schulen berichteten Erfahrungen in Bezug auf die empfundene Lernatmosphäre sowie die Wahrnehmung des Schulalltags sind durchweg positiv. Insbesondere wird nach einer Umstellung des Stundentaktes hin zu längeren Stunden von reduzierter Hektik und dem Bestreben nach größerer Methodenvielfalt berichtet.

Für die Frage der Länge von Unterrichtsstunden oder deren optimaler zeitlicher Strukturierung liegen offensichtlich nur sehr wenige theoretische und praktisch keine empirischen Arbeiten vor. Dieser Mangel an wissenschaftlicher Fundierung ist erstaunlich und zugleich relevant, weil einige Schulen aktuell ihren Stundentakt in dieser Hinsicht umstellen. Es besteht ein Bedarf an theoretischer Entwicklung, beispielsweise an Modellierungen zur zeitlichen Dimensionierung von Lernprozessen auf der Basis von Lern- oder Instruktionstheorien. Außerdem sind begleitende empirische Studien notwendig, die die Qualität und Tragfähigkeit der Schulstundenverlängerung, wie sie aktuell von Schulen betrieben wird, erfassen. Dazu soll die vorliegende Untersuchung beitragen.

## Die Basismodelle des Lehrens und Lernens

Wie bereits einleitend erwähnt, findet im Rahmen dieser Studie die Theorie der Basismodelle in der Interpretation des videographierten Unterrichtsgeschehens Anwendung. Insgesamt bietet die Theorie der Basismodelle die Möglichkeit, (Physik-)Unterricht lernergerecht zu strukturieren und diese Strukturierung auch zu überprüfen. Zusätzlich eröffnet die Theorie für diese Studie eine Möglichkeit der zeitlich aufgeschlüsselten Beschreibung von Unterricht, auch wenn die Theorie keine Vorgaben für die zeitliche Dauer einzelner Handlungskettenschritte (Unterrichtsphasen) oder ganzer Handlungsketten (Basismodelle) macht.

Die von Oser und Baeriswyl (2001) aufgestellte Theorie beschreibt ein Unterrichtsmodell auf der Tiefenstrukturebene, also der Ebene der Intentionen der Lehrkraft und der kognitiven Aktivität der Lernenden, das lernpsychologisch

begründet für unterschiedliche Lehrziele verschiedene Lernwege fordert. Die Theorie der Basismodelle verbindet Lehren und Lernen, indem sie insgesamt 12 verschiedene Lehrziele wie Problemlösen, Lernen durch Eigenerfahrung oder Konzeptaufbau unterscheidet und jedem Ziel einen Lernprozess mit einer charakteristischen Abfolge von Handlungskettenschritten zuweist. Die einzelnen Handlungskettenschritte können dabei als Unterrichtsphasen verstanden werden. Üblicherweise besteht eine vollständige Handlungskette (ein Basismodell, das zu einem Lehrziel führt) aus fünf Handlungskettenschritten (einzelnen Unterrichtsphasen), wobei die einzelnen Schritte je nach Handlungskette (Basismodell bzw. Lehrziel) verschieden sind. Erst mit der richtigen Auswahl eines Basismodells und dem Durchlaufen einer vollständigen Handlungskette, so die Theorie, wird der Lernprozess für die Lernenden sinnvoll und abgeschlossen und der „rote Faden“ wird erkennbar. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die drei nach Reyer (2004) für Physikunterricht wichtigsten Basismodelle (Lehrziele) und ihre Handlungskettenschritte.

Bislang gibt es nur wenig empirische Überprüfung für die Basismodelltheorie. Einzelne Basismodelle wie beispielsweise das Problemlösen, nachzulesen bei Oser & Baeriswyl (2001) und bei Wackermann (2008), sind für sich alleine fundiert, etabliert und empirisch überprüft. Das Zusammenspiel verschiedener Unterrichtsmodelle und deren lernergerichtete Auswahl, Wesenszüge der Basismodelltheorie, wurden zuerst von Reyer (2004) und Wackermann (2008) für den Physikunterricht empirisch untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass ca. 90% von ca. 100 beobachteten Physikunterrichtsstunden durch die drei eingangs erwähnten Basismodelle abgebildet werden kann, und dass die konsequente Umsetzung der Basismodelltheorie lernförderlich sein könnte (Wackermann, Trendel & Fischer, 2010). Die Basismodell-Theorie wird in den letzten Jahren auch von anderen Physikdidaktikerinnen und Physikdidaktikern eingesetzt, beispielsweise von Gerber (2007), Ohle (2010) und Maurer & Rincke (2015), jeweils um die Sequenzierung von Physikunterricht zu untersuchen.

## Unterrichtsqualität

Ein breiter Überblick über Richtungen, Ziele und Ergebnisse der Qualitätsforschung findet sich bei Helmke (2009),

eine Zusammenfassung, die zusätzlich auf den Physikunterricht eingeht, findet sich bei [Trendel, Wackermann & Fischer \(2007\)](#). Forschung und Ergebnisse zu diesem Thema haben eine wechselvolle Geschichte und es gibt eine fast unüberschaubare Vielzahl von Einflussfaktoren ([Trendel u.a., 2007](#), S. 10), was sich in Reviews und sogar „Meta-Reviews“ zeigt, beispielsweise von [Wang, Haertel, und Walberg \(1990; 1993\)](#). Für den deutschsprachigen Raum bieten die Kriterien nach [Clausen \(2002\)](#) ein gutes Extrakt aus der Unterrichtsqualitätsforschung. Clausen stellte dabei fest, dass die Einschätzung von Unterrichtsqualität auch eine Frage der Perspektive ist. Besonders treffende und sich auch gegenseitig stützende Einschätzungen werden von Experten für Unterricht sowie von den Schülerinnen und Schülern gemacht. Als wesentliche Konstrukte bezüglich des Effekts von Stundenlängen und Unterrichtszeit fallen in dem Gesamtinventar des Clausenschen Qualitätsratings augenscheinlich besonders Konstrukte wie *Pacing* oder *Time on Task* auf. Das Rating nach [Clausen \(2002\)](#) bietet sich demnach an, um Effekte von Unterrichtszeit auf allgemeine Aspekte von Unterrichtsqualität zu untersuchen.

Außerdem gibt es die Möglichkeit einer stärker am Fachunterricht orientierten Beschreibung von Unterrichtsqualität, als Desiderat beispielsweise von [Terhart \(2005\)](#) formuliert. Eine derartige Beschreibung wurde mit einer Arbeit von [Trendel u.a. \(2007\)](#) vorgestellt, in der die Theorie der Basismodelle des Lehrens und Lernens von Oser und Baeriswyl (2001) erfolgreich für Fachunterricht Physik operationalisiert wurde. Damit entstand ein Instrument zur Untersuchung von Fachunterricht, von Wechselwirkungen zwischen Lehren und Lernen, von Lehrer- und Schülerhandeln und deren auf das Fach bezogenen Kognitionen. [Wackermann \(2008\)](#) konnte weiterhin durch Triangulation der Videoanalyse nach Basismodellen mit dem Unterrichtsqualitätsrating nach [Clausen \(2002\)](#) und einem Schülerkurzfragebogen zum Unterrichtserleben nachweisen, dass die Daten der Videoanalyse nach Basismodellen mit entsprechenden Maßen für allgemeine Unterrichtsqualität korreliert. Signifikante Zusammenhänge konnten u. a. zwischen der sogenannten Umsetzungsstufe der Schülerinnen und Schüler, siehe Abschnitt 2.2.1, und dem Konstrukt *Kognitive Aktivierung* ( $r=0,4$ ;  $p<0,01$ ) sowie zur Schülerbefragung ( $r=0,3$ ;  $p<0,01$ ) gefunden werden ([Wackermann, 2008](#), S. 42). Als wichtig für die hier berichtete Studie wird erachtet, dass die Videoanalyse nach Basismodellen neben der zeitlichen Aufschlüsselung von Unterricht ein Maß für fachdidaktische Unterrichtsqualität bietet.

