



TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

TUM School of Education

Professur für Gymnasialpädagogik



Unterstützung naturwissenschaftlicher Grundbildung durch Schulklassenbesuche in naturwissenschaftlich-technischen Museen

Motivationale und kognitive Wirkung unterschiedlicher Besuchsformen

Katrin Neubauer

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät *TUM School of Education*
der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Philosophie (Dr. phil.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender:

apl. Prof. Dr. phil. habil. Alfred Riedl

Prüfer/innen der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. Doris Lewalter

2. Univ.-Prof. Dr. Annette Noschka-Roos

3. Univ.-Prof. Dr. Frank Fischer

Ludwig-Maximilians-Universität München

Die Dissertation wurde am 06.08.2015 bei der Technischen Universität eingereicht

und durch die *TUM School of Education* am 08.12.2015 angenommen.

Zusammenfassung

Die Bildungsangebote naturwissenschaftlich-technischer Museen, wie Ausstellungen und Forscherlabore, besitzen aufgrund ihrer situativen Rahmenbedingungen aus lern- und motivationstheoretischer Sicht das Potenzial zur Unterstützung des Erwerbs anwendungsorientierten und flexiblen Wissens zu Naturwissenschaften und der Entwicklung eines Interesses an den selbigen. Damit können sie zur *Entwicklung und Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung* von Schülern beitragen. Allerdings ist anzunehmen, dass es im Rahmen schulischer Museumsbesuche zur effektiven Nutzung dieses Potenzials einer gezielten instruktionalen Unterstützung bedarf. Wie genau diese gestaltet sein sollte, ist aufgrund uneinheitlicher oder fehlender Befunde bisher nicht geklärt. Die vorliegende Dissertation untersucht deshalb am Beispiel des Themas Nanotechnologie die Auswirkungen unterschiedlicher instruktionaler Gestaltungen schulischer Ausstellungs- und Forscherlabor-Besuche auf den Erwerb *naturwissenschaftlichen Wissens* und die Entwicklung eines *situationalen Interesses* als Indikatoren einer naturwissenschaftlichen Grundbildung. Die Untersuchung wurde im Rahmen eines Schulklassenprogramms für die 9. Jahrgangsstufe Gymnasium zum Thema Nanotechnologie durchgeführt, welches einen Besuch der Nanotechnologieausstellung und des dazugehörigen “Gläsernen Forscherlabors“ des Zentrums für Neue Technologien im Deutschen Museum München kombiniert. Die Dissertation gliedert sich in die Untersuchung der Ausstellung und des Forscherlabors.

Im Rahmen der Untersuchung der Ausstellung werden *drei instruktional unterschiedlich gestaltet* Ausstellungsbesuche hinsichtlich ihrer Unterstützung für motivationale (basic needs; Artikel 1) und kognitive (kognitive Lernaktivitäten; Artikel 2) Lernprozesse sowie für motivationale (situationales Interesse; Artikel 1) und kognitive (subjektiv wahrgenommenes Wissen; Artikel 2) Lernergebnisse miteinander verglichen. Ferner wird das bisher selten untersuchte Zusammenspiel zwischen den Lernprozessen und -ergebnissen für die einzelnen Gestaltungen genauer betrachtet (Artikel 1 und 2). Zusätzlich wird in Artikel 2 die inhaltliche Relevanzwahrnehmung und ihr Einfluss auf die kognitiven Lernaktivitäten in Abhängigkeit der Gestaltungen untersucht. Bezüglich des bisher selten untersuchten *Forscherlabors* werden die motivationalen und kognitiven Wirkungen (situationales Interesse und subjektiv wahrgenommenes Wissen) des Besuchs, welcher *durch eine inhaltliche Vor- oder Nachbereitung instruktional unterstützt* wurde, analysiert und mit den drei unterschiedlich gestalteten Ausstellungsbesuchen verglichen (Artikel 3).

Die Ergebnisse bestätigen das Unterstützungspotenzial der untersuchten Museumsangebote für die Interessensentwicklung und den Wissenserwerb der Schüler. Damit können sie den schulischen Unterricht im Hinblick auf die Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung, insbesondere bei komplexen Themen wie der Nanotechnologie, sinnvoll ergänzen. Ferner zeigen sich für verschiedene instruktional Gestaltungen Unterschiede in der Bedeutsamkeit verschiedener lern- und motivationsförderlicher Aspekte, wie z.B. der basic needs, der kognitiven Lernaktivitäten und der inhaltlichen Relevanzwahrnehmung. Zudem belegen die Befunde, dass sich unterschiedliche Angebote eines Museums, wie in der vorliegenden Studie Ausstellung und Forscherlabor, im Rahmen eines Schulklassenbesuchs hinsichtlich ihrer motivationalen und kognitiven Effekte sinnvoll ergänzen und verstärken können.

Danksagung

Eine wissenschaftliche Arbeit ist nie das Werk einer einzelnen Person, deshalb ist es jetzt an der Zeit mich bei allen Personen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben und mich auf meinem Weg auf ganz unterschiedliche Weise begleitet und unterstützt haben (auch wenn sie nicht namentlich genannt werden) ganz herzlich zu bedanken.

Mein besonderer Dank geht an Frau Prof. Dr. Doris Lewalter, als Erstbetreuerin meiner Dissertation für ihre umfassende Förderung durch ihre fachliche Unterstützung, ihre hilfreichen Rückmeldungen, ihre konstruktiven und motivierenden Gespräche und Anregungen. Ihr entgegengebrachtes Vertrauen schenkte mir zudem den Freiraum meine eigenen Ideen umzusetzen. Zudem ist es ihr gelungen immer eine angenehme Arbeitsatmosphäre zu schaffen. Ohne sie wäre diese Arbeit nicht zustande gekommen.

Danken möchte ich auch Frau Prof. Dr. Annette Noschka-Roos für die Zweitbetreuung der Dissertation und die wertvollen Anregungen und die umfangreiche Unterstützung in Bezug auf die Entwicklung und Durchführung des Schulklassenprogramms für den Besuch der Nanotechnologieausstellung des Deutschen Museums München. Weiterhin möchte ich mich bei Prof. Dr. Frank Fischer für die Übernahme des Drittgutachtens und bei Prof. Dr. Alfred Riedl für den Vorsitz der Prüfungskommission bedanken.

Ein herzlicher Dank gilt zudem dem Deutschen Museum München und seinen Mitarbeitern, insbesondere denen des „Gläsernen Forscherlabors“ sowie Jennifer Millar, ohne die die Durchführung des Schulklassenprogramms nicht möglich gewesen wäre. Mein besonderer Dank gilt hier auch Paul Hix und Frank Trixler. Allen teilnehmenden Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern, die diese Untersuchung erst ermöglicht haben, sei an dieser Stelle herzlichst gedankt.

Herzlichen Dank an meine Kolleginnen und Kollegen Claudia Geyer, Ariane Willems, Magdalena Brunner, Inga Specht, Maximilian Knogler, Siëlle Phelan, Anja Mayle und Klaus Masch für ihre kollegiale und freundschaftliche Unterstützung sowie die anregenden und motivierenden Gespräche. Insbesondere sei hier Claudia Geyer herausgehoben, die mich in den ersten 3 Jahren meiner Dissertation als wissenschaftliche Mentorin und Freundin unterstützte.

Ich danke auch den Hilfskräften, insbesondere Sandra Jesinger, Laura Werner, Christina Häusel und Maria Kirstein, für ihre Unterstützung bei der Durchführung des Schulklassenprogramms, der Datenerhebung und -eingabe als auch bei der Literaturbeschaffung.

Neben der Unterstützung im professionellen Kontext ist es mir ein besonderes Anliegen, mich bei den Menschen zu bedanken, die in all der aufregenden, aber auch anstrengenden Zeit der Promotion einfach für mich da waren: Meinen Schwiegereltern und Eltern dafür, dass sie mich vor allem in der Endphase dieser Arbeit tatkräftig bei der Betreuung meines Sohnes unterstützt haben. Meinen Eltern und meinem Bruder (und Familie) möchte ich danken, dass sie mich nicht nur in der Zeit meiner Dissertation bedingungslos unterstützt und bestärkt haben sowie immer für mich da waren. Meinen Freunden danke ich für die vielen Ablenkungen und die Normalität des Lebens. Ganz besonders möchte ich mich aber bei euch bedanken, Thomas und Leon. Dafür, dass ihr mir in der anstrengenden Zeit immer den Rücken freigehalten habt und immer an mich geglaubt habt. Durch euch habe ich in all dieser Zeit immer wieder Kraft sammeln können, das Leben gespürt und in vollen Zügen genossen. Danke für die Geduld, die Motivation, das Glück, die Liebe und den Optimismus.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Theoretischer Hintergrund	3
2.1	Naturwissenschaftliche Grundbildung (Scientific Literacy).....	3
2.1.1	Kognitive Dimension: 3 Inhaltsbereiche naturwissenschaftlichen Wissens	4
2.1.2	Motivationale Dimension: Situationales Interesse als Motivationsindikator.....	5
2.2	Naturwissenschaftlich-technische Museen als Lernumgebung zur Entwicklung und Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung: Ausstellung und Forscherlabor.....	6
2.3	Lernen im Museum im Rahmen von Schulklassenbesuchen: Eine multiperspektivische Betrachtung	8
2.3.1	Das Lernangebot	9
2.3.2	Die Nutzung des Lernangebots	10
3	Forschungsfragen	12
4	Methodik	13
4.1	Beschreibung des Lernangebots im Rahmen des Schulklassenprogramms zum Thema Nanotechnologie im Deutschen Museum München	13
4.2	Stichprobe, Design und Durchführung	14
4.3	Erhebungsinstrumente.....	16
4.4	Datenanalyse	16
5	Zusammenfassende Darstellung der Befunde der einzelnen Beiträge	16
5.1	Bedeutung der basic needs für das situationale Interesse bei Ausstellungsbesuchen mit unterschiedlichen Instruktionsdesigns	17
5.2	Förderung inhaltlicher Relevanzwahrnehmung, kognitiver Lernaktivitäten und des Erwerbs naturwissenschaftlichen Wissens durch Ausstellungsbesuche mit unterschiedlichen Instruktionsdesigns	18
5.3	Unterstützung naturwissenschaftlicher Grundbildung im Museum: Forscherlabor, Ausstellung oder beides?	20
6	Diskussion	22
6.1	Zusammenfassung und Diskussion der zentralen Befunde.....	23
6.2	Grenzen der Studie.....	30
6.3	Implikationen für die museumspädagogische Praxis und Forschung	31
	Literatur	35
	Anhang	44

1 Einleitung

Naturwissenschaften und Technik weisen eine hohe und stetig zunehmende Relevanz für unseren Alltag in allen Lebensbereichen auf. Eine wichtige Voraussetzung, um in dieser sich rasant entwickelnden Wissens- und Technologiegesellschaft erfolgreich bestehen zu können, bildet daher ein grundlegendes Verständnis von Naturwissenschaften und Technik (vgl. OECD, 2008, 2013; Schiepe-Tiska, Schops, Ronnebeck, Koller & Prenzel, 2013). Aus diesem Grund stellt die Entwicklung einer naturwissenschaftlichen und technischen Grundbildung (Scientific Literacy) ein wesentliches Ziel schulischer Ausbildung dar (OECD, 2008). Dies erfordert von den Schülern¹ sowohl den Erwerb eines anwendungsorientierten und flexiblen Wissens zu grundlegenden naturwissenschaftlichen Begriffen, Theorien und Konzepten sowie zu naturwissenschaftlichen Forschungsprozessen, als auch die Erlangung eines tiefergehenden Verständnisses des Einflusses von Naturwissenschaft und Technik auf das Individuum und die Gesellschaft (Miller, 1983, 1998; OECD, 2006) sowie die Entwicklung einer Wertschätzung von und eines Interesses an Naturwissenschaft und Technik (Krapp & Prenzel, 2011; OECD, 2006). Jedoch haben Studien gezeigt, dass Schülern die Anwendung und der Transfer naturwissenschaftlichen Wissens häufig schwer fällt und im Durchschnitt ein negativer Interessenverlauf über die Schulkarriere erfolgt (Daniels, 2008; Merzyn, 2008; Renkl, 1996; Schiepe-Tiska et al., 2013). Anwendungsorientierte und realitätsnahe Zugänge, die an den Interessen der Schüler anknüpfen und ein hohes Maß an aktiven und selbstgesteuerten Lernprozessen mit Forschungsbezug erlauben, können dem entgegenwirken (Berge & Duit, 2000; Häußler, Bündler, Duit, Gräber & Mayer, 1998; Parchmann & Gräsel, 2004). In der Schule gibt es vielfältige Möglichkeiten diesen Bedingungen gerecht zu werden (z.B. „Physik/Chemie/Biologie im Kontext“: z.B. Bayrhuber et al., 2007; Mikelskis-Seifert & Duit, 2010; Parchmann & Gräsel, 2004), allerdings zeigen sich gerade bei anspruchsvollen, abstrakten und schwer greifbaren naturwissenschaftlichen Themen, wie z.B. der Nanotechnologie, auch schnell die Grenzen der schulischen Darstellungs- und Vermittlungsmöglichkeiten. Es wird angenommen, dass gerade hier naturwissenschaftlich-technische Museen eine zusätzliche Chance bieten den schulischen Unterricht hinsichtlich der Entwicklung und Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung sinnvoll zu ergänzen (zsf. DeWitt & Storcksdieck, 2008; Lewalter & Geyer, 2005). Denn insbesondere aufgrund ihrer situativen Rahmenbedingungen (zsf. Geyer, 2008; Lewalter & Noschka-Roos, 2010) besitzen sie vielfältige technische und materielle Möglichkeiten, welche die Visualisierung und Vermittlung v.a. komplexer und schwierig fassbarer naturwissenschaftlicher Themen und Phänomene erleichtern. Durch authentische Anschauungsobjekte, Anwendungsbeispiele und multimediale Demonstrationen werden v.a. die naturwissenschaftliche Forschung und deren Forschungsprozesse sowie deren Alltagsrelevanz konkret erfahr- und greifbar. Dieses Potenzial kann zudem durch eine ergänzende didaktische Gestaltung, wie z.B. Führungen oder Gruppenarbeit, unterstützt werden.

