

ANITA STENDER, CORNELIA GELLER, KNUT NEUMANN UND HANS E. FISCHER

## Der Einfluss der Unterrichtstaktung auf die Strukturiertheit und Abgeschlossenheit von Lernprozessen

The effect of the segmentation of instructional time on the structuredness and completeness of learning processes

### ZUSAMMENFASSUNG

In letzter Zeit wird an deutschen Schulen vermehrt die Frage der Taktung des Unterrichts diskutiert. Im vorliegenden Beitrag wird der Effekt einer Taktung des Unterrichts in 90-Minuten-Einheiten im Vergleich zu 45-Minuten-Einheiten untersucht. Insbesondere werden die Auswirkungen auf die Strukturiertheit und die Abgeschlossenheit von Lernprozessen im Physikunterricht analysiert. Hierzu wurde in  $N=18$  Schulen Physikunterricht zum Zusammenhang von elektrischer Energie und Leistung mit Hilfe eines Kategoriensystems auf Grundlage der Basismodelltheorie von Fritz Oser analysiert. Ein Vergleich der beiden Varianten der Unterrichtstaktung zeigt, dass die verallgemeinernde oder reflektierende Phase von Lernprozessen in zwei einzelnen, aber auf einander folgenden Stunden zu je 45 Minuten häufiger auftritt, als in einer Doppelstunde von 90 Minuten. Die Strukturiertheit ist bei diesem Vergleich nicht zu unterscheiden. Eine zusätzliche qualitative Analyse weist darauf hin, dass die Ergebnisse in der inhaltlichen Struktur des Unterrichts begründet liegen.

Schlüsselwörter: Unterrichtstaktung, Unterrichtsstruktur, Vollständigkeit von Lernprozessen, Basismodelle, Videoanalyse

### ABSTRACT

The segmentation of instructional time in lessons of different lengths has recently become a topic of intense discussion in the context of the German school system. The study presented in this manuscript examines to which extent a segmentation of instructional time in lessons of 90 minutes length compared to lessons of 45 minutes length has a positive effect on structuredness and completeness of learning processes in physics instruction. For this purpose, physics lessons in  $N=18$  German schools were analyzed using a category system based on the theory of basis models developed by Fritz Oser. The comparison of a segmentation of instructional time in lessons of 90 minute length and lessons of 45 lengths shows that generalizing or reflecting phases of the learning process occur more often in lessons of two times 45 minutes than in 90 minutes lessons. The structuredness of learning process was not found to differ significantly between the two ways of segmentation of instructional time. An additional qualitative analysis suggests that this result may be explained by the content structure of the lessons.

Schlüsselwörter: time split, structuredness, completeness, learning processes, video analysis

## Einleitung

Im deutschen Schulsystem hat sich eine Einteilung des Unterrichts in Einheiten zu 45 Minuten durchgesetzt. Sie geht zurück auf einen Erlass des preußischen Schulministers von 1911 (Ministerieller Erlass, 1911) und entwickelte sich über das letzte Jahrhundert hinweg zum Regelfall. Allerdings beklagen sich Lehrerinnen und Lehrer vermehrt, dass in Unterrichtsstunden von 45 Minuten Länge „Lernziele nicht erreicht [werden], Gelerntes schnell wieder vergessen wird“ (Schnütgen, 2010). Entsprechende Lerndefizite wurden bereits in der Third International Mathematics and Science (TIMS) Studie identifiziert. Dort zeigte sich, dass deutsche Schülerinnen und Schüler nicht über ein isoliertes Faktenwissen hinauskommen, und zudem Schwierigkeiten bei der Anwendung des Gelernten haben (Baumert, 1997). Die Ursache für diese Defizite wird darin vermutet, dass im Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern in Deutschland zu wenig kumulativ gelernt wird (Baumert, 1997; Schecker, 2001).

In den naturwissenschaftlichen Fächern nimmt kumulatives Lernen eine zentrale Bedeutung ein. Die komplexe, hierarchische Struktur der Fächer muss systematisch durch den Aufbau einer zunehmend komplexen Wissensbasis erschlossen werden (Neumann, Fischer, & Sumfleth, 2008). Dies scheint jedoch nicht der Fall zu sein (vgl. Fischer et al., 2003). Im Gegenteil zeigen bisherige Untersuchungen, dass deutsche Lehrkräfte zwar eine angemessene Vernetzung und Komplexität im Hinblick auf die Sachstruktur er-

reichen (Brückmann, 2009; Neumann, Fischer & Sumfleth, 2008), dass der Unterricht aber selten lernförderlich strukturiert wird (Trendel, Wackermann, & Fischer, 2007; Wackermann, 2008; Lau, 2011). Lehrkräfte selber sehen die Ursache in der Unterrichtstaktung. Sie beklagen, dass bei einer Länge von 45 Minuten pro Unterrichtsstunde die geforderte Strukturiertheit nicht erreichbar sei (Schnütgen, 2010). Und in der Tat können Reyer (2004) sowie Widodo und Duit (2005) zeigen, dass in Unterrichtsstunden von 45 Minuten Länge selten eine Strukturiertheit erreicht wird, die sich positiv auf die Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern auswirken könnte.

In weiteren Analysen des Physikunterrichts in Deutschland hat sich außerdem gezeigt, dass in Unterrichtsstunden mit 45 Minuten Länge verallgemeinernde oder reflektierende Phasen nur in geringem Umfang zu beobachten sind (Seidel, 2003; Widodo, 2004) – selbst bei entsprechend fortgebildeten Lehrkräften (Trendel, Wackermann & Fischer, 2007). Das legt die Vermutung nahe, dass eine Länge von 45 Minuten für eine Unterrichtsstunde zur umfassenden Sicherung des Gelernten nicht ausreicht, der Lernprozess also nicht abgeschlossen werden kann (Borowski, Fischer, Trendel, & Wackermann, 2010). Scheinbar hat die Taktung von Unterricht in 45 Minuten-Einheiten also sowohl Einfluss auf die Strukturiertheit als auch auf die Abgeschlossenheit der im Unterricht angebotenen Lerngelegenheiten. Immer mehr Schulen begründen mit diesem Argument die Verlängerung der Unterrichtstaktung auf 60 bzw. 90-Minu-

ten-Stunden (Schnütgen, 2010). Bislang liegen jedoch nur in eingeschränktem Umfang Belege dafür vor, dass eine Taktung in Unterrichtsstunden zu 60 oder 90 Minuten tatsächlich die Strukturiertheit und Abgeschlossenheit von Lernprozessen im geforderten Sinn erhöht. In der vorliegenden Studie soll daher der Effekt der Taktung von Unterricht in zwei einzelnen Stunden zu 45 Minuten im Vergleich zu einer Doppelstunde von 90 Minuten auf die Strukturiertheit und Abgeschlossenheit von Lernprozessen untersucht werden.

## Theoretischer Hintergrund

Als eine der wichtigsten Ressourcen für den Bildungsprozess wird die Unterrichtszeit angesehen (OECD, 2010). Hierbei spielt vor allem die Zeit eine Rolle, in der sich Schülerinnen und Schüler aktiv mit dem Lerngegenstand auseinandersetzen (Anderson, 1981). Bereits Carroll (1963) benennt *time-on-task* als einen wesentlichen Einflussfaktor schulischen Lernens. Rosenshine (1979) fand die Bedeutung von *time-on-task* in den Befunden der Forschung zur *teacher effectiveness* erstmals empirisch bestätigt. Seitdem hat sich *time on task* immer wieder als wichtiger Prädiktor für Unterrichtserfolg erwiesen (Brophy & Good, 1986; Brock, 2005; Hattie, 2010; vgl. Neumann, Fischer und Kauertz, 2012). Doch wie können Lehrpersonen diese Zeit, in der sich Schülerinnen und Schüler aktiv mit dem Lerngegenstand auseinandersetzen, erhöhen?