Eine weitere Sichtweise auf Unterrichtsqualität ergibt sich durch neuere Überlegungen zur Systematik von Angebots-Nutzungs-Modellen, wie sie etwa bei [Seidel \(2014\)](#) beschrieben sind, und wo zwischen Prozess- und Strukturparadigma für die Qualitätsbeschreibung von Unterricht unterschieden wird. Dabei verortet sich die hier verwendete Basismodelltheorie auf das Prozessparadigma im Sinne einer Beschreibung des Lernprozesses von Schülerinnen und Schülern (Nutzerinnen und Nutzern), und das Unterrichtsqualitätsrating nach Clausen bezieht sich auf das Strukturparadigma im Sinne eines Unterrichtsmerkmalsangebots seitens der Lehrkraft. Zusammen ergibt sich eine breite Sicht auf Unterrichtsqualität.

## Einschlägige Ergebnisse einer Interventionsstudie zur Gestaltung von Lernprozessen in 45 Minuten-Stunden

Um den Physikunterricht lernergerechter zu gestalten, wurde von [Trendel u.a. \(2007\)](#) eine lernprozessorientierte Intervention geplant und durchgeführt. Den theoretischen Hintergrund der Intervention bildete die Theorie der Basismodelle des Lehrens und Lernens von Oser und Baeriswyl (2001). 18 Physiklehrkräfte wurden über ein Schuljahr in dieser Theorie fortgebildet. Videoanalysen zeigten, dass als Ergebnis der Intervention die fachdidaktische Qualität des Physikunterrichts erhöht werden konnte, beispielsweise durch anspruchsvolleres Experimentieren, und Befragungen zeigten, dass es positive Auswirkungen auf die Schülerinnen und Schüler bis hin zum Interesse gab (keine Leistungsmessung, [Wackermann u.a. 2010](#)).

Ein Befund aus der Interventionsstudie betrifft den zeitlichen Umfang des fünften, jeweils letzten Handlungskettenschrittes. Hierbei geht es um wichtige Aktivitäten wie Dekontextualisieren, Abstrahieren oder Vernetzen („Vernetzungsphase“). Erst mit dem Durchlaufen einer vollständigen Handlungskette, so die Theorie, wird der Lernprozess für die Lernenden sinnvoll abgeschlossen. Die Analyse von 80 Unterrichtsstunden der 18 teilnehmenden Physiklehrkräfte aber zeigte, dass nur 1,6 % der Unterrichtszeit auf die Vernetzungsphase verwendet wird. Häufig brach der Unterricht sogar schon mit der dritten oder mit der vierten Unterrichtsphase (Handlungskettenschritt) ab.

Da im Rahmen der Fortbildung die Vollständigkeit der Handlungsketten in der angeleiteten Unterrichtsplanung stets als Ziel berücksichtigt wurde, sind bei den Lehrkräften der Fortbildung keine Theoriedefizite und keine bewussten Missachtungen anzunehmen. Eine gut begründbare Hypothese lautet deshalb, dass die letzten Instruktionsschritte alleine aus Zeitgründen in einer Einzelstunde (45 Minuten) fehlen. Diese Hypothese deckt sich mit den Berichten der Lehrkräfte. Daher liegt die Vermutung nahe, dass eine moderate Verlängerung der Unterrichtsstunden auf 60 Minuten Lernprozesse im Physikunterricht besser abschließen und sich dadurch in diesem Bereich die fachdidaktische Unterrichtsqualität weiter erhöhen ließe ([Borowski, Fischer, Trendel & Wackermann 2010](#)).

## Forschungsfrage

Ausgehend von den dargelegten Lücken in der empirischen Evaluation der Wirksamkeit von 60 Minuten-Stunden sowie Bezug nehmend auf die einschlägigen Ergebnisse zum Lernprozessabschluss speziell im Physikunterricht wird die folgende Forschungsfrage formuliert:

Verändert sich die Qualität von Physikunterricht beim Übergang von 45 auf 60 Minuten-Stunden?

Dabei interessiert besonders, ob sich möglicherweise die Tiefenstruktur (Basismodellorientierung) des Physikunterrichts verändert, und ob erfahrene und geschulte Lehrkräfte in der zusätzlich zur Verfügung stehenden Zeit die von der Theorie geforderten letzten Handlungskettenschritte umsetzen können. Außerdem interessiert die Frage, ob Veränderungen bei allgemeinen Unterrichtsqualitätsmerkmalen festzustellen sind, und ob die Lehrkräfte und/ oder die

Schülerinnen und Schüler den Unterricht als besser einschätzen. Eine multiperspektivische Betrachtungsweise mit Videoanalysen und Befragungen soll helfen, zu belastbaren Befunden zu gelangen.

## Methodisches Vorgehen

Diese Studie baut auf Vorarbeiten von [Trendel u.a. \(2007\)](#) auf und kann als eine Folgestudie betrachtet werden. Übernommen werden die Instrumente, die Variablen und Teile der Stichprobe. Das Neue an dieser Studie ist, den Physikunterricht von zwei Physiklehrern unter den beiden Bedingungen, 45 oder 60 Minuten-Stunden, vergleichen zu können.

## Stichprobe und Design der Studie

Die Stichprobe besteht aus zwei männlichen Lehrkräften mit 14 Unterrichtsvideos von einem Gymnasium in Wuppertal, das im Sommer 2008 auf 60 Minuten-Takt umstellte. Die beiden Lehrer waren Teilnehmer der Interventionsstudie von [Trendel u.a. \(2007\)](#) im Jahre 2005/2006, in der Videoaufnahmen unter der Bedingung 45 Minuten gemacht wurden. Damals gehörten beide Lehrer zu der Gruppe der „High-Performer“, d.h. die Schülerinnen und Schüler konnten „den roten Faden“ besonders gut erkennen und der Unterricht wies eine gute Basismodellumsetzung und hohe Lehrzielklarheit bzw. hohe Lernprozessorientierung auf ([Wackermann u.a., 2010, S. 976](#)). Der Unterricht beider Lehrer zeichnete sich zudem durch Störungsfreiheit und eine den Schülerinnen und Schülern zugewandte Haltung aus. Man kann also Deckeneffekte erwarten, siehe später etwa in [Tabelle 8](#). Beide Lehrer haben mehr als 20 Jahre Berufserfahrung und sind zusätzlich in der Schulleitung engagiert.

Um die Umstellung auf 60 Minuten-Stunden unterrichtszeitneutral zu gestalten, entschied sich die Wuppertaler Schule für Quartalsstundenpläne, wo sich eine oder zwei 60 Minuten-Stunden für Physik so abwechseln, dass sich am Ende der Schulzeit wieder die ursprüngliche Gesamtunterrichtsdauer für Physik ergibt.

Die Lehrer erklärten sich bereit, im Schuljahr 2010/11 unter der Bedingung 60 Minuten erneut Videos aufnehmen zu lassen. Videographiert wurden die beiden Lehrer mit jeweils einer ihrer Mittelstufenklassen, und die Lehrer waren gebeten, in den videographierten Unterrichtsstunden etwas Neues einzuführen. Weitere inhaltliche Vorgaben gab es nicht.

Die Anlage der Studie entspricht einem experimentellen Design, jedoch ist angesichts der kleinen Fallzahlen mit zwei Lehrern und 14 Videos eher von einer erweiterten Fallstudie zu sprechen. Deshalb werden qualitative Betrachtungen bevorzugt, und diese, wo sinnvoll, durch quantitative Tests ergänzt.

## Instrumente und Variablen

Im Folgenden werden die verwendeten Instrumente und Variablen vorgestellt. Es handelt sich dabei um eine Basismodellvideoanalyse, ein Unterrichtsqualitätsrating eines Experten, eine Schülerinnen- und Schüler- sowie eine Lehrerbefragung. Bis auf die Lehrerbefragung sind alle Variablen

und Instrumente bereits bei [Wackermann \(2008\)](#) verwendet worden. Als unabhängige Variable dient die Unterrichtsdauer mit den beiden Ausprägungen 45 oder 60 Minuten. Einen Überblick über die abhängigen Variablen liefert [Tabelle 3](#).