Naturwissenschaftlich-technische Museen bieten neben ihren Dauerausstellungen zunehmend alternative Bildungsangebote wie offen einsehbare Forscherlabore, welche, neben der Möglichkeit naturwissenschaftliche Forschung und deren Prozesse live und unmittelbar zu erleben, auch einen direkten Wissensaustausch mit den im Labor arbeitenden Forschern erlauben.

¹ Aufgrund der leichteren Lesbarkeit wird im Folgenden nur die männliche Form verwendet. Die Aussagen beziehen sich jedoch immer auf beide Geschlechter.

Damit erscheint dieses Angebot zur Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung besonders geeignet, wie Studien mit Freizeitbesuchern belegen (Geyer, Neubauer & Lewalter, 2013; Lewalter, Geyer & Neubauer, 2014; Pamplona et al., 2012). In der Regel sind die Angebote des Museums für ein breites, heterogenes Publikum konzipiert und ihre Nutzung ist kein Selbstläufer, der Erkenntnisgewinn und Interessensentwicklung garantiert (Bauer & Prenzel, 2010). Gerade im Zusammenhang mit den spezifischen Zielsetzungen schulischer Museumsbesuche ist anzunehmen, dass die effektive Nutzung dieser Angebote durch die Schüler einer gezielten instruktionalen Unterstützung bedarf (vgl. DeWitt & Storcksdieck, 2008; Geyer, 2008; Lewalter & Geyer, 2005). Bisher ist allerdings sowohl aufgrund der uneinheitlichen Befundlage zu unterschiedlich gestalteten Ausstellungsbesuchen (z.B. Geyer, 2008; Waltner & Wiesner, 2009; Wilde & Urhahne, 2008; Wilde, Urhahne & Klautke, 2003), als auch aufgrund fehlender Befunde zum Forscherlabor unklar, welche Art instruktionaler Unterstützung es während eines Schulklassenbesuchs bedarf, um diese Museumsangebote im Sinne einer Entwicklung und Förderung naturwissenschaftlicher Grundbildung, insbesondere bei der Vermittlung abstrakter und schwierig fassbarer Themen, wie z.B. der Nanotechnologie, bestmöglich zu nutzen.

Übergeordnetes Ziel der vorliegenden Dissertation ist daher die Untersuchung der Auswirkungen unterschiedlicher instruktionaler Gestaltungen schulischer Ausstellungs- und Forscherlabor-Besuche auf die Entwicklung und Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung von Schülern. Die Untersuchung fand im Rahmen eines Schulklassenprogramms für den Besuch des Deutschen Museums München zum Thema Nanotechnologie statt, welches eine Kombination aus Ausstellungs- und Laborbesuch beinhaltet, wobei der Ausstellungsbesuch instruktional unterschiedlich gestaltet war und als Vor- oder Nachbereitung des Laborbesuchs eingesetzt wurde. Hierdurch können im Detail die Auswirkungen *drei instruktional unterschiedlich gestalteter Ausstellungsbesuche* als auch *eines Laborbesuchs, welcher durch eine Vor- oder Nachbereitung instruktional unterstützt* wurde, untersucht werden. Zur ganzheitlich Erfassung der naturwissenschaftlichen Grundbildung (vgl. OECD, 2006) wurden sowohl kognitive (naturwissenschaftliches Wissen zu drei Inhaltsbereichen; Miller 1983, 1998) als auch motivationale (situationales Interesse; Hidi & Renninger, 2006; Lewalter & Geyer, 2009; Mitchell, 1993) Indikatoren herangezogen. Im Detail werden das Auftreten als auch die Veränderung des Wissens und des Interesses in Abhängigkeit der unterschiedlichen Besuchsformen untersucht. Eine umfassende Betrachtung der naturwissenschaftlichen Grundbildung unter Einbezug motivationaler als auch kognitiver Aspekte, welche aus fachlicher und gesellschaftlicher Perspektive betrachtet werden, wurde bisher nur selten vorgenommen. Die Dissertation gliedert sich in die Untersuchung der Ausstellung und des Forscherlabors.

Schulische *Ausstellungsbesuche* und deren unterschiedliche Gestaltung sind Gegenstand zahlreicher Studien im Museumskontext (zsf. DeWitt & Storcksdieck, 2008; Geyer, 2008; Lewalter & Geyer, 2005). Bisher wurden allerdings hauptsächlich die Produkte im Sinne motivationaler und kognitiver Lernergebnisse untersucht, aber nicht deren Zustandekommen. Die vorliegende Arbeit versucht hierzu einen Beitrag zu leisten, indem sie neben den motivationalen und kognitiven *Lernergebnissen* auch die bisher selten untersuchten motivationalen und kognitiven *Lernprozesse* sowie deren bisher im Museumskontext nicht untersuchtes Zusammenspiel in den Fokus rückt. Dieser Zugang ermöglicht einen tiefergehenden Einblick in die Qualität des Ler-

nens im Museum, welcher differenzierte Rückschlüsse bezüglich der Optimierung der instruktionalen Gestaltung schulischer Ausstellungsbesuche hinsichtlich einer effektiven Nutzung des vorhandenen Informationsangebots zur Entwicklung und Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung erlaubt. Um dies in umfassender Weise zu ermöglichen, werden der motivationale und kognitive Bereich in der vorliegenden Arbeit getrennt voneinander analysiert.

Forscherlabore wurden bisher lediglich bezogen auf Freizeitbesucher untersucht (Geyer et al., 2013; Lewalter et al., 2014; Pamplona et al., 2012), wodurch hierzu kaum Wissen zu ihren *Wirkungen* oder zu *Unterstützungsmöglichkeiten ihrer Nutzung* im Rahmen von Schulklassenbesuchen vorliegt. Die vorliegende Dissertation liefert erste Ergebnisse hinsichtlich der Wirkung von Forscherlaboren zur Unterstützung der Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung von Schülern. Ferner gibt die Arbeit Aufschluss darüber, ob und wie der Besuch eines Forscherlabors instruktional unterstützt werden sollte und inwieweit der Besuch eines Forscherlabors eine attraktive und effektive Alternative zu Ausstellungsbesuchen darstellt oder nur in Kombination mit diesen zu empfehlen ist.

2 Theoretischer Hintergrund

Einführend wird in Abschnitt 2.1 das Konzept naturwissenschaftlicher Grundbildung und deren grundlegende Komponenten, als auch Indikatoren zu deren Erfassung im Museumskontext beschrieben. In Abschnitt 2.2 werden grundlegende Merkmale naturwissenschaftlich-technischer Museen, insbesondere von Ausstellung und Forscherlabor, als Lernumgebung zur Entwicklung und Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung von Schülern diskutiert. Welche Perspektiven und Faktoren bei der Untersuchung des Lernens von Schüler im Museum von Bedeutung sind, wird in Abschnitt 2.3 des theoretischen Rahmens erörtert.

2.1 Naturwissenschaftliche Grundbildung (Scientific Literacy)

Das Konzept der naturwissenschaftlichen Grundbildung, häufig auch als Scientific Literacy bezeichnet, stellt ein wichtiges Ziel in der gegenwärtigen bildungspolitischen Diskussion dar (Bybee, McCrae & Laurie, 2009; Holbrook & Rannikmäe, 2009; Laugksch, 2000; Millar, 2008; Roberts, 2007). Es hat eine lange Tradition (z.B. Hurd, 1958) und hat gerade vor dem Hintergrund internationaler Vergleichsstudien im Rahmen formeller (z.B. PISA-Studien v.a. im Jahr 2006), aber auch informeller Bildungsangebote in den letzten vier Jahrzehnten zunehmend an internationaler Bedeutung gewonnen (vgl. Laugksch, 2000). Die Interpretation des Begriffs hat sich über die Jahre hinweg von der Fähigkeit naturwissenschaftliche Artikel lesen und verstehen zu können, hin zur Fähigkeit des Verstehens und Anwendens naturwissenschaftlicher Prinzipien im alltäglichen Leben verändert (zsf. Burns, O'Connor & Stocklmayer, 2003). Dieses funktionale Verständnis naturwissenschaftlicher Bildung, welches mehr auf die Anwendbarkeit und Verfügbarkeit von Wissensbeständen abzielt, um junge Menschen zur Teilhabe am gesellschaftlichen Diskurs in einer von Naturwissenschaften und Technik geprägten Welt zu befähigen (Gräber & Nentwig, 2002; Prenzel & Nentwig, 2006), liegt auch dem multidimensionalen Konzept naturwissenschaftlicher Grundbildung nach PISA (OECD, 2007) zu Grunde. Es beschreibt naturwissenschaftliche Grundbildung als die Fähigkeit und Bereitschaft von Schülern, naturwis-

senschaftliches Wissen in Lebenssituationen anzuwenden, in denen man mit naturwissenschaftlichen Frage- oder Problemstellungen konfrontiert wird, um diese zu lösen (z.B. Bybee et al., 2009), und umfasst dabei die folgenden Eigenschaften eines Individuums (vgl. OECD, 2007, 2013; Schiepe-Tiska et al., 2013):

- naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, um Fragestellungen zu erkennen, sich neues Wissen anzueignen, naturwissenschaftliche Phänomene zu beschreiben und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen,
- die charakteristischen Eigenschaften der Naturwissenschaften als eine Form menschlichen Wissens und Forschens zu verstehen,
- zu erkennen und sich darüber bewusst zu sein, wie Naturwissenschaften und Technik unsere materielle, intellektuelle und kulturelle Umwelt formen, sowie
- die Bereitschaft sich mit naturwissenschaftlichen Ideen und Themen zu beschäftigen und sich reflektierend mit ihnen auseinanderzusetzen.

Damit werden sowohl *kognitive* als auch *motivational-affektive* Aspekte als Grundlage einer naturwissenschaftlichen Grundbildung angesprochen (Bybee et al., 2009; OECD, 2006). Welche einzelnen Aspekte hierbei eine zentrale Rolle spielen und welche Indikatoren zur Erfassung der kognitiven und motivationalen Dimension naturwissenschaftlicher Grundbildung im Museumskontext als geeignet erscheinen, wird in den nachfolgenden Abschnitten erörtert.

2.1.1 Kognitive Dimension: 3 Inhaltsbereiche naturwissenschaftlichen Wissens

Bezogen auf die kognitiven Aspekte werden in der vorliegenden Arbeit auf Basis des multidimensionalen Konzepts nach PISA (OECD, 2007) und des multidimensionalen „(civic) scientific literacy“ Ansatzes von Miller (1983, 1998), welcher vor allem in informellen Lernkontexten Anwendung findet, folgende *drei aufeinander bezogene Wissensbereiche* als zentrale Bestandteile einer naturwissenschaftlichen Grundbildung festgelegt (zsf. Bybee et al., 2009; Laugksch, 2000; Roberts, 2007) und zu deren Messung herangezogen:

- *Inhalt* – Verständnis grundlegender naturwissenschaftlicher und technischer Konzepte, Begriffe, Konstrukte und Theorien, um naturwissenschaftliche und technische Sachverhalte verstehen zu können
- *Prozess* – Verständnis der Prozesse und Methoden naturwissenschaftlicher Forschung zum Erwerb und zur Validierung naturwissenschaftlichen Wissens
- *Gesellschaftliche Bedeutsamkeit*² – Bewusstsein und Verständnis des Einflusses und der Relevanz der Naturwissenschaften und Technik auf das Individuum und die Gesellschaft

Der Erwerb von Kenntnissen bezüglich dieser Wissensbereiche kann insbesondere durch Lernumgebungen unterstützt werden, welche die Relevanz der Lerninhalte verdeutlichen sowie starke Alltags- und Realitätsbezüge aufweisen als auch ein hohes Maß an aktiven und selbstgesteuerten Lernprozessen erlauben (z.B. Burns et al., 2003; Häußler et al., 1998). Weiterhin ist die

² Der Wissensbereich bezüglich der gesellschaftlichen Bedeutsamkeit von Naturwissenschaften variiert für verschiedene Nationen inhaltlich, deshalb ist diese Dimension nur für nationale Studien geeignet (z.B. Miller, 1997, 1998).