## Lernzeit und Unterrichtsqualität

Der Zusammenhang zwischen der Zeit, die sich Schülerinnen und Schüler aktiv mit dem Lerngegenstand auseinandersetzen, und dem Lernerfolg wird gemeinhin als asymptotisch aufgefasst: Der Lernerfolg steigt zunächst mit der Zeit der Auseinandersetzung an und geht mit weiter zunehmender Zeit in eine Sättigung über (Helmke, 2004; Anderson, 1995; Fisher, 1995). Carroll (1963) definiert Lernerfolg entsprechend als Funktion aufgewandter und erforderlicher Lernzeit. Eine Lehrperson hat sowohl Einfluss auf die aufgewandte Lernzeit, als auch auf die erforderliche Lernzeit. Die aufgewandte Lernzeit kann prinzipiell erhöht werden, indem den Schülerinnen und Schülern mehr Lernzeit zugestanden wird. Die erforderliche Lernzeit kann durch die Qualität des Unterrichts beeinflusst werden. Lehrpersonen können demnach den Lernerfolg steigern, indem sie die zugestandene Lernzeit erhöhen und gleichzeitig die erforderliche Lernzeit durch einen qualitativ hochwertigen Unterricht senken (vgl. Carroll, 1989). Der Begriff der aufgewandten Lernzeit kann nach einem Modell von Treiber und Weinert (1982) weiter ausdifferenziert werden. Treiber und Weinert (1982) unterscheiden zwischen nominaler, tatsächlicher und nutzbarer Unterrichtszeit. Die nominale Unterrichtszeit ist die im Fachstundenplan für einen bestimmten Zeitraum angesetzte Zahl von Unterrichtsstunden. Dabei werden üblicherweise Unterrichtsstunden einer Länge von 45 Minuten angenommen. Im Schulalltag kann die nominale Unterrichtszeit jedoch auch in anderen Einheiten getaktet sein,

z. B. in Unterrichtsstunden zu 60 Minuten oder Doppelstunden zu 90 Minuten. Zieht man von der nominalen Unterrichtszeit die Zeit bzw. die Einheiten ab, die z. B. durch Krankheit, Fortbildungen oder sonstige Unterrichtsausfälle verloren geht, erhält man die tatsächliche Unterrichtszeit. Den Anteil der tatsächlichen Unterrichtszeit, der für Lernen zur Verfügung steht, wird als nutzbare Unterrichtszeit bezeichnet. Diese Zeit wird durch organisatorische oder disziplinierende Maßnahmen z. B. in Folge einer Pause zwischen zwei Einheiten reduziert. Einzelne Lehrpersonen haben weder einen (maßgeblichen) Einfluss auf die nominale noch auf die tatsächliche Unterrichtszeit. Sie können jedoch die nutzbare Unterrichtszeit beeinflussen. Interpretiert man die nutzbare Unterrichtszeit als aufgewandte Lernzeit im Sinne von Carroll (1963), lässt sich der Einfluss der Lehrperson auf den Lernerfolg präziser formulieren: Lehrpersonen haben dann einen positiven Einfluss auf den Lernerfolg, wenn sie die nutzbare Unterrichtszeit und die effektive Nutzung dieser Unterrichtszeit durch die Schülerinnen und Schüler maximieren. Eine wesentliche Rolle spielt dabei die Unterrichtsqualität.

Carroll (1963) benennt als wesentliche Merkmale der Unterrichtsqualität die Klarheit der Lernziele, die adäquate Präsentation des Lernmaterials und die adäquate Planung des Lernprozesses. Weitere auf Grundlage des Modells von Carroll (1963, 1989) entwickelte Modelle für den Erfolg schulischen Lernens postulieren zusätzliche, zum Teil verschiedene Merkmale der Unterrichtsqualität (Walberg,

Haertel, Pascarella, Junker & Boulanger, 1981; Slavin, 1994; Helmke, 2004; Clausen, 2002; Meyer, 2004). Konsens scheint über diese Modelle hinweg hinsichtlich der folgenden Merkmale zu bestehen: der Klarheit der Lernziele, der kognitiven Aktivierung, der effektiven Klassenführung und insbesondere der Strukturiertheit des Unterrichts (vgl. Clausen, 2002; Helmke, 2004; Neumann, Kauertz, & Fischer, 2012). Ein gut strukturierter Unterricht dient dem Ziel, Inhalte so zu vermitteln, dass eine gut organisierte Wissensbasis entstehen kann (Helmke, 2009). Dabei lassen sich unterschiedliche Bedeutungen von Strukturiertheit identifizieren. So kann sich Strukturiertheit in einem kognitionspsychologischen Verständnis auf die Verknüpfung von Vorwissen und neuen Wissens-elementen mit dem Ziel des Aufbaus einer komplexen Wissensstruktur im Sinne kumulativen Lernens beziehen oder auf die Sequenzierung des Unterrichts in funktional unterschiedliche Phasen (vgl. Wild & Möller, 2009 S. 83).

### **Strukturiertheit und Abgeschlossenheit von Lehr-Lernprozessen**

Auch im Rahmen bisheriger Analysen von Physikunterricht finden sich diese unterschiedlichen Ansätze bei der Beschreibung und Erfassung der Strukturiertheit von Lehr-Lernprozessen wieder (z. B. Seidel, 2003; Reyer, 2004; Roth et al., 2006; Gerber, 2007; Wackermann, 2008; Widodo, 2004, Fischer, Glemnitz, Kauertz, & Sumfleth, 2007). Als Beispiel für einen eher kognitionspsychologisch ausgerichteten Ansatz ist das so genannte Modell Vertikaler Ver-

netzung nach Fischer, Glemnitz, Kauertz und Sumfleth (2007) zu nennen. Dieses Modell beruht auf der Idee, dass durch die Verknüpfung von Inhalten des Unterrichts mit Inhalten aus dem Bereich des Vorwissens der Schülerinnen und Schüler komplexere Inhaltsstrukturen entstehen, deren Integration in die Wissensbasis der Schülerinnen und Schüler wiederum zu komplexeren Wissensstrukturen führt. Das iterative Einbringen neuer Inhalte und die Verknüpfung dieser Inhalte mit dem Vorwissen der Schülerinnen und Schüler sollte im Sinne kumulativen Lernens zu einer sukzessive komplexeren Wissensbasis führen (vgl. Fischer, Glemnitz, Kauertz, & Sumfleth, 2007; Neumann, Sumfleth & Fischer, 2008; Lau, 2011). Als strukturiert in diesem Sinne gilt Unterricht, in dem systematisch immer wieder komplexe Inhaltsstrukturen erzeugt werden, die sich schließlich auch in den Wissensstrukturen der Schülerinnen und Schüler wiederfinden lassen.

Bezüglich der Sequenzierung des Unterrichts in funktional unterschiedliche Phasen lassen sich zwei unterschiedliche Zugänge charakterisieren: Die von der Unterrichtsbeobachtung ausgehende Identifikation und Bewertung der Abfolge einzelner Lehr-Lernprozesse im Sinne von Lehr-Lernskripts (Roth et al., 2006; Seidel, 2003), und die Bewertung des beobachteten Unterrichts im Vergleich mit einer idealen Abfolge von Lehr-Lernprozessen (Gerber, 2007; Reyer, 2004; Wackermann, 2008; Widodo, 2004). Bei der Beschreibung von Lehr-Lern-Skripten wird angenommen, dass sich stabile Muster unterrichtlichen Handelns finden lassen.

Davon ausgehend werden theoretisch als relevant erachtete Merkmale unterrichtlicher Lehr-Lernprozesse wie z. B. die Verteilung bestimmter Aufgabentypen erfasst. Der Vergleich von Unterricht mit einer idealtypischen Abfolge von Lehr-Lernprozessen ist in kognitionspsychologischen Theorien über den Verlauf von Lernprozessen begründet. Es wird davon ausgegangen, dass Lernprozesse aus einzelnen Schritten bestehen, die in einer bestimmten Reihenfolge durchlaufen werden und dass kein Schritt im Lernprozess ausgelassen werden darf (z. B. Gagné, 1965; Aebli, 1981). Darauf aufbauend wird eine exakte Abfolge von Lehr-Lernprozessen postuliert, die es im Unterricht zu durchlaufen gilt (Gagné, 1975; Aebli, 1983; Oser & Patry, 1990). Diese vorgegebene Abfolge dient für die Analyse der Strukturiertheit als Referenzmaß. Unterricht der dieser Abfolge exakt entspricht, wird als strukturiert angesehen.