## Basismodell-Videoanalyse

Hauptanalyseinstrument ist die hoch-inferente, kategorienbasierte Basismodell-Videoanalyse. Sie erfasst die beobachtbaren Unterrichtshandlungen der Schülerinnen und Schüler mit den Variablen *Basismodell*, *Handlungskettenschritt* und *Umsetzungsstufe* in Intervallen von einer Minute. Von besonderer Bedeutung für diese Studie sind, unabhängig vom gewählten *Basismodell*, die Längen der *Handlungskettenschritte* („Unterrichtsphasen“), was durch die minutenweise Videokodierung ermöglicht wird, sowie die mittlere *Umsetzungsstufe* der Schülerinnen und Schüler als ein Maß für deren mittlere kognitive Aktivität in einer Unterrichtsstunde. Die *Umsetzungsstufen* sind nicht originaler Bestandteil der Basismodelltheorie von Oser und Baeriswyl (2001), sie wurden zur Handhabbarmachung von realem (Physik-)Unterricht von [Trendel u.a. \(2007\)](#) ergänzend eingeführt. Ein kurzer Auszug aus einer Stunde einer 9. Klasse im Gebiet der Elektrizitätslehre soll den Kodierungsprozess, gerade auch für die *Umsetzungsstufen*, veranschaulichen:

Lehrer: „Also Thema der letzten Stunde, was haben wir da an Basiswissen über stromdurchflossene Leiter gesammelt?“

Schüler: „Jeder stromdurchflossene Gegenstand wird von einem Magnetfeld umgeben.“

Dieses Beispiel würde als Phase 1 vom *Basismodell* Konzeptaufbau, der 'Bewusstmachung des bereits bestehenden Vorwissens bezüglich eines neuen Begriffs oder Konzepts', mit einer relativ niedrigen *Umsetzungsstufe* von 1 (Wertebereich von 0 bis 3) kodiert. Die noch niedrigere *Umsetzungsstufe* 0 würde beispielsweise kodiert werden, wenn die Schülerinnen und Schüler nur zuhören, während der Lehrer selber den Inhalt der letzten Stunde wiederholt. Die höchste *Umsetzungsstufe* 3 könnte in diesem Beispiel der folgenden Schüleräußerung zugeordnet werden: „Jeder stromdurchflossene Leiter ist von einem kreisförmigen Magnetfeld umgeben, dessen Stärke mit dem Abstand abnimmt. Die Richtung bestimmt man mit der Rechten-Hand-Regel Nr. 2“.

Zur Überprüfung der Güte der Basismodellkodierung wurden zwei 45 Minuten-Videos und ein 60 Minuten-Video von beiden Autoren doppelt kodiert ( $n = 133$  Minuten Unterricht). Die Ergebnisse der Beurteilerübereinstimmung, dargestellt in [Tabelle 2](#), weisen nach [Wirtz und Caspar \(2002\)](#) eine hohe bzw. gute Übereinstimmung auf.

## Unterrichtsqualitätsrating nach Clausen

Flankierend zu der Basismodellvideoanalyse wurde ein Expertenrating der Unterrichtsqualität nach [Clausen \(2002\)](#) durchgeführt. Es liefert über eine ganze Stunde gemittelte Werte für Variablen wie beispielsweise *Time on Task*, *Pacing* oder *Zeitverschwendung im Unterricht* aus der Sicht eines Experten für Unterricht. Eine Überprüfung der Objektivität/

**Tabelle 2** Ergebnisse der Beurteilerübereinstimmung für die Videoanalyse.

<i>Basismodell</i>	
Anzahl Analyseeinheiten <sup>a</sup>	137 Min
Prozentuale Übereinstimmung	97,8 %
Cohens $\kappa$	0,96
<i>Handlungskettenschritt</i>	
Anzahl Analyseeinheiten	133 Min
Prozentuale Übereinstimmung	91,7%
Cohens $\kappa$	0,89
<i>Umsetzungsstufe</i>	
Anzahl Analyseeinheiten	133 Min
Goodman-Kruskal $\Gamma$	0,87

<sup>a</sup> Die Differenz zu n=133 Minuten Unterrichtszeit ergibt sich durch vier Minuten, die übereinstimmend als „kein Unterricht“ kodiert wurden.

Reliabilität dieses Expertenratings wurde in der Studie von [Trendel u.a. \(2007\)](#), siehe auch [Wackermann u.a. \(2010\)](#), für die 45er-Videos mittels eines zweiten Experten auf Basis der Generalisierungstheorie ([Cronbach, Gleser, Nanda & Rajaratnam 1972](#)) erfolgreich durchgeführt. Die sich ergebenden Werte des absoluten Generalisierungskoeffizienten liegen von  $G=0,7$  bis über  $G=0,8$ , je nach Skala. Auf eine Überprüfung des Expertenratings der 60er-Videos wurde aus Aufwandsgründen verzichtet. Es handelt sich aber, wie geschrieben, um denselben, vormals geprüften Experten.

### Schülerkurzfragebogen

Ein weiteres flankierendes Instrument ist ein kurzer, von [Trendel u.a. \(2007\)](#) entwickelter Schülerfragebogen, der nur das Konstrukt *Dem-Unterricht-gut-folgen-können* mit fünf Items umfasst. Ein Beispielitem lautet „In der heutigen Stunde habe ich verstanden, worum es ging.“. Der Fragebogen wurde am Ende jeder videographierten Unterrichtsstunde von den Schülerinnen und Schülern ausgefüllt. Eine Reliabilitätsprüfung über die Schülerkurzfragebögen aller 14 untersuchten Unterrichtsstunden (n = 336 Fragebögen) liefert Cronbach's  $\alpha > 0,7$ .

**Tabelle 4** Der Untersuchungsablauf im Überblick.

Untersuchungsabschnitt	Stundentakt	Instrumente
Prä-Untersuchung 2005/2006	45 Minuten	Basismodell-Videoanalyse Schülerkurzfragebogen Unterrichts-Qualitäts-Rating
Umstellung auf 60 Minuten-Takt Sommer 2008	-	-
Post-Untersuchung 2010/2011	60 Minuten	Basismodell-Videoanalyse Schülerkurzfragebogen Unterrichts-Qualitäts-Rating Lehrerbefragung

### Lehrerbefragung

Neu hinzugekommen für diese Studie (gegenüber [Trendel u.a., 2007](#)) ist eine schriftliche und mündliche Lehrerbefragung. Als Grundlage dient ein von [Schmitz \(2011\)](#) entworfener Fragebogen, der die subjektive Einschätzung der 60 Minuten-Stunde aus der Sicht von Lehrern erfassen soll. Abgefragt werden persönliche Einschätzungen zum 60 Minuten Konzept an sich, zu Veränderungen des Unterrichts durch den 60 Minuten Takt und zu Wirkungen der 60 Minuten-Stunden auf die Schülerinnen und Schüler. Aus den Antworten des Fragebogens werden Fragen für das Lehrerinterview formuliert, beispielsweise: „Wie wirkt sich der 60-Minuten-Takt auf das Experimentieren im Physikunterricht aus?“

[Tabelle 3](#) liefert einen Überblick über alle Variablen und Instrumente.

### Untersuchungsablauf

Der zeitliche Ablauf der Untersuchung kann [Tabelle 4](#) entnommen werden.