Authentizität der Lernumgebung als auch die Berücksichtigung multipler Perspektiven für den Erwerb flexibel anwendbaren Wissens von zentraler Bedeutung (Gerstenmaier & Mandl, 1995).

2.1.2 Motivationale Dimension: Situationales Interesse als Motivationsindikator

Im Zusammenhang mit den motivational-affektiven Aspekten einer naturwissenschaftlichen Grundbildung sind vor allem die Wertschätzung von und das Interesse an Naturwissenschaften und naturwissenschaftlicher Forschung als auch die Bereitschaft sich damit auseinanderzusetzen von zentraler Bedeutung (OECD, 2006). Aus motivationstheoretischer Sicht sind diese Aspekte Gegenstand theoretischer Konzepte, die sich mit selbstbestimmten und interessenbasierten Motivationsformen beschäftigen (Deci & Ryan, 2002; Krapp, 2002). Mit Fokus auf das Interesse, lassen sich das individuelle Interesse und das situationale Interesse unterscheiden (ebd.). Im Zusammenhang mit (schulischen) Museumsbesuchen erscheint die Entwicklung eines situationalen Interesses als realistisches und unterstützenswertes Ziel (vgl. Lewalter & Geyer, 2009). Weiterhin erscheint das situationale Interesse gerade aufgrund seines Bezugs auf die spezifischen Inhalte und Gegebenheiten einer Lernsituation zur Erfassung der Entwicklung eines Interesses an Naturwissenschaften im Museumskontext besonders geeignet und wurde deshalb für die vorliegende Arbeit als Messindikator der motivationalen Seite einer naturwissenschaftlichen Grundbildung herangezogen. Das *situationale Interesse* beschreibt eine inhaltsbezogene Motivationsqualität, welche durch gegenstands- oder situationsspezifische äußere Reize in einer aktuellen Lernsituation ausgelöst wird und an diese gebunden ist (Mitchell, 1993; Renninger & Hidi, 2011). Es beruht auf den situativen Merkmalen der Lernumgebung, der individuell wahrgenommenen Interessantheit des Lernstoffs und dem emotionalen Erleben während der inhaltlichen Beschäftigung (vgl. Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2002; Lewalter & Geyer, 2009; Lewalter & Willems, 2009). Es wird zwischen zwei aufeinanderfolgenden Phasen des situationalen Interesses unterschieden (Hidi & Renninger, 2006; Knogler, Harackiewicz, Gegenfurtner & Lewalter, in press; Krapp, 2002; Mitchell, 1993): *Catch (triggered interest)* und *Hold (maintained interest)*. *Catch* bezieht sich dabei auf das erste Auftreten eines situationalen Interesses in einer konkreten Situation, dabei wird die Aufmerksamkeit einer Person zunächst auf einen bestimmten Sachverhalt gelenkt und Neugierde dafür geweckt. Diese Phase ist von positiven Emotionen, wie Freude oder Spaß, gegenüber dem Lernmaterial bzw. der Lernumgebung begleitet. Die sich anschließende *Hold*-Phase beschreibt das Aufrechterhalten dieses neu erweckten Interesses in der konkreten Lernsituation. In dieser Phase fokussierter Aufmerksamkeit und Persistenz kommen epistemische und wertbezogene Aspekte des situationalen Interesses zum Tragen, d.h. der Lernende nimmt den Lerngegenstand als persönlich relevant wahr und möchte sich weiterhin mit ihm beschäftigen sowie mehr darüber erfahren. Gerade hier besteht eine enge Verbindung zur wertbezogenen Komponente naturwissenschaftlicher Grundbildung, welche die Wertschätzung von Naturwissenschaften und naturwissenschaftlicher Forschung, sowie die Bereitschaft sich damit zu beschäftigen, umfasst (vgl. OECD, 2006). Dies bekräftigt die Eignung des situationalen Interesses als Motivationsindikator zur Erfassung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung.

Die Entwicklung eines situationalen Interesses kann insbesondere durch Lernumgebungen gefördert werden, welche das Erleben von Autonomie, Kompetenz und sozialer Eingebundenheit (Deci & Ryan, 2000; Krapp, 2002; Lewalter & Willems, 2009; Ryan, 1995) unterstützen. Wei-

terhin kommt der individuell wahrgenommenen Relevanz, dem Alltags- und Praxisbezug sowie der Authentizität der Lerninhalte eine besondere Bedeutung zu (z.B. Hidi & Renninger, 2006).

Die grundlegenden Merkmale naturwissenschaftlich-technischer Museen, insbesondere von Ausstellung und Forscherlabor, die aus lern- und motivationstheoretischer Sicht zur Unterstützung des Wissenserwerbs und der Interessensentwicklung und damit zur Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung von Schülern beitragen können, werden im nächsten Abschnitt erörtert.

2.2 Naturwissenschaftlich-technische Museen als Lernumgebung zur Entwicklung und Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung: Ausstellung und Forscherlabor

Neben der Sammlung, Bewahrung und Ausstellung kultureller und wissenschaftlicher Er rungenschaften verfolgen Museen längst selbst – ebenso wie Schulen – einen unmittelbaren Bildungsauftrag (Lewalter, 2009; Lewalter & Noschka-Roos, 2010; Traub, 2003), der neben der Unterstützung des Wissenserwerbs auch die Entwicklung und Förderung von Interesse für die präsentierten Inhalte zum zentralen Ziel hat (vgl. Traub, 2003; Waltner & Wiesner, 2009). Naturwissenschaftlich-technische Museen versuchen diese Ziele zu erreichen, indem sie naturwissenschaftliche Themen und Phänomene in einer für die Allgemeinheit verständlichen und vereinfachten Form lebendig, anschaulich und anwendungsorientiert darstellen, sowie deren inhaltliche Relevanz für Alltag und Gesellschaft verdeutlichen. Ferner erlauben sie das direkte Erleben und Beobachten naturwissenschaftlicher Forschung und derer Prozesse (Durant, 1994). Damit stellen Museen neben naturwissenschaftlichen Theorien, Begriffen und Konzepten, auch Informationen zu Forschungsprozessen und zum gesellschaftlichen Einfluss naturwissenschaftlicher Themen dar, wodurch sie die zentralen Wissensbereiche einer naturwissenschaftlichen Grundbildung abdecken können (u.a. Miller, 1998; OECD, 2006). Aufgrund ihres großen materiellen und technischen Spielraums ist es ihnen möglich, anschauliche, handlungsorientierte und interaktive Zugänge zu anspruchsvollen, abstrakten und schwierig fassbaren naturwissenschaftlichen Themen, wie z.B. der Nanotechnologie, anzubieten, wodurch die Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit als auch das Lernen dieser Themen erleichtert werden dürften. Demnach scheinen naturwissenschaftlich-technische Museen insgesamt betrachtet geeignete Lernumgebungen zur Entwicklung und Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung zu sein (vgl. Rennie & Willems, 2006). Wie es sich speziell mit den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Angeboten Ausstellung und Forscherlabor verhält, wird nachfolgend genauer dargelegt.

Im Zusammenhang mit *Museumsausstellungen* bieten insbesondere deren situative Rahmenbedingungen aus motivations- und lerntheoretischer Sicht das Potenzial zur Unterstützung des Erwerbs anwendungsorientierten und flexiblen Wissens als auch zur Förderung der Entwicklung eines situationalen Interesses von Schülern (zsf. Geyer, 2008; Lewalter & Geyer, 2005, 2009; Lewalter & Noschka-Roos, 2010). Es wird angenommen, dass vor allem die zahlreichen individuellen Wahlmöglichkeiten, Handlungsalternativen sowie Möglichkeiten zur individuellen und selbstgesteuerten Auseinandersetzung mit den dargebotenen Inhalten, die durch die gebotene Vielfalt an zeitgleich präsentierten Medien und Exponaten (z.B. reale Objekte, interaktive Instal-

lationen, Hands-on, Bilder, Video/Film und Texte) sowie durch interaktive und manipulierbare Exponate eröffnet werden, die Entwicklung eines situationalen Interesses fördern können (vgl. Abschnitt 2.1.2; Lewalter & Geyer, 2009). Die zeitgleiche Präsentation verschiedener Exponate und Informationsquellen kann zudem die Herstellung von thematischen Querbezügen und Bezügen zur eigenen Lebenswelt erleichtern, wodurch die neuen Informationen besser mit den eigenen Erfahrungen und Vorkenntnissen verknüpft werden können (z.B. Mayer, 1996; Weinstein, & Mayer, 1986), was tiefergehendes Lernen sowie den Wissensaufbau unterstützen dürfte. Durch die hohe Authentizität der Originalobjekte, welche forschungsnah wissenschaftliche Zusammenhänge und Einsatzmöglichkeiten verdeutlichen, werden die inhaltliche Relevanz bzw. Nützlichkeit und der Alltags- und Praxisbezug der dargestellten naturwissenschaftlichen Erkenntnisse unmittelbar erfahrbar gemacht, was sowohl die Aufrechterhaltung des situationalen Interesses (z.B. Hidi & Renninger, 2006) als auch den Erwerb flexibel anwendbaren Wissens fördern kann (z.B. Gerstenmaier & Mandl, 1995; Häußler et al., 1998). Die Betrachtung aus multiplen Perspektiven, welche zahlreiche an den individuellen Interessen, Erfahrungen und Vorwissen orientierte Anknüpfungspunkte für eine individuelle Bedeutungszuschreibung eröffnet (Hein, 1996; Mitchell, 1993) und damit die Nachvollziehbarkeit der Informationen, gerade auch beim Thema Nanotechnologie, erleichtern kann, dürfte dies noch zusätzlich unterstützen. Die unmittelbaren Handlungsrückmeldungen interaktiver und manipulierbarer Installationen können das Kompetenzerleben unterstützen, wodurch sie sowohl zu einer tiefergehenden Verarbeitung als auch zur Förderung situationalen Interesses beitragen dürften (z.B. Deci & Ryan, 2000). Durch die Möglichkeit des selbstständigen Ausprobierens und Experimentierens werden naturwissenschaftliche Phänomene aktiv erfahr- und greifbar. Vor allem die Veranschaulichung naturwissenschaftlicher Forschungsprozesse kann durch interaktive Exponate erleichtert werden (Durant, 1994). Die Medienvielfalt und verschiedenen Anforderungsniveaus der Exponate präsentieren und veranschaulichen naturwissenschaftliche Themen und Sachverhalte für jedermann. Dies ermöglicht den Schülern eine an ihre Lernvoraussetzungen angepasste und eigenaktive Auseinandersetzung mit diesen Themen und Phänomenen (vgl. Borun & Dritsas, 1997; Haller, 2003; Hein, 1996; Hüther, 1994), die teilweise sonst gar nicht beobachtbar wären, wie es bei der Nanotechnologie der Fall ist. Diese optimale Passung zwischen Anforderungen und Fähigkeiten der Schüler ist sowohl für das Lernen als auch die Interessensentwicklung zentral (Csikszentmihalyi, 1985). Zusätzlich sind die Ausstellungselemente in der Regel so gestaltet, dass soziale Interaktion und kooperative Lernprozesse angeregt werden (z.B. Lewalter & Noschka-Roos, 2010), was beide Phasen des situationalen Interesses als auch tiefergehendes Lernen fördern dürfte.