Neben der Strukturiertheit ist aus kognitionspsychologischer Sicht auch die Abgeschlossenheit von Lehr-Lernprozessen für erfolgreiches Lernen relevant. Kognitionspsychologisch kann ein Lernprozess als abgeschlossen gelten, wenn die neuen Inhalte in die Wissensstruktur der Schülerinnen und Schüler integriert, das heißt mit dem bereits vorhandenen Wissen vernetzt sind (vgl. Ausubel, 1968). Im Modell Vertikaler Vernetzung nach Fischer, Glemnitz, Kauertz und Sumfleth (2007) erfolgt diese Vernetzung sukzessive im Verlauf der Entwicklung einer zunehmend komplexeren Inhaltsstruktur. Dies entspricht nach Patten, Chao und Reigeluth (1986) einem spiralförmig organisier-

ten Lernprozess. Derartige Lernprozesse zeichnen sich dadurch aus, dass nach einem Durchlauf eines Lernprozesses das entwickelte Wissen im nächsten Durchlauf wieder aufgegriffen und somit anschlussfähig wird (vgl. Widodo & Duit, 2005). Der entsprechende Lehr-Lernprozess kann genau dann als abgeschlossen gelten, wenn die entwickelte Inhaltsstruktur in die Wissensstruktur der Schülerinnen und Schüler integriert ist. Im Gegensatz dazu beruht die Strukturierung des Unterrichts nach aufeinander aufbauenden Lehr-Lernprozessen auf der Annahme eines hierarchisch organisierten Lernprozesses (Patten, Chao & Reigeluth, 1986). Hierbei wird zunächst das für die Erarbeitung der neuen Inhalte notwendige Vorwissen aktiviert, bevor in den folgenden Phasen neue Inhalte erarbeitet und schließlich in den letzten Phasen im Sinne einer Generalisierung mit der bestehenden Wissensbasis vernetzt wird (Oser & Baeriswyl, 2001). Unter der Annahme eines hierarchisch organisierten Lernprozesses sind also das Durchlaufen aller und insbesondere das Erreichen der letzten Schritte im Lernprozess für die Abgeschlossenheit des Lehr-Lernprozesses zentral.

In bisherigen Studien, in denen Physikunterricht im Vergleich mit einer idealen Abfolge von Lehr-Lernprozessen untersucht wurde, wurden zwar Strukturiertheit und Abgeschlossenheit der Lehr-Lernprozesse untersucht (Reyer, 2004; Gerber, 2007; Wackermann, 2008), die Taktung des Unterrichts in unterschiedliche Einheiten wurde dabei jedoch nicht als Einflussfaktor berücksichtigt. Ergebnisse einer früheren Studie weisen allerdings darauf hin, dass nur wenige Lehrpersonen es schaffen, ei-

nen Lehr-Lernprozess in einer einzigen 45-Minuten Einheit abzuschließen (Trenkel, Wackermann & Fischer, 2007), woraus eine Empfehlung für eine Taktung des Unterrichts in längere Einheiten abgeleitet wurde (Borowski et al, 2010). Es liegen allerdings bislang keine empirischen Ergebnisse vor, die belegen, dass derartige Unterrichtstaktungen einen positiven Einfluss auf die Strukturiertheit und Abgeschlossenheit von Unterricht hat.

### Fragestellung

Um die zur Verfügung stehende Unterrichtszeit effektiv zu nutzen, muss die Lehrkraft eine hohe Strukturiertheit und Abgeschlossenheit unterrichtlicher Lehr-Lernprozesse erreichen. In der Praxis sind der Planung und Umsetzung eines entsprechenden Unterrichts jedoch Grenzen durch die Unterrichtstaktung gesetzt. An deutschen Schulen wird größtenteils in einer 45-Minuten oder 90-Minuten Taktung unterrichtet. Das heißt, nach 45 bzw. 90 Minuten muss der Unterricht jeweils unterbrochen und in der nächsten Einheit fortgesetzt werden. Solche zwangsläufigen Unterbrechungen können die Strukturiertheit und Abgeschlossenheit der Lehr-Lernprozesse beeinflussen. Entsprechend kann auch die Taktung des Unterrichts in Einheiten zu 45 bzw. 90 Minuten zu Unterschieden in der Strukturiertheit und Abgeschlossenheit der Lehr-Lernprozesse führen. Daraus ergibt sich folgende Forschungsfrage:

*Welchen Einfluss hat eine Unterrichtstaktung von 2x45 Minuten im Vergleich zu 90*



### *Minuten auf die Strukturiertheit und Abgeschlossenheit von Lehr-Lernprozessen im Physikunterricht?*

Bisher liegen nur wenige Untersuchungen der Strukturiertheit und Abgeschlossenheit von Lehr-Lernprozessen im Physikunterricht vor, insbesondere der Einfluss der Unterrichtstaktung ist bisher nicht ausreichend untersucht. Theoretisch wäre anzunehmen, dass eine Taktung in Einheiten zu 90 Minuten erlaubt, alle Schritte im Lehr-Lernprozess nacheinander abzuarbeiten während eine Taktung in Einheiten zu 2 x 45 Minuten entweder die Abgeschlossenheit beeinträchtigt oder – wenn die Lehrperson eine hohe Abgeschlossenheit anstrebt – zu Lasten der Strukturiertheit geht, weil einzelne Phasen aufgrund von Zeitmangel ausgelassen werden müssen. Für den Vergleich der beiden Varianten der Unterrichtstaktung werden entsprechend folgende Hypothesen formuliert:

1. *Bei einer Unterrichtstaktung von 90 Minuten ist die Strukturiertheit der Lehr-Lernprozesse höher als bei einer Unterrichtstaktung von 2 x 45 Minuten.*
2. *Bei einer Unterrichtstaktung von 90 Minuten ist die Abgeschlossenheit der Lehr-Lernprozesse höher als bei einer Unterrichtstaktung von 2 x 45 Minuten.*

### **Anlage der Untersuchung**

Grundlage der Untersuchung bilden Aufnahmen von Unterrichtsstunden, die im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projektes „Quality of Instruction in Physics“ (QuIP) aufgenommen wurden. Dieses Projekt untersucht Leistungsunterschiede im Vergleich zwischen Nordrhein Westfalen, Finnland und der Deutschschweiz unter anderem in Abhängigkeit von der Tiefenstruktur des Unterrichtes (Neumann, Fischer, Labudde, & Viiri, 2010).

### **Stichprobe**

Im Rahmen des QuIP Projektes wurde in insgesamt 47 Klassen aus Nordrhein-Westfalen schulformübergreifend Unterricht zum Thema „Zusammenhang von elektrischer Energie und Leistung“ videografiert. In neun von den 47 Klassen wurde der Unterricht in zwei aufeinander folgenden Einzelstunden (2 x 45 Minuten) aber an verschiedenen Tagen erteilt. Die anderen Klassen wurden entweder in Form einer Doppelstunde (90 Minuten) oder in einer Unterrichtsstunde zu 60 Minuten unterrichtet. Für die vorliegende Untersuchung wurden aus dieser Stichprobe alle neun Klassen ausgewählt, die Unterricht in Ein-

Tab. 1: Verteilung der Schulformen auf die Untersuchungsgruppen

SCHULFORM	UNTERSUCHUNGSGRUPPE	
	Einzelstunde	Doppelstunde
Gesamtschule	6	6
Gymnasium	3	3

zelstunden erhielten. Als Vergleichsgruppe wurden zufällig neun Klassen gezogen, in denen der Unterricht in einer Doppelstunde erteilt wurde. In beiden Gruppen sind die Schulformen Gesamtschule und Gymnasium vertreten. Die Verteilung der Schulformen auf die Untersuchungsgruppen ist in Tabelle 1 dargestellt.