**Tabelle 3** Alle Untersuchungsvariablen im Überblick.

Instrument	Variablen	Herkunft	Qualität
Basismodellvideoanalyse	<i>Basismodell, Handlungskettenschritt, Umsetzungsstufe</i>	<a href="#">Oser &amp; Baeriswyl (2001)</a> und <a href="#">Trendel u.a. (2007)</a>	$\kappa = 0,9$ $\Gamma = 0,9$
Unterrichtsqualitätsrating	<i>Time on Task, Pacing, Zeitverschwendung im Unterricht (und weitere Variablen)</i>	<a href="#">Clausen (2002)</a>	$G > 0,7$ (nur 45er Videos)
Schülerkurzfragebogen	<i>Dem-Unterricht-gut-folgen-können</i>	<a href="#">Trendel u.a. (2007)</a>	$\alpha > 0,7$
Lehrerbefragung	<i>Einschätzung der Veränderung des Unterrichts durch den 60 Minuten-Takt, Einschätzung der Wirkung auf die SuS</i>	Eigene Entwicklung (2011) bzw. <a href="#">Schmitz (2011)</a>	$\alpha = 0,7 - 0,9$

Für die Post-Untersuchung wurde zunächst bei beiden Lehrern ein erstes Unterrichtsvideo aufgenommen, das anschließend im Hinblick auf die Umsetzung der Basismodelltheorie mit den beteiligten Lehrern besprochen wurde. Dieses „Briefing“, welches sich alleine auf die Umsetzung der Basismodelle bezog und explizit kein allgemeines Zeitmanagement zum Inhalt hatte, fand aus zwei Gründen statt: 1.) zur Sicherung der Vergleichbarkeit der Videos mit der ehemaligen Fortbildungsstudie von Trendel u.a. (2007) und 2.) um sicherzustellen, dass keine Theoriedefizite seitens der Lehrer vorliegen. Es wurde vom damaligen Leiter der Fortbildung durchgeführt. Anschließend wurden bei jeder Lehrkraft drei weitere 60 Minuten dauernde Unterrichtsstunden videografiert, um die Möglichkeit zu eröffnen, die drei für Physikunterricht hauptsächlich Basismodelle (Reyer, 2004) abbilden zu können. Die Videos wurden im Abstand einiger Wochen aufgenommen. Ausschlaggebend für die Auswahl der Stunden war, dass etwas inhaltlich Neues unterrichtet wurde und nicht etwa Stoffreste aufgeholt oder Tests durchgeführt wurden. Für die Aufnahmen benannten die Lehrer jeweils eine ihrer aktuell unterrichteten Mittelstufenklassen, in denen dann sämtliche Untersuchungsvideos aufgenommen wurden. Erst nach Abschluss einer vorläufigen Datenauswertung wurde die Lehrerbefragung durchgeführt, um etwaige Diskrepanzen zum Unterrichtserleben mit den Lehrern diskutieren zu können.

### Geplante Auswertung

Für die Untersuchung möglicher Unterschiede zwischen 45 und 60 Minuten-Stunden werden die Befunde für alle zuvor genannten Variablen der Größe der Stichprobe angemessen für beide Bedingungen jeweils deskriptiv gegenüber gestellt und diskutiert. Quantitative Tests werden, wo sinnvoll, auch durchgeführt, und entsprechend berichtet. Damit können mögliche Unterschiede auf statistische Signifikanz geprüft werden. Wo es signifikante Unterschiede zwischen den beiden Lehrern gibt, werden die Lehrer getrennt betrachtet, wo sich die Lehrer nicht signifikant unterscheiden, werden die Befunde für beide Lehrer zusammengefasst.

Zur weiteren Beschreibung möglicher Unterschiede und als methodische Besonderheit dieser Studie kommt zusätzlich ein Diversitäts-/Heterogenitätsmaß zum Einsatz, wie sie beispielsweise in der Ökologie (Biodiversität) oder der Ökonomie/Soziologie (z.B. Einkommensökonomie oder Pluralisierung von Lebensstilen) üblich sind. Der Diversity-Index  $D$  ist ein solches Heterogenitätsmaß, welches das Ausmaß der Verteilung einer Stichprobe über die verschiedenen Kategorien eines Merkmals angibt (Franzmann & Wagner, 1999). Der standardisierte Diversity-Index  $D_{st}$  berechnet sich mit

$$D_{st} = \frac{D}{(1 - \frac{1}{k})} \text{ und } D = 1 - \sum_{i=1}^k p_i^2$$

wobei  $k$  die Anzahl der möglichen Merkmalsausprägungen und  $p_i$  die relative Häufigkeit ihres Eintretens beschreibt. Der Diversity-Index  $D$  wird umso größer, je mehr die relativen Häufigkeiten gleichverteilt sind, d.h. je heterogener die Verteilung bezüglich des Merkmals ist. Der standardisierte,

normierte Diversity-Index  $D_{st}$  erreicht maximal die Werte 0 (Monopol, nur eine Merkmalsausprägung kommt vor) bzw. 1 (Gleichverteilung zwischen den Merkmalsausprägungen).

### Ergebnisse

Die Ergebnisdarstellung gliedert sich nach den einzelnen Untersuchungsinstrumenten.

#### Basismodell-Videoanalyse und Abschluss von Lernprozessen

Die Videodaten liefern eine Gesamtlänge von  $N = 675$  Minuten Unterrichtszeit, von denen  $n = 290$  Minuten aus der Prä- und  $n = 385$  Minuten aus der Post-Studie stammen (jeweils drei Videos prä und post von Lehrer P und vier Videos prä und post von Lehrer S). Die mittlere tatsächliche Unterrichtszeit beträgt dabei für diese beiden Lehrer 41 Minuten für die 45 Minuten-Stunden und 55 Minuten für die 60 Minuten-Stunden.

Die relative Verteilung der Unterrichtszeit auf die Basismodelle ist in Tabelle 5 dargestellt.

Insgesamt betrachtet sind Lernen durch Eigenerfahrung und Konzeptbildung die unter beiden Bedingungen vorherrschenden Basismodelle (siehe Tabelle 5). Das Basismodell Problemlösen kommt nicht vor, und ein kleiner Teil der Unterrichtszeit weist kein klares Lehrziel auf.

Ein Chi-Quadrat-Test zeigt für beide Lehrer signifikante Unterschiede in der Lehrzielwahl zwischen 45 und 60 Minuten ( $\chi^2 = 10,3$ ;  $p = 0,016$  bzw.  $\chi^2 = 30,6$ ;  $p = 0,001$ ).

Um die Unterschiede fassen zu können, wird das beschriebene Diversitätsmaß  $D_{st}$  angewandt. In diesem Falle ist das Merkmal die Basismodellwahl, welches in vier möglichen Ausprägungen vorkommen kann (Lernen durch Eigenerfahrung, Konzeptaufbau, Problemlösen, unklares Lernziel), und die relativen Häufigkeiten lassen sich aus Tabelle 5 entnehmen. Wie man in Tabelle 6 sieht, steigen für beide Lehrkräfte die Werte des standardisierten Diversitätsmaß  $D_{st}$  bezüglich der Basismodellwahl in Abhängigkeit von der Stundenlänge

Tabelle 5 Relative Verteilung der Unterrichtszeit auf die Basismodelle für beide Lehrer getrennt.

		Lehrer P	Lehrer S
Lernen durch Eigenerfahrung	45 Min	20%	83%
	60 Min	32%	65%
Konzeptbildung	45 Min	76%	12%
	60 Min	67%	34%
Unklares Lehrziel	45 Min	4%	5%
	60 Min	1%	<1%

Tabelle 6 Standardisierte Diversitätsmaße  $D_{st}$  für beide Lehrer bezüglich der Basismodellwahl in Abhängigkeit von der Stundenlänge.

	Lehrer P	Lehrer S
45 Min	0,50	0,40
60 Min	0,59	0,61

**Tabelle 7** Die Verteilung der Unterrichtszeit in Minuten auf die einzelnen Handlungskettenschritte („Unterrichtsphasen“) unabhängig von einem Basismodell.

Video-ID <sup>a</sup>	Schritt 1	Schritt 2	Schritt 3	Schritt 4	Schritt 5
45P1	2	25	8	6	0
45P2	12	29	1	0	0
45P3	16	19	4	0	0
45S1	12	20	4	1	0
45S2	15	24	0	0	0
45S4	12	26	0	0	0
45S5	16	17	8	0	0
60P2	9	16	27	0	0
60P3	16	11	3	23	0
60P4	8	15	8	9	15
60S1	14	19	20	0	0
60S2	19	24	12	0	0
60S3	13	42	0	0	0
60S4	23	25	0	4	5

<sup>a</sup> Die Video-ID bedeutet Stundenlänge, Lehrer und Nummer der Aufnahme (45P1 = 45 Minuten-Unterricht, Lehrer P, erste Aufnahme).

an und erreichen unter der Bedingung 60 Minuten ein vergleichbares Maß.