Darüber hinaus werden in naturwissenschaftlich-technischen Museen zunehmend auch *Forschnerlabore* angeboten, welche den Schülern die Möglichkeit bieten, naturwissenschaftliche Forschung und deren Prozesse live und unmittelbar zu beobachten und zu begleiten, sowie mit den dort arbeitenden Forschern zu interagieren und diskutieren. Einige der beschriebenen motivations- und lernförderlichen Rahmenbedingungen von Museumsausstellungen, sind auch bei den bisher wenig untersuchten Forscherlaboren vorzufinden. So werden auch in den Laboren zur Informationspräsentation und Veranschaulichung von Sachverhalten z.B. reale Objekte, Bilder oder Demonstrationen verwendet und dürften folglich auch hier zur Lern- und Motivationsunterstützung beitragen. Jedoch ist zu vermuten, dass ein Forscherlabor vor allem aufgrund der realen

Laborsituation, welche sich durch eine hohe Authentizität auszeichnet, als auch aufgrund der Kommunikationsmöglichkeit mit einem Forscher, welcher speziell für die Wissenschaftskommunikation geschult wurde, ein sehr hohes lern- und motivationsförderliches Potenzial für die Unterstützung des Wissenserwerbs und der Interessensentwicklung aufweist. In einem Museum ein reales, voll funktionsfähiges Labor vorzufinden, die Forscher bei ihrer Arbeit zu beobachten und sich mit ihnen austauschen zu können, ist überraschend und unerwartet. Diese besondere Atmosphäre kann Neugierde, ein wesentlicher Bestandteil der Interessensentwicklung, auslösen (vgl. Abschnitt 2.1.2). Durch das Gespräch mit dem Forscher werden naturwissenschaftliche Themen und ihre Forschungsprozesse noch leichter nachvollziehbar. Dabei werden den Schülern vielfältige Freiheitsgrade bei der Gestaltung des Gesprächsverlaufs eröffnet. Sie entscheiden entsprechend ihres Vorwissens und Interesses, welche Themen sie wie intensiv besprechen möchten, wodurch das situationale Interesse als auch die Informationsverarbeitung gefördert werden dürften. Ferner ist es dem Forscher möglich, das Anforderungsniveau seiner Erklärungen optimal auf die Fähigkeiten und Interessen der Schüler anzupassen, wodurch das Labor ein hochadaptives Informationsangebot darstellt. Die inhaltliche Relevanz als auch der Alltags- und Praxisbezug der naturwissenschaftlichen Themen werden durch die direkte Beobachtung der Forschungsarbeit, Demonstrationen und Anwendungsbeispiele als auch indirekt über das eigene Interesse, die Begeisterung und das fachliche Engagement des Forschers vermittelt (vgl. Brophy, 2008), wodurch sowohl das situationale Interesse als auch ein tiefergehender Wissenserwerb unterstützt werden dürften (z.B. Hidi & Renninger, 2006; Häußler et al., 1998). Die soziale Interaktion und Eingebundenheit sowohl zum Forscher als auch zu den Mitschülern kann ebenfalls zur Lern- und Motivationsförderung beitragen (z.B. Lewalter & Geyer, 2009; Lewalter & Willem, 2009).

Ob das dargestellte lern- und motivationsförderliche Potenzial der Museumsangebote Ausstellung und Forscherlabor tatsächlich zum Tragen kommt und genutzt werden kann, hängt von verschiedensten Faktoren ab, die das Lernen im Museum und damit die Wirkung eines schulischen Museumsbesuchs beeinflussen können. Welche Faktoren dabei im Zusammenhang mit schulischen Museumsbesuchen von besonderer Relevanz sind und folglich bei der Analyse der Lernwirkung beachtet werden sollten, wird im folgenden Abschnitt diskutiert.

2.3 Lernen im Museum im Rahmen von Schulklassenbesuchen: Eine multiperspektivische Betrachtung

Das Lernen im Museum stellt einen komplexen Prozess dar, der durch verschiedenste Faktoren beeinflusst wird und folglich zu unterschiedlichen motivationalen und kognitiven Lernergebnissen führen kann. In der musealen Forschung lassen sich verschiedene theoretische Ansätze und Rahmenmodelle zum Lernen im Museum finden, welche versuchen diese zahlreichen Einflussfaktoren auf den Lernprozess in übergeordnete Bereiche zu strukturieren und zu beschreiben, wie z.B. das Contextual Model of Learning (CML) von Falk und Dierking (1998, 2000). Was genau aber beim Lernen im Museum passiert, also welche Lernprozesse während des Besuchs ablaufen, wird in diesen Modellen nur wenig bis gar keine Beachtung geschenkt. Diesem theoretischen, aber auch empirischen Defizit der Museumsforschung soll in der vorliegenden

Arbeit ein Stück weit begegnet werden, indem der Fokus auch auf die Analyse der Lernprozesse gelegt wird. Als übergeordneter Theorierahmen wird daher das *Angebots-Nutzungs-Modell* von Helmke (2014) herangezogen, welches eine umfassende Beschreibung des Bedingungs- und Wirkungsgefüges vom Lernen erlaubt. Es wurde für den Museumskontext angepasst und mit den im CML-Modell beschriebenen, für das Museumslernen wichtigen Einflussfaktoren abgeglichen bzw. ergänzt. Nach dem Modell von Helmke hängt die Lernwirkung sowohl vom Lernangebot als auch von der individuellen Nutzung dieses Angebots durch die Lernenden entsprechend ihrer Lernvoraussetzungen ab. Für die Untersuchung der Wirkung eines Museumsbesuchs können demnach zwei Untersuchungsbereiche als zentral angenommen werden: das *Lernangebot* und die *Nutzung des Lernangebots*. Welche Aspekte hierbei im Rahmen von schulischen Museumsbesuchen von Relevanz sind, wird in den nächsten Abschnitten vorgestellt.

2.3.1 Das Lernangebot

Bildungsangebote im Museum, wie Ausstellung oder Forscherlabor, werden in der Regel für ein breites, heterogenes Publikum konzipiert und können daher den spezifischen Zielsetzungen schulischer Museumsbesuche nicht immer ausreichend gerecht werden. Daher ist zu vermuten, dass es zur effektiven Nutzung des in Abschnitt 2.2 beschriebenen lern- und motivationsförderlichen Potenzials dieser Angebote durch Schulklassen einer gezielten instruktionalen Unterstützung bedarf, wodurch ein zielgruppenspezifisches Lernangebot für die Schüler geschaffen werden kann. Im Rahmen von *Ausstellungsbesuchen* spielen vor allem die instruktionalen Gestaltungsmethoden eine zentrale Rolle für die Wirksamkeit des Besuchs (Lewalter & Geyer, 2005), da sie u.a. die Art und Weise der Beschäftigung der Lernenden mit den dargebotenen Informationen beeinflussen und damit verschiedene Lernprozesse sowie -ergebnisse nach sich ziehen. Die Höhe und Ausprägung der Lernwirksamkeit variiert dabei in Abhängigkeit von der Art und Weise der Gestaltung des Besuchs (Rennie & McClafferty, 1995). Insbesondere der *Grad der Strukturiertheit* hat sich hierbei als zentraler Einflussfaktor gezeigt (zsf. DeWitt & Storcksdieck, 2008; Rennie & McClafferty, 1995). Bisherige Studien, die unterschiedlich stark strukturierte Besuche hinsichtlich ihrer motivationalen und kognitiven Auswirkungen miteinander verglichen haben, zeigen im Hinblick auf die kognitive Wirksamkeit durchgehend die Überlegenheit strukturierter gegenüber frei gestalteter Besuche. Allerdings, zeigen sie keine einheitliche Befundlage bezüglich des notwendigen Grads der Strukturierung: einige Studien stützen eine starke Strukturierung (Falk & Dierking, 1998; Stronck, 1983; Waltner & Wiesner, 2009; Wilde & Urhahne, 2008), andere eine mittlere (Bamberger & Tal, 2007; Wilde et al., 2003). Im Hinblick auf die motivationale Effektivität zeigen die Studien ebenfalls ein sehr heterogenes Bild. Es zeigten sich sowohl positive (Geyer, 2008; Falk & Dierking, 1998; Stronck, 1983) als auch negative (Wilde & Urhahne, 2008) sowie gar keine (Waltner & Wiesner, 2009) motivationalen Effekte für wenig strukturierte oder freie Besuche im Vergleich zu stark strukturierten Ausstellungsbesuchen. Der erforderliche Grad an Strukturierung und Instruktion für kognitiv und motivational effektive Schulklassenbesuche ist demnach noch ungeklärt.

Die vorliegende Arbeit versucht hierzu einen Beitrag zu leisten, indem sie sowohl die **motivationalen** (Artikel 1) als auch die **kognitiven** (Artikel 2) **Effekte** stark, mittel und wenig strukturierter schulischer **Ausstellungsbesuche** theoriebasiert und systematisch miteinander vergleicht.

Die *instruktionale Gestaltung der Ausstellungsbesuche* wird an den Gestaltungsprinzipien dreier pädagogisch-psychologischer Lehr-Lerntheorien orientiert, welche die Gestaltung von Lernumgebungen mit unterschiedlichem Aktivierungs- und Strukturierungsgrad erlauben: *kognitivistischer*, *gemäßigt-konstruktivistischer* und *konstruktivistischer* Lehr-Lernansatz (zsf. Reinmann & Mandl, 2006; genauere Ausführungen finden sich im Abschnitt 4.1 sowie in den einzelnen Artikeln, s. Anhang).

Die hohe Individualität der Kommunikation im *Forscherlabor* erleichtert die Anpassung dieses Lernangebots an die spezifischen Zielsetzungen schulischer Museumsbesuche. Es ist anzunehmen, dass während der Lernsituation keine zusätzlichen Unterstützungsmaßnahmen notwendig sind, da dies durch den Forscher geleistet werden kann. Allerdings ist auf Basis theoretischer Annahmen zur Experten-Laien-Kommunikation (z.B. Bromme & Jucks, 2003; Bromme & Rambow, 2001) als auch auf Basis der „common ground“-Theorie (Clark, 1996) sowie lernpsychologischer (z.B. Atkinson & Shiffrin, 1968; Mayer, 1996; Weinstein & Mayer, 1986) und interessenbasierter (z.B. Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2002; Lewalter & Willems, 2009; Ryan, 1995) Theorien und Befunde zu vermuten, dass die Kommunikation durch eine inhaltliche Vorbereitung der Schüler in motivationaler und kognitiver Hinsicht effektiver gestaltet werden kann. Dabei erscheint es naheliegend zur inhaltlichen Vorbereitung einen Besuch in der thematisch passenden Museumsausstellung zu nutzen, welcher wiederum instruktional unterschiedlich unterstützt werden kann (s. oben). Insgesamt weiß man bisher allerdings nur sehr wenig über die Wirkungen von Forscherlaboren (z.B. bezogen auf Freizeitbesucher: Geyer et al., 2013; Lewalter et al., 2014; Pamplona et al., 2012) oder die unterstützenden Bedingungen ihrer effektiven Nutzung, insbesondere im Rahmen schulischer Museumsbesuche.

Das Anliegen der vorliegenden Arbeit ist daher, erste Ergebnisse zur **motivationalen und kognitiven Wirksamkeit** von **Forscherlaboren** – u.a. im Vergleich zu Ausstellungsbesuchen (alternative vs. kombinierbare Besuchsformen) – als auch zu **unterstützenden Bedingungen ihrer effektiven Nutzung** im Rahmen von Schulklassenbesuchen zu liefern (*Artikel 3*).

Ein Lernangebot, auch wenn es noch so gut gemacht ist, kann nur wirksam werden, wenn es auch genutzt wird, d.h. wie es wahrgenommen und interpretiert wird und zu welchen motivational-affektiven und kognitiven Lernprozessen es führt (vgl. Helmke, 2014). Im nächsten Abschnitt werden die für die eigene Untersuchung relevanten Lernprozesse dargelegt. Dabei fokussiert die vorliegende Arbeit vor allem die tiefergehende Betrachtung der Lernprozesse im Rahmen der unterschiedlichen Ausstellungsbesuche.