### Kodierverfahren

Als theoretischer Rahmen für die Erfassung der Strukturiertheit und Abgeschlossenheit als Merkmale der Unterrichtsqualität diente die Basismodelltheorie nach Oser in der Adaption nach Wackermann (2008; vgl. auch Reyer, 2004). Durch die Nutzung der Basismodelltheorie bleibt die Interpretation der Ergebnisse anschlussfähig an bisherige Studien, die die Strukturiertheit und Abgeschlossenheit unter Verwendung der Basismodelltheorie erfasst haben (Reyer, 2004; Trendel, Wackermann & Fischer, 2007; Gerber, 2007; Wackermann, 2008; Wackermann, Trendel & Fischer, 2010; Ohle, 2010). Die Basismodelltheorie greift die Idee der hierarchisch aufgebauten Sequenzen auf und verbindet sie mit der Annahme, dass in einem Unterricht verschiedene Lehrziele verfolgt werden können. Sie geht davon aus, dass sich diese Lehrziele, lehrinhaltsübergreifend zu **Lehrzieltypen** zusammenfassen lassen. Jedem Lehrzieltyp wird ein **Basismodell** zugeordnet, was „als „allgemeinere“ theoretische oder konzeptionelle Grundlage des Unterrichts verstanden wird.(...) ein fixierter Teil einer „allgemeineren“, normativ zu verstehenden Basisstruktur(...) (Reyer, 2004, S. 54). Jedes Basismodell wird in aufeinanderfolgende

Phasen unterteilt, die als **Handlungskettenschritte (HKS)** bezeichnet werden (vgl. Tabelle 3). Sie beschreiben einen strukturierten Ablauf von Unterricht, der sich an den Lernprozessen der Schülerinnen und Schüler orientiert und vernetztes Lernen ermöglicht. Die Basismodelltheorie bietet damit zum einen die Möglichkeit, basierend auf der normativen Vorgabe von Handlungskettenschritten, die im Unterricht umgesetzte Strukturiertheit zu messen, zum anderen aber auch die Möglichkeit Unterrichtsphasen zu identifizieren, in denen das Gelernte angewendet und mit bereits bekannten Wissens-elementen vernetzt wird. Diese Vernetzung kann als Indikator für die Abgeschlossenheit des Lernprozesses betrachtet werden, da in diesen Phasen das Wissen gefestigt und für neue Lernprozesse anwendbar wird.

Im Rahmen des DFG-Projektes „Professionswissen und lernprozessorientierte Lehrerfortbildung von Physiklehrern“ wurde ein Kategoriensystem auf der Basismodelltheorie von Oser für die Basismodelle Konzeptbildung, Lernen durch Eigenerfahrung und Problemlösen entwickelt und erfolgreich zur Analyse von Physikunterricht eingesetzt (Wackermann, 2008; Wackermann, Trendel & Fischer, 2010). Dieses Kategoriensystem wurde für die Beantwortung der Forschungsfrage adaptiert. Es wurde zeitbasiert in 1,5 Minuten-Intervallen des Videos kodiert. Bei jedem Zeitintervall musste zunächst entschieden werden, ob tatsächlich unterrichtet wurde, danach wurde dieser Instruktionszeit das vorkommende Basismodell zugeordnet. In einem weiteren Schritt wurde dem Basismodell ein Hand-



lungskettenschritt zugeordnet. Dabei wurden nur die Basismodelle Lernen durch Eigenerfahrung und Konzeptbildung berücksichtigt, da Problemlösen, obwohl es als wesentliches Ziel naturwissenschaftlichen Kompetenzerwerbs gilt, nur eine untergeordnete Rolle im Unterrichtsalltag spielt (KMK, 2005; Trendel, Wackermann, & Fischer, 2008). Die zwei Basismodelle *Lernen durch Eigenerfahrung* und *Konzeptbildung* sind in Tabelle 2 dargestellt. Zur Bestimmung der Reliabilität der Kodierung fand eine Doppelkodierung auf

der Basis von 22 % der vorliegenden Analyseeinheiten statt. Die Übereinstimmung für die Kodierung der Kategorien Unterricht und Basismodelle erfolgte mit Hilfe von Cohens Kappa, weil es sich bei den entsprechenden Skalen um Nominalskalen handelt. Für die Skala Handlungskettenschritte wurde das entsprechende Maß Kendalls Tau berechnet, da hier ordinalskalierte Daten vorliegen. (vgl. Wirtz & Caspar, 2002). Die Ergebnisse der Doppelkodierung der insgesamt 195 Zeitintervalle sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tab. 2: Handlungskettenschritte (HKS) nach Wackermann (2008)

HKS	KONZEPTBILDUNG	LERNEN DURCH EIGENERFAHRUNG
1	Direkte oder indirekte Bewusstmachung des bereits bestehenden Vorwissens bezüglich eines neuen Begriffs oder eines neuen Konzepts	Inneres Vorstellen des Handelns im Kontext (Vorbereitung, Ablaufplanung, Ermittlung)
2	Vorstellen und Durcharbeiten eines prototypischen Musters, in dem alle wesentlichen Elemente und Merkmale des zu lernenden Konzepts enthalten sind.	Handeln im Kontext (Herstellen, Verändern, Experimentieren, Suchen und Ordnen etc.)
3	Beschreiben und Abgrenzen der wesentlichen Merkmale und Prinzipien des neuen, zu lernenden Begriffs oder Konzepts.	Erste Ausdifferenzierung durch Reflexion des Handlungsweges, des Handlungszieles und des Handlungssinnes
4	Aktiver Umgang mit dem neuen Begriff oder Konzept (Anwendung/ Analyse/ Synthese)	Generalisierung des Ausdifferenzierungsergebnisses
5	Anwenden des neuen Begriffs oder Konzepts in verschiedenen Kontexten. Vernetzen mit bereits bekannten Begriffen oder Konzepten in einem komplexeren Zusammenhang.	Übertragung der Lernkonsequenzen auf größere Zusammenhänge; Einstieg in die symbolische Repräsentation.

Tab. 3: Interraterreliabilität für die Kodierung der Variablen Unterricht, Basismodell und Handlungskettenschritt

Nominalskalen	Cohens $\kappa$	Ordinalskala	Kendalls $\tau$
Unterricht	.93	Handlungskettenschritt	.69
Basismodell	.60		

Nach Wirtz und Casper (2002) definieren Werte zwischen  $\kappa = .60$  und  $\kappa = .75$  eine gute Übereinstimmung für hoch-inferente Kodierungen. Diese Grenzen gelten auch für das entsprechende Maß bei ordinalskalierten Daten. Um ein weiteres Maß für die Güte der Übereinstimmung zu erhalten, ist es sinnvoll die Interraterreliabilitäten mit Zahlenwerten zu sehr ähnlichen Kodierverfahren zu vergleichen (Reyer, 2004). In diesem Fall bietet sich der Vergleich mit Interraterreliabilitäten an, die von Wackermann (2008) ursprünglich auf Basis des Kodiersystems erzielt wurden (Basismodell  $\kappa = .84$  / Handlungskettenschritt  $\kappa = .85$ ). Dieser Vergleich zeigt, dass in der vorliegenden Studie geringere Interraterreliabilitäten erzielt wurden als in der Studie von Wackermann (2008). Dies kann jedoch darin begründet sein, dass in der Studie von Wackermann (2008) die Lehrpersonen zur Basismodelltheorie geschult wurden und der Unterricht auf Grundlage der Basismodelltheorie geplant wurde. Das Basismodell als Ganzes wie auch die einzelnen Handlungskettenschritte könnten dadurch reliabler kodierbar sein, weil die jeweiligen spezifischen Merkmale eines Basismodells bzw. der Handlungskettenschritte klarer erkennbar sind. Dies würde in der Folge auch die Interraterreliabilität erhöhen. Insgesamt sind trotzdem die in dieser Studie erzielten Werte, obwohl niedriger als bei Wackermann (2008) oberhalb der von Wirtz und Casper (2002) spezifizierten Grenzwerte und indizieren damit eine gute Interraterreliabilität.