Im Detail sieht man anhand von [Tabelle 5](#), dass in 45 Minuten-Stunden bei beiden Lehrern eine klare Präferenz für jeweils nur ein einziges Basismodell erkennbar ist. Während Lehrer P vorwiegend konzeptbildende Stunden durchführte, legte Lehrer S den Fokus auf Lernen durch Eigenerfahrung. Im Wechsel zu 60 Minuten-Stunden wählen beide Lehrer ungefähr zu einem Drittel der Unterrichtszeit ein bislang von ihnen weniger präferiertes Basismodell. Lehrer P verfolgt nun auch Lernen durch Eigenerfahrung und Lehrer S bildet nun auch Konzepte. Zusammengefasst kann man sagen, dass in den längeren Unterrichtsstunden beide Lehrer eine größere (didaktische) Diversität bezüglich der Lehrzielwahl zeigen.

Um der Frage des Abschlusses von Lernprozessen nachzugehen, wird in [Tabelle 7](#) für beide Lehrer unter beiden Bedingungen die Verteilung der Unterrichtszeit in Minuten auf die einzelnen Handlungskettenschritte („Unterrichtsphasen“) unabhängig von dem gewählten Basismodell dargestellt.

Zunächst fällt auf, dass die Verteilung der Unterrichtszeit auf die Handlungskettenschritte von Unterrichtsstunde zu Unterrichtsstunde zum Teil erheblich schwankt. Da es sich bei der Basismodellvideoanalyse um ein reliables Instrument handelt, siehe Abschnitt 2.2.1, stellen die in [Tabelle 7](#) gezeigten teils sehr verschiedenen Stundenverläufe die Unterrichtsrealität dar und sind nicht etwa Kodierartefakte.

Der untersuchte Unterricht weist unter beiden Bedingungen eine ausgeprägte Wiederholungs- bzw. Motivationsphase (Handlungskettenschritt 1) sowie eine dominierende Erarbeitungs- bzw. Handlungsphase (Handlungskettenschritt 2) auf. Unter der Bedingung 60 Minuten erscheint außerdem die erste Sicherungsphase (Handlungskettenschritt 3: Festhalten des Neuen bzw. der Handlungsergebnisse) ausgeprägt(er). Die späteren Handlungskettenschritte 4 „Üben/Anwenden/ Generalisieren“

**Tabelle 8** Standardisierte Diversitätsmaße  $D_{st}$  für beide Lehrer bezüglich der Handlungskettenschrittverteilung in Abhängigkeit von der Stundenlänge.

	Lehrer P	Lehrer S
45 Min	0,66	0,67
60 Min	0,87	0,72

und 5 „Vernetzung/Transfer/Dekontextualisierung“ sind nur marginal vertreten bzw. unter der Bedingung 45 Minuten kommt Handlungskettenschritt 5 bei diesen beiden Lehrern überhaupt nicht vor. T-Tests auf Unterschiede zwischen 45 und 60 Minuten-Stunden sind für keinen Handlungskettenschritt signifikant.

Ein Chi-Quadrat-Test auf Unterschiede zwischen 45 und 60 Minuten in der Verteilung der Unterrichtszeit auf die einzelnen Handlungskettenschritte ist für Lehrer P signifikant ( $\chi^2 = 49,9$ ;  $p = 0,000$ ) und für Lehrer S marginal signifikant ( $\chi^2 = 9,9$ ;  $p = 0,057$ ). Um die Unterschiede fassen zu können, wird wieder das oben beschriebene standardisierte Diversitätsmaß  $D_{st}$  angewandt. In diesem Fall ist das Merkmal die Zeit, die eine Lehrkraft auf einen bestimmten Handlungskettenschritt verwendet, in Abhängigkeit von der Bedingung 45 oder 60 Minuten, und es gibt fünf mögliche Ausprägungen (Schritt 1 bis Schritt 5). Die standardisierten Diversitätsmaße für jeden Lehrer gemittelt über die einzelnen Stunden stehen in [Tabelle 8](#).

Wie man in [Tabelle 8](#) sieht, ist der Wert des standardisierten Diversitätsmaßes  $D_{st}$  bezüglich der Handlungskettenschrittverteilung in Abhängigkeit von der Stundenlänge zunächst bei beiden Lehrern ungefähr gleich groß. Die Diversität steigt bei den längeren Stunden vor allem für Lehrer P deutlich an, für Lehrer S nimmt sie nur etwas zu.

Was im Detail passiert, sieht man anhand von [Tabelle 7](#). Unter der Bedingung 45 Minuten endet der Unterricht bei beiden Lehrern häufig direkt nach oder endet sogar mit der Erarbeitungsphase. Die Handlungsketten kommen überhaupt nicht zum Abschluss. Unter der Bedingung 60 Minuten schöpft Lehrer P die Vielfaltsmöglichkeit teilweise maximal aus und er zeigt sogar eine 60 Min-Unterrichtsstunde mit vollständiger Handlungskette (60P4). Für Lehrer S ist das Bild gemischt. In zwei Unterrichtsstunden gibt es eine deutliche Sicherungsphase (Schritt 3), die unter der Bedingung 45 Minuten nicht so ausgeprägt war. In 60S4 gibt es sogar etwas Vernetzung, es fehlt aber die Sicherungsphase. Im Video 60S3 befinden sich die SuS bei Studienende noch in der Erarbeitungsphase. In dieser Stunde bastelten die Schüler nach einer einführenden Phase für die verbleibenden 42 Minuten einen kleinen Elektromotor zusammen (mit Bauteilen), was als die Handlungsphase (Handlungskettenschritt 2) von Lernen durch Eigenerfahrung kodiert wurde. Zusammengefasst kann man sagen, dass die beiden Lehrer die hinzugekommene Unterrichtszeit in Bezug auf die Handlungskettenschritte verschiedenlich nutzen. Bei Lehrer S geht die zusätzliche Unterrichtszeit teilweise in eine ausgeprägte erste Sicherungsphase (Schritt 3). Insbesondere Lehrer P zeigt eine größere (didaktische) Diversität in Bezug auf die Handlungskettenschritte. Er zeigt sogar eine Unterrichtsstunde mit vollständiger Handlungskette und zeigt

**Tabelle 9** Die mittlere Umsetzungsstufe der Schülerinnen und Schüler im Vergleich 45 zu 60 Minuten.

	Mittelwert und SD 45 Min	Mittelwert und SD 60 Min
Mittlere Höhe Umsetzungsstufe Schüler	1,30 ± 1,01	1,31 ± 1,16

damit, dass Lernprozesse in 60 Minuten abgeschlossen werden können.

Die Stunden 45S3 und 60P1 tauchen in der **Tabelle 7** nicht auf. Diese Stunden wurden zwar auch aufgenommen, allerdings nicht für die Untersuchung berücksichtigt, da im einen Falle für die Schülerinnen und Schüler bekannter Stoff wiederholt wurde, was entgegen der Abmachung war, und im anderen Falle die Nähe zu den Sommerferien zu einem unnormalen Unterrichtsverlauf führte.

Als letzter Punkt der Basismodellvideoanalyse wird die mittlere Umsetzungsstufe der Schülerinnen und Schüler betrachtet. Diese weist für alle Schülerinnen und Schüler unter beiden Bedingungen einen mittleren Wert von 1,3 auf, siehe **Tabelle 9**. Der Wertebereich der Umsetzungsstufen reicht dabei von 0 (niedrige Realisierung der Basismodellvorgaben/ geringes Maß an kognitiver Aktivität) bis 3 (hohe Ausprägung). Ein t-Test auf Unterschiede zwischen 45- und 60-minütigem Unterricht ist nicht signifikant. Einen Unterschied zwischen den beiden Klassen, hier nicht dargestellt, gibt es ebenfalls nicht. Die mittleren Umsetzungsstufen sind unter beiden Bedingungen 60 und 45 Minuten und bei beiden Lehrern im unteren mittleren Bereich.

## Unterrichts-Qualitäts-Rating

Für die Untersuchung der Unterrichtsqualität durch einen Experten wurden verschiedene Skalen aus dem Clausen-Rating herangezogen. Die Ergebnisse des Vergleichs sind in **Tabelle 10** zu finden. Zu beachten ist, dass für manche Variablen hohe Ausprägungen positiv sind (z.B. für *Classroom Management*), für andere hingegen niedrige Ausprägungen (z.B. für *Zeitverschwendung im Unterricht*). Der Wertebereich aller Variablen liegt zwischen 1 und 4.