2.3.2 Die Nutzung des Lernangebots

Die Art und Weise der instruktionalen Gestaltung des Lernangebots unterstützt unterschiedliche motivational-affektive und kognitive Lernprozesse (Nutzung), welche wiederum einen entsprechend unterschiedlichen Einfluss auf die Lernwirkung haben (Helmke, 2014; Rennie, & McClafferty, 1995). Im Zusammenhang mit dem in dieser Arbeit untersuchtem situationalen Interesse und dem Wissenserwerb, als Indikatoren einer naturwissenschaftlichen Grundbildung, ist v.a. die Betrachtung der folgenden zwei lernprozessbezogenen Bedingungsvariablen zentral:

basic needs und *kognitive Lernaktivitäten*. Für die Entwicklung eines situationalen Interesses, u.a. auch im Museumskontext (vgl. Geyer, 2008; Lewalter & Geyer, 2009), hat sich in Anlehnung an die Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (1985, 2002) die Unterstützung des Erlebens sogenannter *basic psychological needs* nach *Autonomie*, *Kompetenz* und *sozialer Eingebundenheit* (für detaillierte Beschreibung siehe *Artikel 1*) als förderlich erwiesen (Deci & Ryan, 2000; Krapp, 2002; Lewalter & Willems, 2009; Ryan, 1995). Das *Autonomieerleben* lässt sich dabei in zwei Facetten untergliedern: das *Erleben von Selbstbestimmtheit* und die *Vereinbarkeit von Lernsituation und persönlichen Wünschen und Zielen* (u.a. Assor, Kaplan & Roth, 2002; Lewalter, 2005). Im Zusammenhang mit schulischen Museumsbesuchen kann die *soziale Eingebundenheit* bezogen auf zwei Bezugsgruppen unterschieden werden: die *Lehrkraft* und die *Klasse* (Lewalter & Willems, 2009). Dabei ist das Ausmaß, in dem die einzelnen *basic needs* befriedigt bzw. unterstützt werden können, ein starker Prädiktor für die Entwicklung eines situationalen Interesses, insbesondere für *Catch* (z.B. Geyer, 2008; Willems, 2011). In diesem Zusammenhang haben sich v.a. Merkmale der instruktionalen Gestaltung als bedeutsam erwiesen (z.B. Deci & Moller, 2005; Gräsel & Gruber, 2000; Katz & Assor, 2007; Patal, Cooper & Robinson, 2008; Rakoczy et al., 2007; Turner et al., 1998). Empirische Befunde weisen darauf hin, dass der Zusammenhang zwischen den einzelnen *basic needs* und der Interessensentwicklung je nach untersuchtem Kontext, didaktischer Gestaltung und Inhalt der Lernsituation unterschiedlich ausfällt (z.B. Lewalter, Krapp, Schreyer & Wild, 1998; Minnaert, Boekaerts & Brabander, 2007), wobei die Vorhersagekraft der *basic needs* für *Catch* stärker ausfallen sollte als für *Hold* (Geyer, 2008; Willems, 2011). Bisherige Museumsstudien haben allerdings unterschiedlich gestaltete schulische Ausstellungsbesuche nur hinsichtlich ihrer motivationalen Wirkungen untersucht (z.B. Waltner & Wiesner, 2009; Wilde & Urhahne, 2008), ohne deren Entwicklungsprozesse, z.B. in Form der *basic needs*, zu berücksichtigen. Wenn der Zusammenhang im Museumskontext untersucht wurde, dann jedoch ohne Berücksichtigung des Einflusses der Besuchsgestaltung (z.B. Geyer, 2008).

Um diesem Forschungsdefizit zu begegnen, untersucht die vorliegende Arbeit das **Erleben der *basic needs* und ihr Zusammenspiel mit dem situationalen Interesse** in Abhängigkeit instruktional unterschiedlich gestalteter schulischer **Ausstellungsbesuche** (*Artikel 1*).

Für den Wissenserwerb erweisen sich vor allem die verwendeten *kognitiven Lernaktivitäten*, insbesondere tiefenorientierte Aktivitäten, als positive Einflussfaktoren (zsf. Boekaerts, Pintrich & Zeidner, 2000; Seidel, Rimmel & Prenzel, 2005b; Wild, Hofer & Pekrun, 2006). Sie lassen sich in *oberflächen-* bzw. *tiefenorientierte Prozesse* untergliedern (vgl. Craik & Lockhart, 1972). Oberflächenorientierte Prozesse umfassen dabei nachvollziehende Elaborationen, während tiefenorientierte Lernaktivitäten organisierende Prozesse sowie vertiefende Elaborationen beinhalten (vgl. Friedrich & Mandl, 2006; Mayer, 1996; Seidel, 2003; Seidel, Prenzel & Kobarg, 2005a; Weinstein & Mayer, 1986). Eine ausführliche Darstellung der Lernaktivitäten findet sich in *Artikel 2*. Die kognitiven Lernaktivitäten, insbesondere die tiefenorientierten, können durch die Verwendung strukturierender Gestaltungselemente unterstützt werden (z.B. Brophy, 1999; Seidel et al., 2005b; Sierens, Vansteenkiste, Goossens, Soenens & Dochy, 2009). Ob sich diese Befunde aus der Unterrichtsforschung, die aufgrund fehlender Museumsstudien zu den kognitiven

Lernaktivitäten und deren Zusammenhang zur Lernwirkung (vgl. Thoma, 2009) herangezogen wurden, auch im Museumskontext finden lassen, ist Bestandteil dieser Dissertation.

Es sollen erste Ergebnisse zur Verwendung der **kognitiven Lernaktivitäten und deren Zusammenspiel mit dem Wissenserwerb** in Abhängigkeit instruktional unterschiedlich gestalteter schulischer **Ausstellungsbesuche** geliefert werden (*Artikel 2*).

Außerdem spielt die *inhaltliche Relevanzwahrnehmung* der Schüler eine zentrale Rolle für den Lernprozess, v.a. für tiefergehendes Lernen, und darüber vermittelt auch für das Lernergebnis (vgl. Brophy, 2008; Mayer, 1996; Seidel et al., 2005a; Weinstein & Mayer, 1986). Diese kann neben Alltags- und Realitätsbezügen sowie Anwendungsbeispielen auch durch eine hohe Strukturierung der Lernsituation unterstützt werden (vgl. Brophy, 2008; Seidel et al., 2005b).

Folglich werden auch die **inhaltliche Relevanzwahrnehmung und ihr Zusammenspiel mit den kognitiven Lernaktivitäten** für die einzelnen **Ausstellungsbesuche** untersucht (*Artikel 2*).

Nach dem Angebots-Nutzungs-Modell von Helmke (2014) hängen die beschriebenen Lernprozesse und damit auch die Lernwirkung nicht nur von der Gestaltung des Lernangebots ab, sondern auch von den individuellen Lernvoraussetzungen der Schüler, wie z.B. dem Vorwissen, thematischen Interesse, den Selbstwirksamkeitserwartungen, usw. (z.B. DeWitt & Storcksdieck, 2008; Falk & Dierking, 2000; Kalyuga, Ayres, Chandler & Sweller, 2003; Krapp & Prenzel, 2011; Liem, Lau & Nie, 2008; Quast, 2011). Obwohl der Einfluss der personellen Perspektive in der vorliegenden Dissertation nicht tiefergehend untersucht werden konnte, wurden aufgrund der Kenntnis dieses Beziehungsgefüges die Lernvoraussetzungen der Schüler miterfasst und auf ihre Vergleichbarkeit hin kontrolliert, um damit zusammenhängende verzerrende Effekte auf die Lernwirkung von vornherein auszuschließen.

3 Forschungsfragen

Auf Basis der dargestellten theoretischen Annahmen und Forschungsdefizite wurden in der vorliegenden Dissertation die folgenden einzelnen Fragestellungen untersucht – korrespondierende Hypothesen werden im Zuge der Darstellung der einzelnen Artikel vorgestellt. Die Arbeit gliedert sich dabei in die Untersuchung der Ausstellung und des Forscherlabors.

1. AUSSTELLUNG: Motivationaler Bereich der Schüler (*Artikel 1*)

- a) Inwieweit unterscheiden sich das situationale Interesse (Catch und Hold) und die einzelnen basic needs für Ausstellungsbesuche mit unterschiedlichen Instruktionsdesigns?
- b) Welchen Einfluss haben die einzelnen basic needs auf das Ausmaß des situationalen Interesses (Catch und Hold) bei Ausstellungsbesuchen mit unterschiedlichen Instruktionsdesigns?

2. AUSSTELLUNG: Kognitiver Bereich der Schüler (*Artikel 2*)

- a) Inwieweit unterscheiden sich die wahrgenommene inhaltliche Relevanz, die verwendeten kognitiven Lernaktivitäten (oberflächen- und tiefenorientiert) und die Veränderung des subjektiv wahrgenommenen Wissens (Inhalte, Forschungsprozesse, gesellschaftliche Bedeutung) für Ausstellungsbesuche mit unterschiedlichen Instruktionsdesigns?

- b) Welchen Einfluss hat die inhaltliche Relevanzwahrnehmung auf die verwendeten kognitiven Lernaktivitäten (oberflächen- und tiefenorientiert) bei Ausstellungsbesuchen mit unterschiedlichen Instruktionsdesigns?
- c) Welchen Einfluss haben oberflächen- und tiefenorientierte Lernaktivitäten auf die Veränderung des subjektiv wahrgenommenen Wissens (Inhalte, Forschungsprozesse, gesellschaftliche Bedeutung) bei Ausstellungsbesuchen mit unterschiedlichen Instruktionsdesigns?

3. FORSCHERLABOR (Artikel 3)

- a) Welche motivationalen und kognitiven Wirkungen (Auftreten und Veränderung des situationalen Interesses und des subjektiv wahrgenommenen Wissens) haben Forscherlabore?
- b) Inwieweit zeigen sich hinsichtlich dieser Wirkungen Unterschiede im Vergleich zu Ausstellungsbesuchen mit unterschiedlichen Instruktionsdesigns?
- c) Inwieweit bietet eine instruktionale Unterstützung (inhaltliche Vorbereitung bzw. Nachbereitung durch einen Ausstellungsbesuch) des Laborbesuchs einen Mehrwert bezüglich der motivationalen und kognitiven Wirkung des Besuchs? Inwieweit können sich Ausstellungs- und Laborbesuch effektiv ergänzen?

4 Methodik

Die empirische Untersuchung der Fragestellungen erfolgte im Rahmen des EU-Projekts „NanoToTouch³“. Hierfür wurde ein Schulklassenprogramm⁴ für den Besuch der Nanotechnologie-Ausstellung und des dazugehörigen so genannten „Gläsernen Forscherlabors⁵“ zum Thema Nanotechnologie des Zentrums für Neue Technologien (ZNT) des Deutschen Museums München entwickelt. Nachfolgend wird das Konzept des methodischen Vorgehens der Gesamtstudie knapp dargestellt, detaillierte Informationen sind in den einzelnen Artikeln beschrieben.

4.1 Beschreibung des Lernangebots im Rahmen des Schulklassenprogramms zum Thema Nanotechnologie im Deutschen Museum München

Für die vorliegende Untersuchung wurde das aktuelle, alltagsrelevante, aber zugleich sehr komplexe und schwierig fassbare Thema Nanotechnologie gewählt. Aufgrund seiner Spezifität (Strukturgröße der Nanoteilchen im Milliardstel-Meter-Bereich) ist die Visualisierung und Vermittlung dieses Themas eher schwierig. Gerade das Museum besitzt aufgrund seiner situativen Rahmenbedingungen Möglichkeiten, welche die Präsentation und Veranschaulichung solcher Themen erleichtern. Damit stellt das Thema Nanotechnologie ein hervorragendes Beispiel dar, um das Potenzial von Museen zur Entwicklung und Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung von Schülern zu untersuchen.

³ <http://www.nanototouch.eu/>

⁴ Die Planung, Materialentwicklung und Umsetzung des Schulklassenprogramms erfolgte in Anlehnung an den Lehrplan der 9. Klasse Gymnasium für die Fächer Physik, Chemie und Biologie und in Zusammenarbeit mit Nanoforschern der Technischen Universität München und mit Museumsmitarbeitern des Deutschen Museums München.

⁵ <http://www.scienceblogs.de/deutsches-museum/2008/02/das-glaserne-forscherlabor-im-deutschen-museum.php>

Die Schulklassen, die an dem entwickelten Schulklassenprogramm teilnahmen, besuchten sowohl die Nanotechnologie-Ausstellung als auch das „Gläserne Forscherlabor“ des ZNTs des Deutschen Museums München. Die *Nanotechnologie-Ausstellung* kombiniert Originalobjekte, Videos, Bilder, Hands-On und interaktive Multimediastationen, die sowohl grundlegende Begriffe, Inhalte, Konzepte und Phänomene, als auch Forschungsinstrumente und -prozesse sowie Anwendungsbeispiele der Nanotechnologie darstellen. Das „*Gläserne Forscherlabor*“ ist ein vollwertiges Nanotechnologie-Labor, in dem Nanoforscher an ihren aktuellen Forschungsprojekten arbeiten. Es gewährt einen Einblick in die tägliche Labor- bzw. Forschungsarbeit eines Nanoforschers und ermöglicht einen direkten Austausch mit ihnen bezüglich unterschiedlichster Themen und Bereiche der Nanotechnologie.