## Qualitätsmaße

Um die kodierten Handlungskettenschritte mit Blick auf die Forschungsfrage einer statistischen Analyse zugänglich zu machen, wurden Maße für Strukturiertheit und Abgeschlossenheit entwickelt: Nach Oser & Baeriswyl (2001) muss innerhalb eines Basismodells die Reihenfolge der Schritte eingehalten und ein Basismodell möglichst vollständig durchgeführt werden, bevor mit einem neuen begonnen wird. Ergebnisse aus den Studien von Reyner (2004) und Wackermann (2008) zeigen allerdings, dass Physikunterricht nicht genau den von Oser & Baeriswyl (2001) beschriebenen Sequenzen entspricht. In Bezug auf die Handlungskettenschritte werden häufig einzelne Schritte ausgelassen oder es wird auf frühere Schritte zurück gesprungen. Es ist zu vermuten, dass sowohl das Springen in Handlungskettenschritten als auch das Auslassen von Schritten den Lernprozess behindert. Mit dem Maß **Strukturiertheit** wird angegeben, in wie vielen Minuten der Instruktionszeit die Reihenfolge der Handlungskettenschritte eingehalten wurde.

$$\text{Strukturiertheit} = \sum \text{aller Intervalle für die gilt: } HKS_{i+1} = HKS_i \text{ oder } HKS_i + 1$$

Verlässt ein Lehrer die Reihenfolge der Handlungskettenschritte, wird erst die Zeit ab dem Intervall wieder aufsummiert, in der die ursprüngliche Reihenfolge der Handlungskettenschritte fortgeführt wird. Es wird angenommen, dass der von Lehrpersonen beklagte Zeitmangel dazu führt, dass die Unterrichtsphasen, die zur Si-

cherung des Wissens beitragen, nicht stattfinden. Diese Sicherung des Wissens findet bei den Basismodellen von Oser und Baeriswyl (2001) in den Handlungskettenschritten vier und fünf statt. Die **Abgeschlossenheit**, also die Existenz der kodierten Intervalle für die Handlungskettenschritte 4 und 5 kann somit als Maß für die Abgeschlossenheit des Lehrangebotes gelten

$$\text{Abgeschlossenheit} = \sum_{4;5} \text{HKS}$$

Beide Maße bieten somit eine Grundlage zur Beantwortung der Frage, inwieweit eine längere Unterrichtszeit einen positiven Einfluss auf die Strukturiertheit und die Abgeschlossenheit des Unterrichtes hat und somit eine effektive Nutzung der Lernzeit befördert.

## Ergebnisse

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Beantwortung der Frage, welchen Einfluss eine Unterrichtstaktung von 2x45 Minuten im Vergleich zu 90 Minuten auf die **Strukturiertheit** und **Abgeschlossenheit** von Lehr-Lernprozessen im Physikunterricht hat. Im Folgenden werden zunächst die beiden Untersuchungsgruppen im Hinblick auf Unterschiede in der nutzbaren Unterrichtszeit verglichen. Im Anschluss werden die Qualitätsmaße Strukturiertheit und Abgeschlossenheit im Vergleich zwischen beiden Gruppen untersucht. Abschließend werden die Ergebnisse detaillierterer Analysen zum

Verlauf der Lehr-Lernprozesse im Vergleich zwischen den Untersuchungsgruppen berichtet.

## Nutzbare Unterrichtszeit

Durch Pausen zwischen den Unterrichtsstundenstunden könnte bei der Unterrichtstaktung von 2x45 Minuten die nutzbare Unterrichtszeit verringert sein, da hier Zeit für eine erneute Disziplinierung der Schülerinnen und Schüler zu Beginn der zweiten Stunde verloren gehen kann. Um dieses als Einflussfaktor auf Unterschiede in den Maßen Strukturiertheit und Abgeschlossenheit auszuschließen werden zunächst die Verteilungen der beiden Gruppen auf Unterschiede hinsichtlich der nutzbaren Unterrichtszeit untersucht. Die Verteilung der nutzbaren Unterrichtszeit wurde auf Normalverteilung mit dem Shapiro-Wilk-Test getestet. Die Ergebnisse zeigen, dass keine signifikante Abweichung von einer Normalverteilung vorliegt ( $W = .93, p = .24$ ). Ein Levene-Test zeigt, dass auch keine Varianzungleichheit vorliegt ( $T = .68, p = .43$ ). Damit liegen die notwendigen Voraussetzungen vor trotz des geringen Stichprobenumfangs, parametrische Auswertverfahren anzuwenden. Zur Absicherung der Ergebnisse wurde trotz Nachweis der Normalverteilung und der Varianzhomogenität zusätzlich zum parametrischen t-Test der non-parametrische Mann-Whitney-U-Test angewandt. Für die nutzbare Unterrichtszeit zeigen sich weder für das eine, noch für das andere Verfahren statistisch bedeutsame Unterschiede zwischen beiden Untersuchungsgruppen ( $t(14) = -.71$ ,

Tab. 4: Vergleich der Instruktionszeit (2x 45 min vs. 90 min)

	N	Nominelle Unterrichtszeit in min	Nutzbare Unterrichtszeit in min	
			MW	SD
45-Minuten Taktung	9	2x45	81,00	3,77
90-Minuten Taktung	9	90	81,17	5,22

$t(14) = -.71, p = .94, r = .03$ ;  $U = 300.500, z = -.11, p = .92, r = -0,03$

$p = .94, r = .03$ ;  $U = 300.500, z = -.11, p = .92, r = -0,03$ ).

### Strukturiertheit und Abgeschlossenheit

Zur Beantwortung der Frage, welchen Effekt eine Unterrichtstaktung von 2 x 45 Minuten im Vergleich zu 90 Minuten auf die Maße Strukturiertheit und Abgeschlossenheit hat, sind die Verteilungen dieser Maße zu vergleichen. Der Shapiro-Wilk Test indiziert für beide Maße keine bedeutsame Abweichung von der Normalverteilung (Strukturiertheit:  $W = .96, p = .66$ ; Ab-

geschlossenheit  $W = .95, p = .46$ ). Zudem weist der Levene-Test auf Varianzgleichheit hin (Strukturiertheit:  $F = .92, p = .35$ ; Abgeschlossenheit:  $F = 3.65, p = .08$ ). Obwohl damit wiederum die Voraussetzungen für parametrische Verfahren vorliegen, wurden die Befunde mit Blick auf die kleinen Stichprobengrößen auch hier zusätzlich zum t-Test durch den Mann-Whitney-U Test abgesichert. Die Verteilung der Strukturiertheit und der Abgeschlossenheit im Vergleich zwischen beiden Maßen zeigt Abbildung 3. Der Vergleich der Strukturiertheit weist auf keine signifikanten Un-

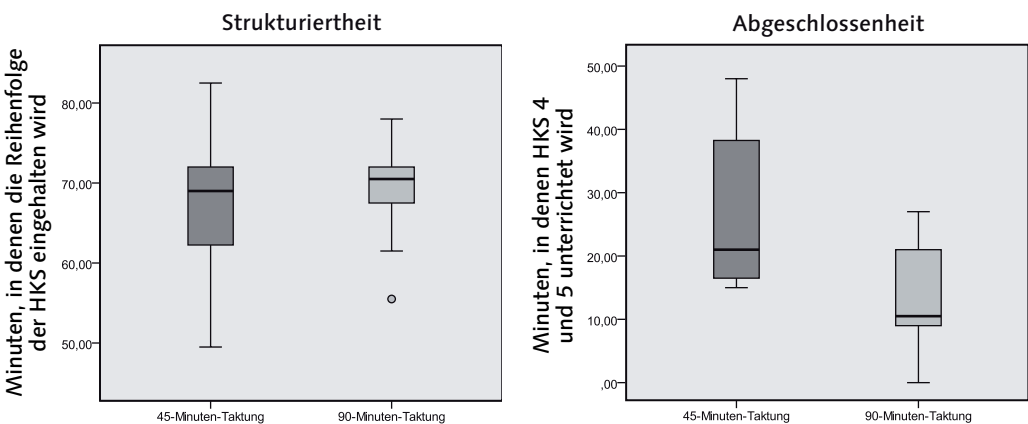


Abb. 3: Gruppenunterschiede für die Abgeschlossenheit und Strukturiertheit.