Die Einschätzung des Unterrichtsexperten attestiert für beide Lehrer unter beiden Bedingungen für alle Unterrichtsstunden einen klar strukturierten, reibungslos ablaufenden, am Lernen der Schüler orientierten Unterricht. Es gibt keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Lehrern, weshalb hier beide Lehrer zusammen betrachtet werden. Signifikante Veränderungen von 45 zu 60 Minuten-Stunden ergeben sich nach der Einschätzung des Experten nur in einer geringeren *Motivierungsfähigkeit* ( $t(12) = 2,18; p = 0,05$ ; Effektstärke  $d = 1,0$ ). Eine marginal signifikante Abnahme empfindet der Experte zudem bei der Variable *Pacing*. Eine Bonferroni-Korrektur des alpha-Niveaus wegen multipler Testung in derselben Stichprobe lässt die Signifikanzen aber wieder verschwinden. Weitere scheinbare Veränderungen, beispielsweise für die Variable *Zeitverschwendung im Unterricht* (siehe **Tabelle 10**), sind auch für sich nicht signifikant. Zusammengefasst weist der Unterricht beider Lehrkräfte unter beiden Bedingungen aus Sicht des Experten

**Tabelle 10** Ergebnisse des Experten-Unterrichtsqualitätsratings für beide Lehrer und alle Unterrichtsvideos zusammen im Vergleich 45 vs. 60 Minuten.

Variable des Unterrichtsqualitätsratings	Ausprägung (MW und SD) 45 Minuten	Ausprägung (MW und SD) 60 Minuten
<i>Regelklarheit</i>	3,0 ± 0,1	3,1 ± 0,4
<i>Unterrichtsstörungen (negativ gepolt)</i>	1,3 ± 0,5	1,5 ± 0,4
<i>Classroom Management</i>	3,6 ± 0,4	3,4 ± 0,6
<i>Klarheit &amp; Strukturiertheit</i>	3,1 ± 0,4	3,2 ± 0,4
<i>Fehlerkultur</i>	3,0 ± 0,0	3,0 ± 0,2
<i>Fachdidaktische Qualität</i>	3,3 ± 0,3	3,1 ± 0,3
<i>Time on Task</i>	3,6 ± 0,2	3,2 ± 0,8
<i>Pacing</i>	2,9 ± 0,4	2,5 ± 0,4
<i>Zeitverschwendung im Unterricht (neg. gepolt)</i>	1,4 ± 0,5	1,9 ± 0,7
<i>Motivierungsfähigkeit</i>	2,5 ± 0,4	2,1 ± 0,4

**Tabelle 11** Ergebnisse des Schülerkurzfragebogens.

Variable des Schülerkurzfragebogens	Mittelwert und SD 45 Min	Mittelwert und SD 60 Min
<i>Dem-Unterricht-gut-folgen-können</i>	3,50 ± 0,46	3,42 ± 0,41

eine hohe Qualität auf. Die Hinweise auf mögliche Qualitätsverschlechterungen besonders in Bezug auf die letzten vier Variablen in **Tabelle 10** sind statistisch nicht signifikant.

## Schülerkurzfragebogen

Für die Untersuchung der Frage, wie gut die Schülerinnen und Schüler im Unterricht mitmachen konnten, wurden die Antworten aus den Schülerkurzfragebögen herangezogen. Der Wertebereich der einen Variable *Dem-Unterricht-gut-folgen-können* des Schülerkurzfragebogens liegt zwischen 1 (niedrige Ausprägung) und 4 (hohe Ausprägung). Die Schüler geben im Mittel einen Wert von 3,5 (45 Min) bzw. 3,4 (60 Min) an, siehe **Tabelle 11**. Ein t-Test zwischen 45 und 60 Minuten-Stunden ist nicht signifikant. Es gibt keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Lehrern. Zusammengefasst können die Schülerinnen und Schüler nach eigenen Aussagen bei diesen beiden Lehrern unabhängig von der Stundenlänge nahezu gleich gut und auch absolut gut im Unterricht mitarbeiten.

## Lehrerbefragung

Nach den Ergebnissen der Lehrerbefragung geben beide Lehrer an, dass eine Zufriedenheitssteigerung für sie und für die Schülerinnen und Schüler durch die Umstellung auf

60 Minuten-Stunden festzustellen sei. Auch gebe es unter der Bedingung 60 Minuten weniger Zeitdruck am Stunde-nende. Sie benennen beide methodische Veränderungen ihres Unterrichts, insbesondere würden unter der Bedingung 60 Minuten die Schüler mehr selbst tätig werden können und selber experimentieren können, teilweise auch an neuen Medien. Außerdem geben beide Lehrer an, dass in ihrem Unterricht jetzt mehr Reflexion und Ergebnissicherung vorkommen. Nur Lehrer S berichtet von einem häufigeren Vorkommen von Transfer und horizontaler Vernetzung in seinem Unterricht, während Lehrer P in diesem Punkt für seinen Unterricht kaum Veränderungen gegenüber 45 Minuten-Stunden sieht.

## Diskussion und Grenzen der Arbeit

Die Ergebnisse der Videoanalyse zeigen, dass es für beide Lehrer eine signifikante Veränderung in der Lehrzielwahl von 45 auf 60 Minuten gibt, und zwar zeigen beide Lehrer in den längeren Unterrichtsstunden eine größere (didaktische) Diversität bezüglich der Lehrzielwahl. Bei 60 Minuten wird ungefähr zu einem Drittel der Unterrichtszeit ein bislang von den jeweiligen Lehrern weniger genutztes Basismodell gewählt. So gibt es bei Lehrer P einen signifikanten Anstieg der Stunden, in denen *Lernen durch Eigenerfahrung* im Vordergrund steht. Da mit diesem Basismodell typischerweise der Einsatz von Schülerexperimenten verbunden ist, scheint die zusätzliche Unterrichtszeit Lehrer P erstmalig zu erlauben, die Schülerinnen und Schüler im Unterricht selbsttätig experimentieren zu lassen. Bei Lehrer S werden signifikant häufiger Konzepte thematisiert, wo früher Lernen durch Eigenerfahrung alleine dominierte. Zusammengefasst scheint die zusätzliche Unterrichtszeit den Lehrern neue Unterrichtswege zu eröffnen.

Ein ähnliches Bild, etwas eingeschränkt für Lehrer S, ergibt sich auf in Bezug auf die Unterrichtsverläufe und den Lernprozessabschluss. Lehrer P zeigt hier signifikante Veränderungen, die sich wieder in einer gestiegenen Diversität ausdrücken. Er nutzt nun alle fünf möglichen Handlungskettenschritte und zeigt sogar eine Unterrichtsstunde mit vollständiger Handlungskette. Bei Lehrer S ist bei den längeren Stunden die erste Sicherungsphase deutlicher zu erkennen. Festhalten lässt sich demnach, dass unter der Bedingung 60 Minuten Lernprozesse im Sinne der Basismodelle besser abgeschlossen werden können. Und offensichtlich erlauben die 60 Minuten-Stunden beiden Lehrern nun, dass ein Experiment durchgeführt und zumindest in einer ersten Form festgehalten bzw. reflektiert werden kann (Handlungskettenschritt 3 im Basismodell Lernen durch Eigenerfahrung) bzw. dass ein neues Konzept an einem Beispiel durchgearbeitet und das wichtige Neue festgehalten werden kann (Handlungskettenschritt 3 im Basismodell Konzeptbildung). Besonders die Einrahmung von Experimentiersequenzen stellt dabei einen hohen fachdidaktischen Wert dar, so dass für unsere Begriffe zusammen mit dem beobachteten Lernprozessabschluss von einer höheren fachdidaktischen Qualität der beobachteten 60 Minuten-Stunden gegenüber den beobachteten 45 Minuten-Stunden gesprochen werden kann.