Der Ausstellungs- und Laborbesuch der Schüler wurde gezielt instruktional unterstützt. Für den *Ausstellungsbesuch*⁶ wurden in Anlehnung an die genannten pädagogisch-psychologischen Lehr-Lerntheorien (zsf. Reinmann & Mandl, 2006) drei inhaltsgleiche⁷ Instruktionsdesigns mit unterschiedlichem Strukturierungs- und Aktivierungsgrad entwickelt. Der *kognitivistische* Ansatz wurde in Form einer *Nano(Vor-)Führung* umgesetzt, welche aus einer experimentellen Vorführung und einer anschließenden Ausstellungsführung mit stark strukturiertem Ablauf und kaum Wahlmöglichkeiten besteht. Die *gemäßigt-konstruktivistische* Perspektive wurde durch die Methode des *Gruppenpuzzles* (vgl. Aronson, Blaney, Stephan, Silkes & Snapp, 1978) umgesetzt. Durch den vorgegebenen Ablauf des Gruppenpuzzles (zunächst Aneignungs-, dann Erklärungsphase) als auch die Gestaltung des Rechercheblattes, welches die selbständige Wissenserarbeitung während der Aneignungsphase anleitet, bietet diese Methode sowohl ein gewisses Maß an Strukturierung als auch an Entscheidungsfreiräumen. Die *konstruktivistische* Sichtweise wurde in Form des *gelenkten Erkundens* (vgl. Mayer, 2004) umgesetzt. Um eine kognitive Überforderung aufgrund des hohen Grades an Wahlmöglichkeiten während der selbständigen Ausstellungserkundung zu reduzieren (ebd.), wurde ein minimaler Grad an Strukturierung und Orientierung bezüglich wichtiger Lerninhalte in Form eines Advance Organizers (Ausubel, 1960) und Orientierungsfragen zum Thema Nanotechnologie gegeben. Der *Laborbesuch* wurde durch eine *inhaltliche Vorbereitung bzw. Nachbereitung* unterstützt, welche in der Nanotechnologie-Ausstellung stattfand und entsprechend der drei beschriebenen Instruktionsdesigns unterschiedlich gestaltet war (s. Abb. 1).

4.2 Stichprobe, Design und Durchführung

Der Laborbesuch, die drei Designs des Ausstellungsbesuchs und die Erhebungsinstrumente wurden im Rahmen einer Pilotierungsstudie ($N = 75$) getestet und entsprechend überarbeitet.

Stichprobe: An der quasiexperimentellen Studie nahmen 15 Klassen der 9. Jahrgangsstufe des naturwissenschaftlich-technologischen Zweigs von sieben bayerischen Gymnasien mit insgesamt $N = 273$ Schülern [39.9 % weiblich; $M_{\text{Alter}} = 14.81$ ($SD = .68$)] teil. Am Besuchstag wurde jede Klasse im Museum zufällig in zwei Gruppen aufgeteilt: *Gruppe I* [$n = 133$; 40.6 % weib-

⁶ Potentiell auftretende Überforderung aufgrund der Neuheit des Lernortes wurde abgeschwächt, indem alle Schüler einen Übersichtsplan der Ausstellung erhielten.

⁷ Zur Sicherstellung der inhaltlichen Vergleichbarkeit der Instruktionsdesigns wurden vorab drei zentrale Themen der Nanotechnologie (Nanophänomene, Selbstorganisationsprinzip und Messinstrumente) sowie passende Ausstellungsvitrinen ausgewählt.

lich; $M_{\text{Alter}} = 14.84$ ($SD = .75$)] besuchte zunächst die Ausstellung und dann das Labor, während *Gruppe 2* [$n = 140$; 39.3 % weiblich; $M_{\text{Alter}} = 14.78$ ($SD = .60$)] erst das Labor und dann die Ausstellung besuchte (s. Abb. 1). Die zufällige, klassenweise Zuteilung zu einem der drei Instruktionsdesigns für den Ausstellungsbesuch erfolgte bereits bei Anmeldung der Schulklassen (je fünf Klassen pro Design). Die Schüler beider Gruppen verteilten sich relativ gleichmäßig auf die drei Designs (*Gruppe 1* $n_{\text{Ausstellung-Labor}}$: $n_{(\text{Vor-})\text{Führung}} = 43$, $n_{\text{Gruppenpuzzle}} = 45$, $n_{\text{Erkunden}} = 45$; *Gruppe 2* $n_{\text{Labor-Ausstellung}}$: $n_{(\text{Vor-})\text{Führung}} = 42$, $n_{\text{Gruppenpuzzle}} = 47$, $n_{\text{Erkunden}} = 51$) und zeigten keine signifikanten Unterschiede [einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA)] bezüglich ihrer vor dem Besuch erhobenen individuellen Lernvoraussetzungen (s. Abb. 1 prä-Test).

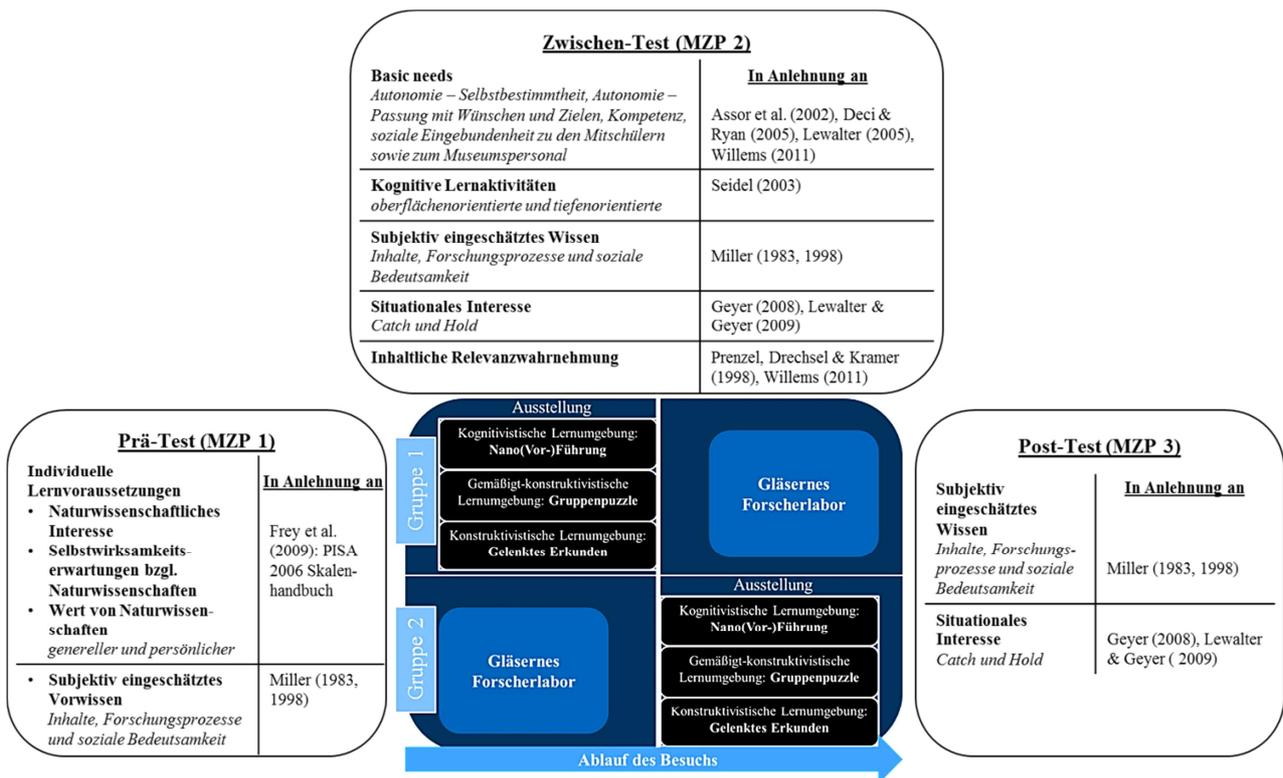


Abbildung 1: Überblick zu Ablauf, Reihenfolge und Gestaltung des Museumsbesuchs der zwei Besuchgruppen sowie zu den Messzeitpunkten und den erhobenen Variablen der Untersuchung

Design: Die Schüler wurden zu drei Messzeitpunkten schriftlich und anonym befragt: vor (MZIP 1), in der Mitte (d.h. nachdem Gruppe 1 die Ausstellung und Gruppe 2 das Labor besucht hatte; MZIP 2) und direkt nach ihrem Besuch (d.h. nachdem Gruppe 1 die Ausstellung und dann das Labor und Gruppe 2 das Labor und dann die Ausstellung besucht hatte; MZIP 3) (s. Abb. 1).

Durchführung: Zu Beginn ihres Besuchs (Gesamtdauer: 2½ Stunden) erhielten die Schüler eine kurze allgemeine organisatorische Einführung sowie standardisierte Anleitungen für ihren Ausstellungs- bzw. Laborbesuch. Zur Gewährleistung der Durchführungsobjektivität wurde der Ablauf des Laborbesuchs⁸ und der drei Designs soweit wie möglich und sinnvoll standardisiert. Die Einhaltung wurde während des Museumsbesuchs durch die Versuchsleiterin kontrolliert.

⁸ Der Ablauf des Laborbesuchs wurde nur grob standardisiert (Kommunikationsanregungen für Forscher, Festlegung der inhaltlichen Hauptthemen), um der Individualität der Gespräche genügend Raum zu lassen.

4.3 Erhebungsinstrumente

Die im Rahmen der Dissertation erfassten Variablen sind in Abbildung 1 dargestellt. Alle verwendeten Skalen der Dissertation weisen ein 5-stufiges Antwortformat von 1 „trifft gar nicht zu“ bis 5 „trifft völlig zu“ bzw. von 1 „gar nicht“ bis 5 „sehr“ (Wissensitems) auf. Insgesamt wurden alle erhobenen Konstrukte zunächst durch konfirmatorische Faktorenanalysen mit Full-Information-Maximum-Likelihood-Schätzung in Mplus 5.21 (vgl. Muthén & Muthén, 2009) auf ihre Dimensionalität hin überprüft. Die theoretisch postulierten Subskalen konnten bei allen Skalen eindeutig belegt werden (s. Abb. 1). Anschließend wurde die Zuverlässigkeit der Skalen anhand von Reliabilitätsanalysen (Cronbachs Alpha) kontrolliert. Auf Basis der Ergebnisse wurden die entsprechenden Skalen durch Mittelwertsbildung über die verbleibenden Items gebildet.

4.4 Datenanalyse

Basierend auf den Ergebnissen ausführlicher Ausfallanalysen (SPSS Statistics 19: Missing Value Analyse Tool) wurde der vorliegende Datensatz (Anteil fehlender Werte bezüglich der Fragebogenskalen liegt bei 1.5 %) mittels stochastischer Regressionsanalyse⁹ auf Skalenniveau imputiert und für alle im Rahmen der Dissertation durchgeführten Analysen herangezogen.

Alle Berechnungen und Analysen, die zur Überprüfung der Forschungsfragen verwendet wurden, wurden mithilfe des Statistikprogramms SPSS 19.0 – 22.0 durchgeführt. Zur Klärung der 1. und 2. Fragestellung bezüglich der unterschiedlich gestalteten Ausstellungsbesuche wurden ausschließlich die Daten von Gruppe 1 (Ausstellung-Labor) zu den Messzeitpunkten 2 (*Artikel 1*) bzw. 1 und 2 (*Artikel 2*) herangezogen. Zur Beantwortung der 3. Fragestellung, in dessen Fokus das Forscherlabor steht, wurden die Daten der Gesamtstichprobe (Gruppe 1: Ausstellung-Labor und Gruppe 2: Labor-Ausstellung) zu allen drei Messzeitpunkten genutzt (*Artikel 3*) (vgl. Abb. 1). Die Datenanalyse stützt sich überwiegend auf einfaktorielle Varianzanalysen (ANOVA) mit Post-hoc-Mittelwertvergleichen über Scheffé-Tests¹⁰ (Unterschiedsfragen in *Artikel 1, 2 und 3*) sowie auf Varianzanalysen mit Messwiederholung (Untersuchung der Wissensveränderung in *Artikel 2*) als auch auf für die drei Instruktionsdesigns getrennt berechnete multiple Regressionsanalysen¹¹ (Zusammenhangsfragen in *Artikel 1 und 2*). Eine ausführlichere Darstellung der verwendeten Analysemethoden findet sich in den entsprechenden Artikeln (siehe Anhang).

5 Zusammenfassende Darstellung der Befunde der einzelnen Beiträge

Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick zu den Ergebnissen bezüglich der Fragestellungen dieser Dissertation, die in drei Einzelbeiträgen zusammengefasst sind. Die Beiträge umfassen dabei Teilanalysen der im Rahmen der vorliegenden Dissertation durchgeführten und im

⁹ Diese Imputationsmethode liefert relativ gute Schätzungen unter der MAR-Annahme und ist v.a. für kleine Stichproben mit einem nur geringen Anteil an fehlenden Daten geeignet (Lüdtke, Robitzsch, Trautwein & Köller, 2007).

¹⁰ Aufgrund ungleicher Stichprobengrößen wurde für die Mittelwertvergleiche der Post-hoc-Scheffé-Test herangezogen.

¹¹ Dieses Verfahren wurde gewählt, da eine gemeinsame Analyse aller drei Gruppen in Form einer Moderatoranalyse oder einer Multigruppenanalyse aufgrund des Problems der Multikollinearität ($VIF > 3$) bzw. einer zu geringen Stichprobengröße ($N \leq 200$) nicht sinnvoll interpretiert bzw. durchgeführt werden konnte.

Methodenteil beschriebenen Studie mit unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen. Eine ausführliche Darstellung findet sich in den entsprechenden Publikationen (siehe Anhang).