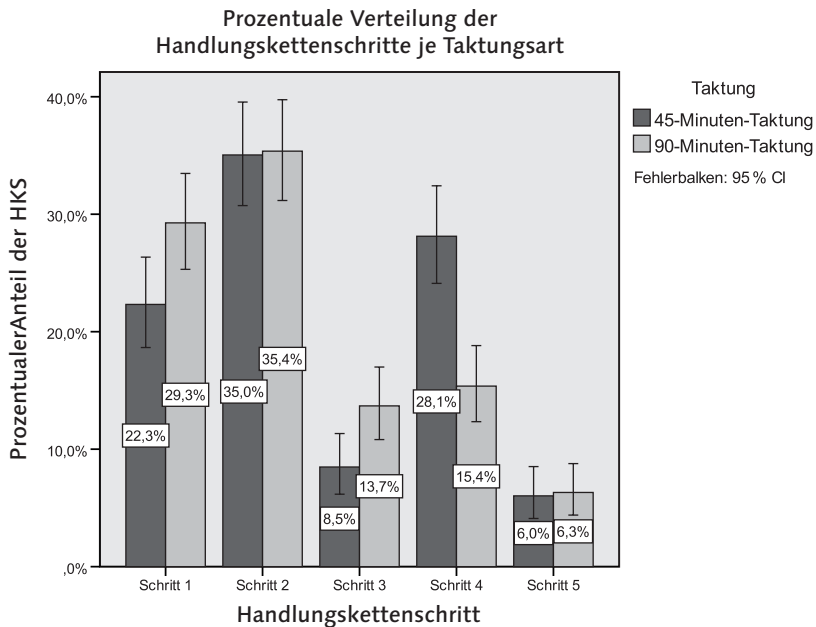


Abb. 4: Prozentuale Verteilung der Handlungskettenschritte für Lernen durch Eigenerfahrung und Konzeptbildung.

terschiede hin ( $t(14) = -.52, p = .61, r = .02$ ;  $U = 26.00, z = -.58, p = .56, r = -.15$ ). Für die Abgeschlossenheit zeigt sich bei Anwendung des parametrischen Verfahrens, dass eine 45-Minuten-Taktung zu einer signifikant höheren Abgeschlossenheit führt als eine 90-Minuten-Taktung ( $t(14) = 2.3, p < .05, r = .27$  vgl. Abbildung 3). Bei Anwendung eines nicht-parametrischen Verfahrens, wird das Signifikanzniveau von  $p = .05$  nur knapp verfehlt.

Um diesen Befunden weiter nachzugehen, wurde die Verteilung der Handlungskettenschritte mit Hilfe von Pearson's Chi-Quadrat-Test auf Unterschiede untersucht. Dabei ergaben sich statistisch bedeutsame Unterschiede ( $\chi^2(4) = 10.48, p < .05$ ). Im Unterricht in einer Taktung in Einheiten von 45 Minuten wird Handlungskettenschritt 4 augenscheinlich häufiger unterrichtet als

bei Stunden in der 90-Minuten-Taktung; Handlungskettenschritt 1 und 3 entsprechend weniger häufig (vgl. Abbildung 4). Da das Maß Abgeschlossenheit anhand der Häufigkeit der Handlungskettenschritte 4 und 5 berechnet wurde, stützt dieser Befund die bereits beobachteten Unterschiede in der Abgeschlossenheit der Lehr-Lernprozesse im Vergleich zwischen den Untersuchungsgruppen.

### Verlauf der Lehr-Lernprozesse

Zur weiteren Aufklärung der Ergebnisse wurde eine Analyse des Verlaufs der Lehr-Lernprozesse durchgeführt, um zu untersuchen, worin fehlende Unterschiede in der Strukturiertheit begründet liegen. Hierzu wurde aus jeder Untersuchungsgruppe jeweils eine Stunde im Fall der

90-Minuten-Taktung und zwei Stunden im Fall der 45-Minuten-Taktung ausgewählt, bei denen die Abgeschlossenheit hoch ist. Über eine Zuordnung der einzelnen Zeitintervalle zu Handlungskettenschritten kann ein Verlauf der Lehr-Lernprozesse

dargestellt werden. Länge und Reihenfolge der Handlungskettenschritte der ausgewählten Stunden sind in Abbildung 5 dargestellt. Die gestrichelte Linie stellt bei den zwei Einzelstunde die Unterbrechung durch eine Pause dar.

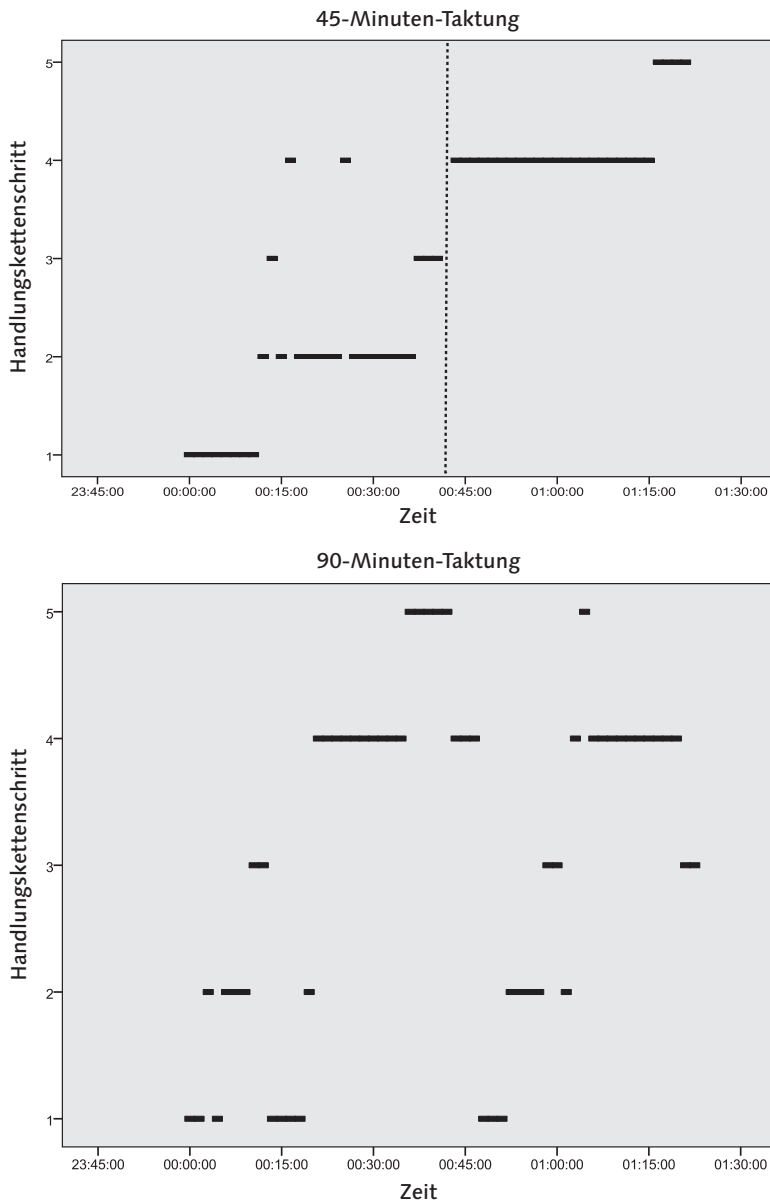


Abb. 5: Verlauf der Handlungskettenschritte einzelner Stunden.



Tab. 5: Vergleich des Verlaufs der Handlungskettenschritte

	ZWEI EINZELSTUNDEN	DOPPELSTUNDE
Ablauf der HKS	1-2-3-4-5	1-2-3//1-2-4-5//1-2-3-4-5
Inhalt der Zyklen	Elektrische Energie	Begriffsdefinition elektrische Leistung// Messung von elektrischer Leistung// Elektrische Energie und die Stromrechnung

Die Basismodelltheorie von Oser gibt eine festgelegte Abfolge von Handlungskettenschritten vor, die während des Durchlaufs eines Basismodells eingehalten werden sollten. Diese Abfolge ist hierarchisch angelegt, so dass ein vollständiger Lernprozess nur dann durchlaufen wird, wenn kein Schritt ausgelassen wird. Das Maß der Strukturiertheit für die ausgewählte Doppelstunde liegt bei 67,5 Minuten. Sie gehört somit zu den weniger strukturierten Stunden. Die Reihenfolge der Handlungskettenschritte wird verlassen, nachdem der Begriff der elektrischen Leistung erarbeitet wurde, aber eine Anwendung dieses Begriffs oder ein Transfer noch nicht stattfand (vgl. Tabelle 5). Dieser Begriff wird im nächsten Durchlauf der Handlungskettenschritte als Vorwissen vorausgesetzt, um zu klären, wie man die elektrische Leistung misst. Im letzten Durchlauf der Handlungskettenschritte wird aufbauend auf dem vorher Erarbeiteten das Konzept der elektrischen Energie erarbeitet. Somit handelt es sich hierbei zwar um einen nicht mit der Basismodelltheorie konformen Ablauf der Handlungskettenschritte, er lässt sich aber mit der inhaltlichen Struktur in Verbindung bringen und entspricht zusätzlich einem spiralförmigen Durchlauf von Lehr-Lernprozessen wie er z. B. von Widodo und Duit (2005) vorgeschlagen wird. Der

Verlauf der Handlungskettenschritte bei den dargestellten Einzelstunden entspricht einem hierarchischen Ablauf des Lernprozesses der konform zur Basismodelltheorie verläuft. Der Wert für die Strukturiertheit liegt hier bei 70,5 Minuten, in denen die Reihenfolge der Handlungskettenschritte eingehalten wird. In der Stunde werden in der Phase der Vorwissensaktivierung des Handlungskettenschrittes 1 das bereits bekannte Konzept der elektrischen Leistung und die Messung der elektrischen Leistung wiederholt. Dieses dient als Grundlage, um innerhalb der Stunde den Begriff der elektrischen Energie einzuführen und mit der elektrischen Leistung in Verbindung zu setzen.