Die Analyse der Höhe der Umsetzungsstufen und damit des Maßes der kognitiven Aktivität der Schülerinnen

und Schüler zeigt allerdings bei beiden Lehrern keinen Unterschied zwischen 45 und 60 Minuten, so dass eine abschließende Einschätzung, ob die größere Diversität in der Lehrzielwahl und in der Handlungskettenschrittverteilung eine Verbesserung der fachdidaktischen Qualität des Unterrichts darstellt, nicht ohne weiteres getroffen werden kann. Denn grundsätzlich sollte eine größere didaktische Diversität beispielsweise bezüglich der Lehrziele eine für den jeweiligen Unterrichtsinhalt und die jeweiligen Schülervoraussetzungen passendere Lehrzielwahl erlauben, was in der Folge höhere kognitive Leistungen erlauben sollte. Eine ähnliche Argumentation gilt für die größere Diversität in der Handlungskettenschrittverteilung, hier beispielsweise gegeben für die Reflexion von Experimentiersequenzen und auch für den Abschluss von Lernprozessen. Diese Veränderungen sollten sich ebenfalls positiv auf das Maß an kognitiver Aktivität der Schülerinnen und Schüler auswirken können. Da das aber nicht beobachtet wurde, braucht es möglicherweise für beide Lehrer nach der Umstellung von 45 auf 60 Minuten noch mehr Erfahrung mit den neuen Unterrichtswegen und den neuen Handlungskettenschritten, bevor diese neuen Wege und Schritte eine Qualität erreichen, die das kognitive Niveau der Schülerinnen und Schüler heben kann. Andererseits lag die Umstellung der Schule auf 60 Minuten-Taktung zum Zeitpunkt der Videoaufnahmen bereits zwei Jahre zurück, so dass vielleicht neben Erfahrung bewusste Reflexion notwendig wäre, um das fachdidaktische Potenzial der verlängerten Stunden ausreizen zu können. Solche reflektierende Maßnahmen fanden an der hier untersuchten Schule nach Auskunft der Schulleitung nicht statt. Lehrer P und Lehrer S könnten sich dabei gegenseitig unterstützen. Beispielsweise könnte Lehrer P von der Expertise des Lehrers S bei der Durchführung von *Lernen durch Eigenerfahrung*, dem ehemals bei Lehrer S vorherrschenden Basismodell, profitieren. Umgekehrt könnte Lehrer S in Bezug auf den Lernprozessabschluss von der neu hinzugekommenen Expertise des Lehrers P profitieren.

Als weiteres Ergebnis der Videoanalysen wird die Unterrichtsqualität von dem Experten unter beiden Bedingungen hoch eingeschätzt, hier hat sich insgesamt keine signifikante Veränderung ergeben. Im Einzelnen wird die Variable *Motivierungsfähigkeit* für beide Lehrer als schlechter eingeschätzt. Möglicherweise hängt diese Einschätzung damit zusammen, dass die einführende Wiederholungsphase unter 60 Minuten (noch) etwas länger geworden ist. Bei der Betrachtung der Handlungskettenschritte, siehe [Tabelle 7](#), fällt auf, dass die erste Unterrichtsphase (Schritt 1), in der vorwiegend Vorwissen wiederholt wird, nunmehr fast 15 Minuten im Durchschnitt dauert und damit einen beträchtlichen Teil der Unterrichtszeit einnimmt. Außerdem sind auf mehreren Videos im Verlaufe der Wiederholungsphase (Schritt 1) Äußerungen von Schülern zu hören, die auf Langeweile hindeuten. Das Zusammenspiel der auf Video aufgezeichneten Schüleräußerungen mit dem Unterrichtsqualitäts-Rating sowie der Basismodellvideoanalyse ergibt möglicherweise ein konsistentes Bild: Die Lehrer erlauben ein ausgedehnteres Wiederholen am Stundenbeginn (Basismodellvideoanalyse), was bei den Schülerinnen und Schülern zum Teil zu Langeweile führt (Schüleräußerungen im Video) und vom Experten als etwas verloren gegangene *Motivierungsfähigkeit* gesehen wird (Unterrichtsqualitäts-Rating). Insgesamt deutet das

Experten-Rating vorsichtig auf die Möglichkeit hin, dass eine Stundenverlängerung auch Verschlechterungen der Unterrichtsqualität mit sich bringen kann. An dieser Stelle sei aber noch einmal ausdrücklich erwähnt, dass der Unterricht der beiden Lehrer insgesamt als qualitativ hochwertig angesehen werden kann, und dass deshalb möglicherweise zusätzlich ein Deckeneffekt vorliegt.

Die Schülerinnen und Schüler von beiden Lehrern bewerten ihre Möglichkeit, dem Unterricht gut folgen zu können, unter beiden Bedingungen 45 und 60 Minuten nahezu gleich gut und auch absolut als gut. Hier hat sich keine Veränderung ergeben. Zudem liegt hier möglicherweise ebenfalls ein Deckeneffekt vor, der mögliche Verbesserungen nicht messen lässt.

Die Befragung der Lehrer ergibt wahrgenommene qualitative Verbesserungen für den Unterricht sowie Verbesserungen im Schulalltag für sie selbst und für andere Lehrer sowie für die Schülerinnen und Schüler. Die beiden Lehrer berichten von mehr Methodenvielfalt, was im Einklang mit den in der Videoanalyse beobachteten Veränderungen bei der Lehrzielwahl steht. Übereinstimmend berichten beide Lehrer zudem von mehr Reflexion und Ergebnissicherung in ihrem Unterricht sowie von weniger Zeitdruck am Stundenende, was ebenfalls im Einklang mit den Ergebnissen der Videoanalyse, speziell der Analyse der Stundenverläufe, steht. Offen bleibt die Frage, warum die beiden Lehrer P und S verschiedentlich auf die Frage antworten, ob in ihrem Unterricht nun mehr vernetzt werden würde, zumal eher Lehrer P Handlungskettenschritte 4 und 5 zeigt, aber Lehrer S von mehr Vernetzung berichtet. Die Befragungsergebnisse der Lehrer stehen in der Frage der Vernetzung im Widerspruch zu den in dieser Studie gewonnenen Ergebnissen aus der Unterrichtsvideographie. Ein nach Abschluss der Untersuchung durchgeführtes Gespräch fördert die Vermutung, dass die Forscher möglicherweise eine andere Vorstellung von Vernetzung haben als die Lehrer - und dass deren Vorstellungen auch untereinander differieren. Während die Lehrer mit einer Ergebnissicherung zufrieden scheinen, sind es die Forscher erst mit erfolgreicher Verallgemeinerung bzw. tiefem Transfer. Ein anschließender Eigenversuch durch Übernahme einer der beiden Physikklassen für einige Wochen zeigte, dass eine solch tiefe Vernetzungsphase in einer 60 Minuten-Unterrichtsstunde Platz finden kann.

Abschließend lässt sich damit die eingangs gestellte Forschungsfrage (,Verändert sich die Qualität von Physikunterricht beim Übergang von 45 auf 60 Minuten-Stunden?') eingeschränkt positiv beantworten. Zum einen gibt es Veränderungen, die sich fachdidaktisch als Qualitätsverbesserung ansehen lassen, andererseits gibt es keine Verbesserungen bei Aspekten der allgemeinen Unterrichtsqualität. Die Basismodellvideoanalyse zeigt deutlich das Potenzial für eine Verbesserung auf, bezogen auf das Maß an kognitiver Aktivität der Schülerinnen und Schüler aber ist keine Veränderung eingetreten. Zugleich müssen mögliche Verschlechterungen überwacht werden, wie eine übermäßige Ausdehnung der Wiederholungsphase. Möglicherweise sind daher Lehrkräftefortbildungen notwendig, um das fachdidaktische Potenzial auszureizen. Insbesondere reflektierende Maßnahmen ggf. unter Videoeinsatz könnten hier sinnvoll sein und wären möglicherweise sogar von Kolleginnen und Kollegen an der jeweiligen Schule durchführbar.

Insgesamt erinnert das Ergebnis dieser Studie an die Diskussion zur Bedeutung der Klassengröße, bei der gewöhnlich alle Beteiligten subjektive Einschätzungen zum Vorteil kleiner Klassen äußern, die Schülerinnen- und Schülerleistung aber nicht profitiert, weil die Lehrkräfte den Vorteil der kleinen Klasse nicht unbedingt nutzen, z.B. durch individualisierten Unterricht.