Die Autorin dieser Dissertation und Erstautorin aller drei Beiträge hatte eine federführende Rolle bei der Planung, Entwicklung, Durchführung, Auswertung sowie Darstellung der Dissertationsstudie. Dies beinhaltet die Konzeption, Aufbereitung des theoretischen Hintergrunds, Datenauswertung und -interpretation der entsprechenden Teilanalysen sowie die publikationsbasierte Darstellung der drei einzelnen Beiträge im Rahmen der Dissertation. Die Betreuerin dieser Dissertation und Koautorin aller Beiträge unterstützte die Erarbeitung des Forschungsvorhabens als auch die Erstellung der Publikationen beratend. Die weitere Koautorin des ersten Beitrags unterstützte in Teilen die Aufbereitung des theoretischen Hintergrunds sowie die Diskussion und Interpretation der Ergebnisse beratend.

Artikel 1 wurde bei der Zeitschrift „*Psychologie in Erziehung und Unterricht*“ veröffentlicht (s. Anhang 1; Autoren: Katrin Neubauer, Claudia Geyer und Doris Lewalter). *Artikel 2* (s. Anhang 2; Autoren: Katrin Neubauer und Doris Lewalter) und *Artikel 3* (s. Anhang 3; Autoren: Katrin Neubauer und Doris Lewalter) wurden bei internationalen Fachzeitschriften mit Peer-Review-Verfahren zur Veröffentlichung eingereicht und befinden sich derzeit im Begutachtungsprozess.

5.1 Bedeutung der basic needs für das situationale Interesse bei Ausstellungsbesuchen mit unterschiedlichen Instruktionsdesigns

Der erste Beitrag fokussiert die Untersuchung der *motivationalen Wirksamkeit unterschiedlich gestalteter Ausstellungsbesuche (Frage 1a & 1b)*. Ziel des Beitrags ist die Analyse der drei für den Besuch der Nanotechnologieausstellung des Deutschen Museums entwickelten unterschiedlichen Instruktionsdesigns [(Vor-)Führung, Gruppenpuzzle, Erkunden] hinsichtlich der Ausprägungen des situationalen Interesses sowie der basic needs der Schüler und deren Vorhersagekraft für das Ausmaß des situationalen Interesses. Dabei wurde das situationale Interesse in Catch und Hold (s. Abschnitt 2.1.2) sowie die basic needs in Autonomie – Selbstbestimmtheit, Autonomie – Passung mit Wünschen und Zielen, Kompetenz, soziale Eingebundenheit zu den Mitschülern sowie zum Museumspersonal (s. Abschnitt 2.3.2) unterteilt. Die verwendeten Erhebungsinstrumente sind in Abbildung 1 zusammengefasst.

Basierend auf den dargestellten motivationsbezogenen theoretischen Aussagen und empirischen Befunden (s. Abschnitte 2.1.2/ 2.2/ 2.3.1/ 2.3.2) wurden folgende Annahmen formuliert. *Hypothese 1a*: Die stark strukturierte (Vor-)Führung (kognitiver Ansatz) kann, gerade bei geringem Vorwissen, einer komplexen und anspruchsvollen Thematik wie der Nanotechnologie sowie einer eher unbekannteren Lernumgebung, die basic needs und damit auch das situationale Interesse am besten unterstützen, gefolgt vom Gruppenpuzzle (gemäßigt-konstruktivistischer Ansatz) sowie dem Erkunden (konstruktivistischer Ansatz). *Hypothese 1b*: Die einzelnen basic needs besitzen in Abhängigkeit des Instruktionsdesigns eine unterschiedliche Vorhersagekraft für das situationale Interesse (Lewalter et al., 1998; Minnaert et al., 2007), wobei diese für Catch stärker ausfallen sollte als für Hold (Geyer, 2008; Willems, 2011). Zur empirischen Überprüfung der Hypothesen wurden die Daten der Schüler von *Gruppe 1 (Ausstellung-Labor) zum 2. Messzeitpunkt*,

d.h. nur die Daten, die den Ausstellungsbesuch betreffen, herangezogen (vgl. Abschnitt 4.2 sowie Abb. 1). Die Ergebnisse sind im Folgenden nach den Hypothesen gegliedert:

(1a) Die varianzanalytischen Ergebnisse zeigen, dass die Schüler der stark strukturierten (Vor-)Führung, wie erwartet, höhere Mittelwerte bezüglich beider Phasen des *situationalen Interesses* aufweisen als die Schüler der anderen beiden Methoden, wobei die Werte für das Gruppenpuzzle entgegen der Erwartungen am niedrigsten ausfallen. Signifikante Unterschiede zeigen sich für Catch zwischen der (Vor-)Führung und den anderen beiden Methoden, während sich für Hold ein signifikanter Unterschied nur zwischen der (Vor-)Führung und dem Gruppenpuzzle zeigt. Auch das Gesamtsystem der *basic needs* konnte erwartungsgemäß von der (Vor-)Führung am stärksten unterstützt werden, während dies beim Erkunden und Gruppenpuzzle, wenn auch in unterschiedlicher Weise, weniger gut gelang. Signifikant sind diese Unterschiede allerdings nur hinsichtlich des Autonomieerlebens – Passung mit Wünschen und Zielen sowie hinsichtlich der sozialen Eingebundenheit zum Museumspersonal. Das Kompetenzerleben wurde von beiden weniger stark strukturierten Methoden relativ niedrig eingeschätzt, wobei sich ein tendenziell signifikanter Unterschied zwischen (Vor-)Führung und Erkunden zeigt.

(1b) Bezüglich des *Zusammenhangs der basic needs mit Catch und Hold* zeigen die regressionsanalytischen Befunde erwartungskonform eine instruktionsabhängige unterschiedliche Vorhersagekraft der einzelnen basic needs für Catch und Hold, wobei diese durchgängig für Catch deutlich stärker ausfällt als für Hold. Für die (Vor-)Führung zeigen sich sowohl das Autonomieerleben – Passung mit Wünschen und Zielen als auch die soziale Eingebundenheit zum Museumspersonal als signifikante Prädiktoren für Catch, während sich für Hold keine Zusammenhänge zeigen. Beim *Erkunden* wird Catch durch das Autonomieerleben – Passung mit Wünschen und Zielen und das Kompetenzerleben hochsignifikant vorhergesagt. Bezüglich Hold stellt die wahrgenommene Selbstbestimmtheit einen signifikanten und das Kompetenzerleben nur noch einen in der Tendenz signifikanten Prädiktor dar. Beim *Gruppenpuzzle* wird Catch durch das Kompetenzerleben hochsignifikant und Hold durch die soziale Eingebundenheit zu den Mitschülern signifikant vorhergesagt.

Die Ergebnisse der Teilanalyse verdeutlichen, dass insbesondere stark strukturierte Ausstellungsbesuche zur Unterstützung der basic needs und des situationalen Interesses (v.a. Catch) geeignet sind. Aber auch das wenig strukturierte Erkunden zeigt sich v.a. zur Aufrechterhaltung des Interesses (Hold) als förderlich. Die Befunde weisen darauf hin, dass nicht die Gestaltungsmethode an sich, sondern vielmehr die durch sie unterstützten basic needs für die Entwicklung eines situationalen Interesses ausschlaggebend sind, wie auch Lewalter und Geyer (2009) aufgrund der Befunde ihrer Studie schlussfolgern. Dabei zeigen sich für unterschiedlich gestaltete Ausstellungsbesuche verschiedene basic needs für die Interessensentwicklung als bedeutsam.

5.2 Förderung inhaltlicher Relevanzwahrnehmung, kognitiver Lernaktivitäten und des Erwerbs naturwissenschaftlichen Wissens durch Ausstellungsbesuche mit unterschiedlichen Instruktionsdesigns

Der zweite Beitrag fokussiert auf die Analyse der *kognitiven Wirksamkeit unterschiedlich gestalteter Ausstellungsbesuche* (Frage 2a, 2b & 2c). Im Detail werden die drei Instruktionsdes-

igns [(Vor-)Führung, Gruppenpuzzle, Erkunden] hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die inhaltliche Relevanzwahrnehmung, die verwendeten kognitiven Lernaktivitäten sowie auf den Erwerb bzw. die Veränderung des subjektiv wahrgenommenen Wissens untersucht. Für die einzelnen Designs wird auch geprüft, inwieweit die Relevanzwahrnehmung die Nutzung der Lernaktivitäten beeinflusst sowie inwieweit die eingesetzten Lernaktivitäten wiederum einen Einfluss auf den Wissenserwerb haben. Dabei wurde die Relevanzwahrnehmung eindimensional erfasst, während die kognitiven Lernaktivitäten in oberflächen- und tiefenorientierte Prozesse (s. Abschnitt 2.3.2) sowie das subjektiv eingeschätzte Wissen in Inhalte, Forschungsprozesse und gesellschaftliche Bedeutsamkeit der Nanotechnologie (s. Abschnitt 2.1.1) unterteilt wurden. Die verwendeten Erhebungsinstrumente sind in Abbildung 1 zusammengefasst.

Basierend auf den dargestellten lerntheoretischen Annahmen und empirischen Befunden zu den kognitiven Lernprozessen und -ergebnissen (s. Abschnitte 2.1.1/ 2.2/ 2.3.1/ 2.3.2) sowie unter Berücksichtigung der eher unbekannteren Lernumgebung und des komplexen Themas Nanotechnologie wurden die folgenden Annahmen formuliert. *Hypothese 2a*: Die stark strukturierte (Vor-)Führung (kognitiver Ansatz) kann sowohl die inhaltliche Relevanzwahrnehmung (Seidel et al., 2005b), die Nutzung der kognitiven Lernaktivitäten, insbesondere der tiefenorientierten (Seidel et al., 2005b; Sierens et al., 2009), als auch den Wissenserwerb (z.B. Waltner & Wiesner, 2009; Wilde & Urhahne, 2008) der Schüler stärker unterstützen als das Gruppenpuzzle (gemäßigt-konstruktivistischer Ansatz) oder Erkunden (konstruktivistischer Ansatz). *Hypothese 2b*: Die inhaltliche Relevanzwahrnehmung der Schüler hat einen positiven Einfluss auf ihre Nutzung der Lernaktivitäten, insbesondere auf die tiefenorientierten (z.B. Seidel et al., 2005a; Weinstein & Mayer, 1986). Dabei wird für die verschiedenen Designs eine unterschiedliche Vorhersagekraft der Relevanzwahrnehmung angenommen. *Hypothese 2c*: Die Lernaktivitäten wiederum, besonders die tiefenorientierten, beeinflussen den Wissenserwerb der Schüler positiv (Seidel et al., 2005b; Wild et al., 2006). Dabei wird eine höhere Vorhersagekraft der Lernaktivitäten im Zusammenhang mit weniger strukturierten Gestaltungen erwartet. Zur empirischen Überprüfung der Hypothesen wurden auch im zweiten Beitrag die Daten der Schüler von *Gruppe 1 (Ausstellung-Labor)* allerdings zum 1. und 2. Messzeitpunkt, d.h. vor und nach dem Ausstellungsbesuch, verwendet (vgl. Abschnitt 4.2 sowie Abb. 1). Die Varianz- und Regressionsanalytischen Ergebnisse der Teilanalyse sind im Folgenden entsprechend der Hypothesen gegliedert:

(2a) Alle drei Designs weisen relativ hohe Mittelwerte bezüglich der *inhaltlichen Relevanzwahrnehmung* auf, wobei die (Vor-)Führungsgruppe, wie erwartet, im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen den signifikant höchsten Mittelwert zeigt. Die oberflächenorientierten *Lernaktivitäten* werden erwartungskonform von der (Vor-)Führung signifikant stärker unterstützt als von den anderen beiden Methoden, welche sich ihrerseits nicht signifikant voneinander unterscheiden. Wohingegen die tiefenorientierten Aktivitäten von allen drei Designs im mittleren Ausmaß angeregt werden können, insgesamt aber geringer als die oberflächenorientierten Aktivitäten. Ausgehend von einem ähnlich geringen Vorwissen zu allen drei Wissensbereichen (keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen) erzielen alle Schüler designunabhängig durch ihren Ausstellungsbesuch einen signifikanten *Wissenszuwachs*. Signifikante Haupt- und Interaktionseffekte (Messzeitpunkt x Instruktionsdesign) belegen einen unterschiedlichen Wissenszuwachs der einzelnen Gruppen bezüglich aller drei Wissensbereiche. Bezüglich der Nano-Inhalte

zeigt die (Vor-)Führung einen signifikant größeren Wissenszuwachs als die anderen beiden Gruppen. Bezüglich der Forschungsprozesse und der gesellschaftlichen Bedeutsamkeit zeigen die (Vor-)Führung und das Erkunden einen ähnlich großen Wissenszuwachs, während das Gruppenpuzzle auch hier den geringsten Zuwachs zeigt.