### Diskussion und Ausblick

Ziel dieses Beitrags war es den Einfluss der Unterrichtstaktung in Einheiten zu 45 Minuten im Vergleich zu einer Taktung in Einheiten zu 90 Minuten auf die Strukturiertheit und Abgeschlossenheit von Lehr-Lernprozessen im Physikunterricht zu untersuchen. Dazu wurden die Strukturiertheit und Abgeschlossenheit von Lehr-Lernprozessen – gemessen auf Grundlage der Basismodelltheorie von Fritz Oser – im Unterricht in zwei Un-

tersuchungsgruppen zu je neun Klassen, die in Einheiten zu 2 x 45 Minuten bzw. 90 Minuten unterrichtet wurden, miteinander verglichen. Die Analysen zeigten keine statistisch bedeutsamen Unterschiede in der Strukturiertheit, wohl aber bezüglich der Abgeschlossenheit. Ein Vergleich der nutzbaren Unterrichtszeit ergab keine Unterschiede, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die beobachteten Unterschiede in der Unterrichtstaktung an sich und nicht in einem daraus resultierenden Unterschied in der nutzbaren Unterrichtszeit begründet sind.

Bislang liegen nur wenige Befunde zum Einfluss der Unterrichtstaktung auf die Strukturiertheit und Abgeschlossenheit von Lernprozessen vor. Diese wenigen Befunde deuten allerdings darauf hin, dass Unterrichtsstunden mit einer Länge von 45 Minuten nicht ausreichend sind, um zu einem sinnvollen Abschluss des Lehr-Lernprozesses zu gelangen (vgl. Wackermann, Trendel & Fischer, 2007; siehe auch Borowski et al., 2010). Demnach wäre zu vermuten, dass bei einer Unterrichtstaktung in 90 Minuten eine höhere Abgeschlossenheit erreicht wird bzw. bei gleicher Abgeschlossenheit die Strukturiertheit für eine Unterrichtstaktung in 2 x 45 Minuten niedriger ausfällt.

Im Gegensatz zu dieser Annahme zeigte sich in der vorliegenden Untersuchung jedoch eine höhere Abgeschlossenheit gerade für die Untersuchungsgruppe, in der der Physikunterricht in Einheiten zu 2 x 45 Minuten erteilt wurde. Die Analysen zeigten zudem, signifikante Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Schritte im Lehr-Lernprozess. So

treten insbesondere die abschließenden Schritte im Lehr-Lernprozess in Einheiten zu 2 x 45 häufiger auf. Dass die beobachteten Unterschiede trotz der kleinen Stichprobe signifikant werden, deutet auf einen sehr deutlichen Unterschied in der Planung des Unterrichts durch die Lehrpersonen hin. So wäre denkbar, dass die Lehrpersonen die in Einheiten zu 2 x 45 Minuten unterrichten mit Blick auf die Unterbrechung des Lehr-Lernprozesses bereits in der ersten Einheit auch die abschließenden Schritte im Lehr-Lernprozess anstreben und die zweite Einheit zu einer weiteren Vertiefung nutzen. Die Untersuchung des Verlaufs der Lehr-Lernprozesse für einzelne Unterrichtsstunden stützt diese Vermutung (vgl. dazu Abbildung 5). Diese Vermutung müsste in folgenden Untersuchungen z. B. durch eine zusätzliche Befragung der Lehrkräfte abgesichert werden.

Ebenfalls im Widerspruch zur Annahme, dass der Unterricht bei einer Taktung in 2 x 45 Minuten wegen der höheren Abgeschlossenheit eine niedrigere Strukturiertheit aufweisen müsste, konnte bezüglich der Strukturiertheit kein Unterschied gefunden werden. Die Analyse des Verlaufes der Lehr-Lernprozesse in den ausgewählten Unterrichtsstunden zeigt im Gegenteil, dass die Einheit zu 90 Minuten von der Lehrperson für eine iterative Erarbeitung unterschiedlicher Inhalte genutzt wird, während die 2 x 45 Minuten von der Lehrperson für die konsequente Erarbeitung eines einzigen Inhalts genutzt wird. Dies weist darauf hin, dass das hier verwendete Maß für Strukturiertheit – als Maß für das möglichst exakt der theoretisch postulierten

idealtypischen Abfolge von Lehr-Lernprozessen – alleine nicht ausreichend ist, lernförderlichen Unterricht zu identifizieren. Naturgemäß beginnen Lehrpersonen den Lehr-Lernprozess von Neuem, wenn sie einen neuen Inhalt erarbeiten. Es erscheint somit wichtig, neben der Struktur des Lernprozesses auch die inhaltliche Struktur zu betrachten, um zu einer adäquaten Aussage über die Strukturiertheit von Unterricht gelangen zu können. Denn nur bei einer Passung zwischen Inhaltstruktur und Lernprozessstruktur kann von strukturierter Unterricht gesprochen werden (Gerber, 2007; Ohle, 2010; Duit, Gropengießer, Kattmann, Komorek, & Parchmann, 2012). Für zukünftige Analysen der Strukturiertheit (und Abgeschlossenheit) von Unterricht empfiehlt sich daher, neben der Struktur der Lehr-Lernprozesse auch die Inhaltsstruktur zu berücksichtigen.

## Literatur

- Aebli, H. (1981). *Denken: Das Ordnen des Tuns*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Aebli, H. (1983). *Zwölf Grundformen des Lehrens. Eine Allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Anderson, L. (1981). Instruction and Time-on-Task: a Review. *Journal of Curriculum Studies*, 13(4), 289–303.
- Anderson, L. W. (1995). Time. Allocated and instructional. In L. W. Anderson (Ed.), *International encyclopedia of teaching and teacher education* (2nd ed., S.204–207). Oxford: Pergamon.
- Baumert, J., Lehmann, R., Lehrke, M., Schmitz, B., Clausen, M., Hosenfeld, I., et al. (1997). *TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich: Deskriptive Befunde*. Opladen: Leske & Budrich.
- Borowski, A., Fischer, H. E., Trendel, G., & Wackermann, R. (2010). Guter Fachunterricht braucht seine Zeit- Warum 45-Stunden im Physikunterricht nicht reichen. *Pädagogik* (3/10), 62(Alternativen zur 45-Minuten-Stunde), 26–30.
- Brock, S. E. (2005). Time on-task. In S. W. Lee (Ed.), *Encyclopedia of school psychology* (S. 567–568). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Brophy, J. E., & Good, T. L. (1986). Teacher behavior and student achievement. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd ed., S. 328-375). New York: Macmillan.
- Brückmann, M. (2009). Sachstrukturen im Physikunterricht: Ergebnisse einer Videostudie. Berlin: Logos-Verl.
- Carroll, J. B. (1963). A model of school learning. *Teachers College Record*, 64, 723–733.
- Carroll, J. B. (1989). The Carroll Model: A 25-Year Retrospective and Prospective View. *Educational Researcher*, 18, 26–31.
- Clausen, M. (2002). *Unterrichtsqualität: eine Frage der Perspektive?: Empirische Analysen zur Übereinstimmung, Konstrukt- und Kriteriumsvalidität*. Münster: Waxmann.
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction: a framework for improving teaching and learning science. In J. Dillon & D. Jorde (Eds.), *The World Handbook of Science Education. Handbook of Research in Europe*. (S.13-37). Rotterdam: Sense Publisher.
- Fischer, H. E., Klemm, K., Leutner, D., Sumfleth, E., Tiemann, R., & Wirth, J. (2003). Naturwissenschaftsdidaktische Lehr-Lernforschung: Defizite und Desiderata. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 9, 179–208.
- Fischer, H. E., Glemnitz, I., Kauertz, A., & Sumfleth, E. (2007). Auf Wissen aufbauen- kumulatives Lernen in Chemie und Physik. In E. Kircher, R. Girwidz, & P. Häußler (Eds.), *Springer-Lehrbuch. Physikdidaktik. Theorie und Praxis* (S.1–23). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