Die Grenzen dieser Arbeit liegen sicherlich in der Beschränktheit der Aussagekraft aufgrund kleiner Fallzahlen. Zukünftige Forschung sollte deshalb durch eine Stichprobenvergrößerung versuchen, repräsentative, gegen den Zufall abgesicherte Ergebnisse zu produzieren. Ebenso sollten mit experimentellem Design 45 Minuten gegen Doppelstunden untersucht werden, und die Untersuchungen sollten auf weitere Schulfächer ausgedehnt werden. Weitere Einschränkungen betreffen die fehlende Kontrolle des Unterrichtsinhalts, der Schülerleistung sowie die fehlende Konstanz der Schülergruppen. Aber dafür handelt es sich unter Feldbedingungen um dieselben Lehrer.

Da auch unter der Bedingung 60 Minuten die abschließenden Handlungskettenschritte 4&5 nur selten vorkommen, bleibt die Frage offen, ob diese abschließenden Phasen, das „Üben & Anwenden“ und die „Vernetzungsphase“, jeweils in den Folgestunden kommen, oder ob generell im Physikunterricht kaum vernetzt wird, siehe auch einleitende Teile und Wackermann u.a. (2010). Aufklärung würde hier die Videographie von Unterrichtsreihen versprechen, was bislang anscheinend im Fach Physik noch nicht gemacht wurde.

Eine damit verknüpfte Frage betrifft das Verständnis des Begriffs der Vernetzung im Physikunterricht. Herrscht hier Einigkeit zwischen und unter Lehrkräften bzw. Physikdidaktikern? Möglicherweise ist hierzu zunächst eine Diskussion notwendig.

Alles in allem bietet diese Studie einen ersten Blick auf die Qualität des Physikunterrichts als Konsequenz des Wechsels von 45 zu 60 Minuten. Im Ergebnis bieten die längeren Schulstunden das Potenzial für eine Qualitätsverbesserung.

## Danksagung

Diese Arbeit wurde großzügig von der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit einer Sachbeihilfe unterstützt (DFG WA 2162/2-1). Darüber hinaus geht besonderer Dank an die beteiligten Lehrer und ihre Schülerinnen und Schüler, die diese Studie überhaupt erst ermöglichten.

## Literatur

- Borowski, A., Fischer, H.E., Trendel, G., Wackermann, R., 2010. *Guter Fachunterricht braucht seine Zeit*. Pädagogik 62 (3), 26–29.
- Clausen, M., 2002. *Unterrichtsqualität: Eine Frage der Perspektive?* Waxmann, Münster.
- Cronbach, L.J., Gleser, G.C., Nanda, H., Rajaratnam, N., 1972. *The dependability of behavioral measurements*. Wiley, New York.
- Einsiedler, W., 1997. *Unterrichtsqualität und Leistungsentwicklung: Literaturüberblick*. In: Weinert, F.E., Helmke, A. (Eds.), *Entwicklung im Grundschulalter*. Beltz-Verlag, pp. 225–258.
- Gerber, B., 2007. *Strukturierung von Lehr-Lern-Sequenzen im Physikunterricht*. Inaugural-Dissertation, Universität Bern. Unveröffentlicht.

- Göbel, K., Rammes, F., Gräsel, C., 2011. *Einschätzungen zum 65-Minuten Unterricht von Lehrpersonen und Lernenden*. Unveröffentlichter Forschungsbericht, Wuppertal.
- Göcke, M., Lohmann, S., Prüß, W., Ladleif, C., 2007. *Lernen benötigt Zeit – An der Janusz-Korczak-Gesamtschule dauert eine Unterrichtsstunde 60 Minuten*. *Schulverwaltung NRW* 18 (3), 75–77.
- Franzmann, G., Wagner, M., 1999. *Heterogenitätsindizes zur Messung der Pluralität von Lebensformen und ihre Berechnung in SPSS*. *ZA-Information* 44, 75–95.
- Fölling-Albers, M., 2008. *Alte und neue Rhythmen schulischer Zeit*. In: Zeiher, H., Schroeder, S. (Eds.), *Schulzeiten, Lernzeiten, Lebenszeiten*. Juventa, Weinheim, pp. 133–141.
- Helmke, A., 2009. *Unterrichtsqualität und Lehrprofessionalität*. Klett/Kallmeyer, Seelze.
- Maurer, C., Rincke, K., 2015. *Strukturierung von Lehr-Lern-Sequenzen*. In: Bernholt, S. (Ed.), *Heterogenität und Diversität*. IPN, Kiel, pp. 387–389.
- Ohle, A., 2010. *Primary School Teachers Content Knowledge in Physics and its Impact on Teaching and Students Achievement*. Logos, Berlin.
- Oser, F., Baeriswyl, F., 2001. *Choreographies of Teaching. Bridging instruction to learning*. In: Richardson, V. (Ed.), *AERA's Handbook of Research on Teaching –*, 4th Edition. American Educational Research Association, Washington, pp. 1031–1065.
- Reyer, T., 2004. *Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht*. Logos, Berlin.
- Schmitz, V.A., 2011. *Fördert die 65 Minuten-Stunde die Unterrichtsqualität? Bergische Universität Wuppertal, Betreuerin K. Göbel, Unveröffentlichte Masterarbeit*.
- Seidel, T., 2014. *Angebots-Nutzungs-Modelle in der Unterrichtspsychologie*. *Zeitschrift für Pädagogik* 60 (6), 850–866.
- Seidel, T., Shavelson, 2007. *Teaching Effectiveness Research in the Past Decade: The Role of Theory and Research Design in Disentangling Meta-Analysis Results*. *Review of Educational Research* 77 (4), 454–499.
- Stender, A., Geller, C., Neumann, K., Fischer, H.E., 2013. *Der Einfluss der Unterrichtstaktung auf die Strukturiertheit und Abgeschlossenheit von Lernprozessen*. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 19, 209–232.
- Terhart, E., 2005. *Wie geht es weiter mit der Allgemeinen Didaktik – und was bedeutet das für die Lehrerbildung?* In: Pitton, A. (Ed.), *Relevanz fachdidaktischer Forschungsergebnisse für die Lehrerbildung*. Lit, Münster, pp. 44–55.
- Treiber, B., 1982. *Lehr- und Lernzeiten im Unterricht*. In: Treiber, B., Weinert, F.E. (Eds.), *Lehr-Lern-Forschung. Ein Überblick in Einzeldarstellungen*. Urban & Schwarzenberg, München, pp. 12–36.
- Trendel, G., Wackermann, R., Fischer, H.E., 2007. *Lernprozessorientierte Lehrerfortbildung in Physik*. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 13, 9–31.
- Wackermann, R., 2008. *Überprüfung der Wirksamkeit eines Basismodell-Trainings für Physiklehrer*. Logos, Berlin.
- Wackermann, R., Trendel, G., Fischer, H.E., 2010. *Evaluation of a Theory of Instructional Sequences for Physics Instruction*. *International Journal of Science Education* 32 (7), 963–985.
- Walberg, H.J., 1986. *Syntheses of research in teaching*. In: Wittrock, M.C. (Ed.), *Handbook of research in teaching*. Macmillan, London, pp. 214–229.
- Wang, M.C., Haertel, G.D., Walberg, H.J., 1990. *What Influences Learning? A Content Analysis of Review Literature*. *Journal of Educational Research* 84, 30–43.
- Wang, M.C., Haertel, G.D., Walberg, H.J., 1993. *Toward a Knowledge Base: Why, How, for Whom? Review of Educational Research* 63, 365–376.
- Wirtz, M., Caspar, F., 2002. *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität*. Hogrefe, Göttingen.
- Zander, S., Krabbe, H., Fischer, H.E., 2014. *Mehr lernen durch eine bessere Sequenzierung des Physikunterrichts bei verlängerter Unterrichtstaktung*. Abstract für die 2. Jahrestagung der Gesellschaft für Empirische Bildungsforschung (GEBF).