- Fisher, C. (1995). Academic learning time. In L. W. Anderson (Ed.), *International encyclopedia of teaching and teacher education* (2nd ed., S.430–434). Oxford ;, New York: Pergamon.
- Gagné, R. M. (1965). *The conditions of learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Gagné, R. M. (1975). *Essentials of learning for instruction* (Expanded ed.). *Principles of educational psychology series*. Hinsdale, Ill.: Dryden Press.
- Gerber, B. (2007). *Strukturierung von Lehr-Lern-Sequenzen im Physikunterricht*. Dissertation.
- Hattie, J. A. C. (2010). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge.
- Helmke, A. (2004). *Unterrichtsqualität erfassen, bewerten, verbessern: Schulisches Qualitätsmanagement*. Seelze: Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung; Klett Kallmeyer.
- Helmke, A. (2009). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Seelze-Velber: Klett/Kallmeyer.
- Lau, A. (2011). *Passung und Vertikale Vernetzung im Chemie- und Physikunterricht*. Dissertation am Fachbereich Physik, Universität Duisburg-Essen: Essen.
- KMK (2005). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand.
- Meyer, H. (2004). *Was ist guter Unterricht?* Berlin: Cornelsen.
- Ministerieller Erlass (1911). In Ministerium der geistlichen und Unterrichts-Angelegenheiten (Ed.), *Zentralblatt für die gesamte Unterrichtsverwaltung in Preußen* (S.528).
- Neumann, K., Fischer, H. E., Labudde, P., & Viiri, J. (2010). Physikunterricht: Deutschland, Finnland und die Schweiz im Vergleich. In D. Höttecke (Ed.), *Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik* (S.383–385). Berlin: Lit-Verlag.
- Neumann, K., Fischer, H. E., & Sumfleth, E. (2008). Vertikale Vernetzung und kumulatives Lernen im Chemie- und Physikunterricht. In Eva-Maria Lankes (Ed.), *Pädagogische Professionalität als Gegenstand empirischer Forschung* (S.143–151). Münster: Waxmann.
- Neumann, K., Kauertz, A., & Fischer, H. E. (2012). Quality of Instruction in Science Education. In B. Fraser, K. Tobin, & C. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education*, 247–258. Amsterdam: Springer.
- OECD (2010). *Bildung auf einen Blick 2010: OECD-Indikatoren*. Paris.
- Ohle, A. (2010). *Primary School Teachers' Content Knowledge in Physics and its Impact on Teaching and Students' Achievement*. Berlin: Logos.
- Oser, F. K., & Baeriswyl, F. J. (2001). Choreographies of teaching. Bridging instruction to learning. In Richardson (Ed.), *AERA's Handbook of research in teaching- 4th Edition*. Washington.
- Oser, F., & Party, J.-L. (1990). Choerographien unterrichtlichen Lernens- Basismodelle des Unterrichts. *Berichte zur Erziehungswissenschaft Nr.89*, Schweiz:Pädagogische Universität Freiburg
- Reyer, T. (2003). *Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht-Handbuch zur Videostudie*. Unpublished manuscript.
- Reyer, T. (2004). *Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht: Exemplarische Analysen im Physikunterricht der gymnasialen Sekundarstufe*. Berlin: Logos Verlag.
- Rosenshine, B. (1979). Content, time and direct instruction. In P.L. Peterson & H. J. Walberg (Eds.), *Research on teaching: Concepts, findings and implications* (S. 28–56). Berkeley, CA: McCutchan.
- Roth, K. J., Druker, S. L., Garnier, H. E., Lemmens, M., Chen, C., Kawanaka, T., et al. (2006). *Teaching science in five countries: Results from the TIMSS 1999 video study*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- Schecker, H. (2001). Konsequenzen für den Physikunterricht. In E. Klieme & J. Baumert (Eds.), *TIMSS - Impulse für Schule und Unterricht. Forschungsbefunde, Reforminitiativen, Praxisberichte und Video-Dokumente* (S.85–99). Bonn.
- Schnütgen, A. (2010). Lernprozesse von Zeitfesseln befreien: Den Unterricht auf 90-Minuten-Einheiten umstellen. *Pädagogik* (3/10), 62(3), 14–17.

- Seidel, T. (2003). *Lehr-Lernskripts im Unterricht: Freiräume und Einschränkungen für kognitive und motivationale Lernprozesse – eine Videostudie im Physikunterricht*. Münster: Waxmann.
- Slavin, R. E. (1994). Quality, appropriateness, incentive, and time: A model of instructional effectiveness. *International Journal of Educational Research*, 21(2), 141–157.
- Treiber, B., & Weinert, F.E. (1982). *Lehr-Lern-Forschung: Ein Überblick in Einzeldarstellungen*. München: Urban & Schwarzenberg.
- Trendel, G., Wackermann, R., & Fischer, H. E. (2008). Lernprozessorientierte Fortbildung von Physiklehrern. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54(3), 322–340.
- Trendel, G., Wackermann, R., & Fischer, H. E. (2007). Lernprozessorientierte Lehrerfortbildung in Physik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13.
- van Patten, J., Chao, C.-I., & Reigeluth, C. M. (1986). A Review of Strategies for Sequencing and Synthesizing Instruction. *Review of Educational Research*, 56(4), 437–471.
- Wackermann, R. (2008). *Überprüfung der Wirksamkeit eines Basismodell-Trainings für Physiklehrer*. Berlin: Logos Verlag.
- 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., Haertel, G. D., Pascarella, E., Junker, L. K., & Boulanger, F. D. (1981). Probing a Model of Educational Productivity in Science with National Assessment Samples of Early Adolescents. *American Educational Research Journal*, 18(2), 233–249.
- Widodo, A. (2004). *Constructivist oriented lessons: The learning environments and the teaching sequences*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Widodo, A., & Duit, R. (2005). Konstruktivistische Lehr-Lern-Sequenzen und die Praxis des Physikunterrichtes. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 11, 131–146.
- Wirtz, M., & Caspar, F. (2002). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität: Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen*. Göttingen: Hogrefe.

#### KONTAKT

Anita Stender  
Leibniz-Institut für die Pädagogik  
der Naturwissenschaften (IPN) Kiel  
Didaktik der Physik  
Olshausenstrasse 62  
24098 Kiel  
Stender@ipn.uni-kiel.de

#### AUTORENINFORMATION

Anita Stender ist wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Didaktik der Physik am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und der Mathematik (IPN) in Kiel. Dort beschäftigt Sie sich mit dem Zusammenhang zwischen professioneller Kompetenz von Lehrpersonen, der Qualität von Skripten der Unterrichtsplanung und der Unterrichtsqualität.

Cornelia Geller ist Doktorandin in der Didaktik der Physik an der Universität Duisburg-Essen und beschäftigt sich mit der Strukturierung unterrichtlicher Lernprozesse im Ländervergleich.

Dr. paed. Knut Neumann ist Professor für Didaktik der Physik am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und der Mathematik (IPN) in Kiel. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Diagnose und Entwicklung physikalischer Kompetenz sowie Untersuchungen zur Unterrichtsqualität in Physik.

Dr. rer. nat. Hans Ernst Fischer ist Professor für Didaktik der Physik in der Fakultät für Physik der Universität Duisburg-Essen. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der fachspezifischen Unterrichtsforschung, der fachspezifischen Analysen zur Lehrerprofessionalisierung unter Berücksichtigung von Lernvoraussetzungen und Lernergebnissen.