(2b) Erwartungskonform zeigt sich für alle Designs ein *positiver Zusammenhang zwischen der inhaltlichen Relevanzwahrnehmung und den verwendeten kognitiven Lernaktivitäten*. Für die (Vor-)Führung und das Erkunden stellt die Relevanzwahrnehmung für beide Lernaktivitäten einen hochsignifikanten Prädiktor dar, allerdings mit einer entgegengesetzten Gewichtung der Vorhersagekraft. Bei der (Vor-)Führung ist sie für die oberflächenorientierten und beim Erkunden für die tiefenorientierten Aktivitäten höher. Beim *Gruppenpuzzle* sagt die wahrgenommene Relevanz die tiefenorientierten Aktivitäten signifikant und die oberflächenorientierten in der Tendenz signifikant vorher.

(2c) Entsprechend der Erwartungen können die *kognitiven Lernaktivitäten den Wissenserwerb der Schüler zu einem gewissen Grad vorhersagen* und zeigen eine höhere Vorhersagekraft mit abnehmender Strukturierung der Designs. Für die (Vor-)Führung zeigen sich keine Zusammenhänge für alle drei Wissensbereiche. Für das *Gruppenpuzzle* zeigen sich nur die oberflächenorientierten Lernaktivitäten als positive Prädiktoren, wobei deren Vorhersagekraft für den Erwerb von Wissen zu den Nano-Inhalten hochsignifikant, zur gesellschaftlichen Bedeutsamkeit signifikant und zu den Forschungsprozessen tendenziell signifikant ist. Beim *Erkunden* sagen die tiefenorientierten Aktivitäten den Wissenserwerb zu den Nano-Inhalten und Forschungsprozessen signifikant hervor, während der Wissenserwerb zur gesellschaftlichen Bedeutsamkeit sowohl signifikant durch die oberflächenorientierten als auch tendenziell signifikant durch die tiefenorientierten Aktivitäten vorhergesagt wird.

Insgesamt zeigt sich ergänzend zu den Ergebnissen des ersten Beitrags, dass stark strukturierte Ausstellungsbesuche auch die inhaltliche Relevanzwahrnehmung als auch die Nutzung der kognitiven Lernaktivitäten (v.a. oberflächenorientierter Aktivitäten) sowie den Wissenserwerb in stärkerem Umfang unterstützen können als weniger stark strukturierte Besuche. Bezüglich des Wissenserwerbs zeigt sich allerdings die höhere unterstützende Wirkung der (Vor-)Führung nur begrenzt auf die nanotechnologischen Inhalte, während Wissen zu den Forschungsprozessen und der gesellschaftlichen Bedeutsamkeit der Nanotechnologie auch mithilfe des wenig strukturierten Erkundens ähnlich gut erworben werden kann. Ferner zeigt sich instruktionsunabhängig die inhaltliche Relevanzwahrnehmung als wichtiger Einflussfaktor der verwendeten kognitiven Lernaktivitäten, vor allem jedoch für die stark als auch wenig strukturierte Besuchsgestaltung. Im Rahmen der weniger strukturierten Designs haben die Lernaktivitäten zudem einen positiven Einfluss auf den Wissenserwerb, wobei die lernförderliche Wirkung der Lernaktivitäten mit abnehmender Strukturierung der Designs zunimmt.

5.3 Unterstützung naturwissenschaftlicher Grundbildung im Museum: Forscherlabor, Ausstellung oder beides?

Der dritte Beitrag fokussiert die Untersuchung der *motivationalen und kognitiven Wirksamkeit von Forscherlaboren* (hier des „Gläsernen Forscherlabors“ des Deutschen Museums München), u.a. im Vergleich zu den unterschiedlich gestalteten Ausstellungsbesuchen. Ferner wird

erforscht, ob und wie der Laborbesuch instruktional unterstützt werden sollte und inwieweit sich Besuche von Forscherlaboren und Ausstellungen hinsichtlich ihrer Wirkung sinnvoll ergänzen können (*Frage 3a, 3b & 3c*). Hierzu werden die Effekte unterschiedlicher Besuchsformen (Forschertlabor, Ausstellung) und deren Kombination in unterschiedlicher Reihenfolge (Ausstellung-Labor, Labor-Ausstellung) auf das Auftreten und die Veränderung des subjektiv eingeschätzten Wissens als auch des situationalen Interesses als Indikatoren einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (vgl. Abschnitt 2.1) untersucht. Dabei wurden drei Bereiche des subjektiven Wissens Inhalte, Forschungsprozesse und gesellschaftliche Bedeutsamkeit der Nanotechnologie (s. Abschnitt 2.1.1) und zwei Komponenten des situationalen Interesses Catch und Hold untersucht (s. Abschnitt 2.1.2). Die verwendeten Erhebungsinstrumente sind in Abbildung 1 dargestellt.

Auf Basis der dargelegten kommunikations-, lern- und interessenstheoretischen Annahmen und empirischen Befunde (s. Abschnitte 2.1.1/ 2.1.2/ 2.3.1) wurden im Rahmen des dritten Beitrags die folgenden Annahmen formuliert. *Hypothese 3a & 3b*: Sowohl der Ausstellungs- als auch der Laborbesuch sollten positive Auswirkungen auf das Wissen und das situationale Interesse der Schüler haben (Geyer et al. 2013; Rennie & Willems, 2006). Bezüglich der unterschiedlichen Instruktionsdesigns des Ausstellungsbesuchs wird erwartet, dass stark oder mittelmäßig strukturierte Besuche den Wissenserwerb stärker unterstützen als wenig strukturierte Besuche, während für die motivationale Wirksamkeit keine Vermutung formuliert werden kann (z.B. Geyer, 2008; Waltner & Wiesner, 2009; Wilde & Urhahne, 2008; Wilde et al., 2003). *Hypothese 3c*: Der Laborbesuch mit inhaltlicher Vorbereitung (Kombination Ausstellung-Labor) bringt sowohl für das Wissen als auch für das situationale Interesse im Vergleich zum Laborbesuch alleine als auch zum Laborbesuch mit inhaltlicher Nachbereitung (Kombination Labor-Ausstellung) einen Mehrwert (vgl. Atkinson & Shiffrin, 1968; Bromme & Jucks, 2003; Clark, 1996; Hidi & Renninger, 2006; Weinstein & Mayer, 1986). Bezüglich der unterschiedlichen Instruktionsdesigns des Ausstellungsbesuchs, egal ob sie als inhaltliche Vor- oder Nachbereitung des Laborbesuchs genutzt werden, wird wie bei Hypothese 3a & 3b angenommen, dass eine starke oder mittlere Strukturierung zu höheren kognitiven Effekten führt als eine geringe Strukturierung, während die motivationale Effektivität nicht vorhergesagt werden kann. Zur empirischen Überprüfung der Hypothesen wurden die Daten der *Gesamtstichprobe (Gruppe 1: Ausstellung-Labor und Gruppe 2: Labor-Ausstellung)* zu allen drei Messzeitpunkten genutzt (vgl. Abschnitt 4.2 sowie Abb. 1). Die varianzanalytischen Ergebnisse werden entsprechend der Hypothesen zusammengefasst:

(3a & 3b) Ausgehend von einem ähnlich geringen Vorwissen (keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen) können alle Schüler unabhängig von der Besuchsform (3 unterschiedlich gestaltete Ausstellungsbesuche und 1 Laborbesuch) einen signifikanten *Wissenszuwachs* bezüglich aller drei Wissensbereiche erzielen. Dabei zeigen die einzelnen Gruppen einen unterschiedlichen Wissenszuwachs bezüglich aller drei Wissensbereiche. So zeigen die (Vor-)Führungs-Gruppe und die Laborgruppe für die Nano-Inhalte einen größeren Wissenszuwachs als die anderen beiden Gruppen. Im Hinblick auf die Forschungsprozesse kann bei den Schülern durch den Laborbesuch ein größerer Wissenszuwachs erzielt werden als durch das Gruppenpuzzle oder Erkunden. Die (Vor-)Führung führt hier nur im Vergleich zum Gruppenpuzzle zu einem stärkeren Zuwachs an Wissen. Bezüglich des Wissens zur gesellschaftlichen Bedeutsamkeit zeigt

sich ein signifikant größerer Zuwachs durch die (Vor-)Führung und das Labor nur im Vergleich zum Gruppenpuzzle. Bezüglich des *situationalen Interesses* wird Catch von den Schülern der (Vor-)Führung signifikant höher eingeschätzt als von den Schülern der anderen beiden Gruppen, während die Schüler des Forscherlabors Catch nur im Vergleich zu den Schülern des Gruppenpuzzles höher wahrnehmen. Hold wird von allen Gruppen, außer der des Gruppenpuzzles, in mittlerem Ausmaß eingeschätzt.

(3c) Entgegen der Erwartungen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ausstellungs-Laborgruppen (Laborbesuch mit Vorbereitung) und der Laborgruppe (Laborbesuch alleine) bezüglich des Wissens als auch des situationalen Interesses. Weiterhin haben auch beide *Kombinationen Ausstellung-Labor* (Laborbesuch mit Vorbereitung) bzw. *Labor-Ausstellung* (Laborbesuch mit Nachbereitung) instruktionsunabhängig ähnliche Auswirkungen auf das Wissen und das situationale Interesse der Schüler. Trotz der ähnlichen Endergebnisse verläuft die Entwicklung bzw. Veränderung der einzelnen Gruppen, die zu diesen Endergebnissen führt, unterschiedlich. Während die Ausstellungsgruppen durch den anschließenden Laborbesuch insgesamt überwiegend positive motivationale und kognitive Veränderungen aufzeigen, zeigen sich für die Laborgruppe durch den anschließenden Ausstellungsbesuch keine oder vereinzelt sogar negative Effekte. So können alle Ausstellungsgruppen durch den Laborbesuch erneut Wissen zu den Forschungsprozessen erwerben. Die Erkunden-Gruppe kann auch in den beiden anderen Wissensbereichen durch das Labor weitere Kenntnisse hinzugewinnen. Im Vergleich dazu kann die Laborgruppe durch den anschließenden Ausstellungsbesuch unabhängig vom Instruktionsdesign kein zusätzliches Wissen in den drei Bereichen erwerben. Für das situationale Interesse zeigt sich: Bei keiner der Ausstellungsgruppen kann durch den Laborbesuch Catch erhöht werden, allerdings erhöht sich beim Gruppenpuzzle und beim Erkunden der Hold-Wert durch den Laborbesuch signifikant und bleibt bei der (Vor-)Führung unverändert. Bei der Laborgruppe können beide Komponenten des situationalen Interesses durch die anschließende (Vor-)Führung signifikant erhöht werden, während ein anschließendes Gruppenpuzzle oder Erkunden zu einer signifikanten Abnahme von Catch und gleichbleibenden Werten von Hold führen.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass sowohl der Besuch des Forscherlabors als auch der Ausstellungsbesuch in Form der (Vor-)Führung in motivationaler (situationales Interesse) als auch kognitiver (Wissenszuwachs) Hinsicht besonders effektiv sind, aber auch das Erkunden besitzt stellenweise ein ähnliches lern- und motivationsförderliches Potenzial. Das Gruppenpuzzle weist durchgehend die geringste Wirkung auf. Weder eine inhaltliche Vorbereitung noch eine inhaltliche Nachbereitung bzw. Vertiefung des Laborbesuchs bringen in motivationaler als auch kognitiver Hinsicht einen Mehrwert für den Laborbesuch.

6 Diskussion

In der vorliegenden Dissertation wurden die motivationalen und kognitiven Auswirkungen unterschiedlicher Besuchsformen (drei unterschiedlich gestaltete Ausstellungsbesuche und ein Forscherlabor-Besuch) im Rahmen schulischer Museumsbesuche systematisch und theoriebasiert verglichen. Dabei wurden einerseits die motivationalen und kognitiven Lernergebnisse, d.h. die Entwicklung eines situationalen Interesses (s. Abschnitt 2.1.2; Hidi & Renninger, 2006; Lewalter & Geyer, 2009; Mitchell, 1993) und der Erwerb naturwissenschaftlichen Wissens (s. Abschnitt

2.1.1; Miller, 1983, 1998), in Abhängigkeit dieser unterschiedlichen Besuchsformen untersucht. Hierdurch können Rückschlüsse bezüglich der Eignung der einzelnen Besuchsformen zur Unterstützung der Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung gezogen werden (vgl. Abschnitt 2.1; Bybee et al., 2009; OECD, 2006). Um mögliche Erklärungsansätze für diese motivationalen und kognitiven Lernergebnisse aufzeigen zu können, wurden des Weiteren im Rahmen der Ausstellungsbesuche auch die bisher im Museum nur selten betrachteten motivationalen und kognitiven Lernprozesse (basic needs, kognitive Lernaktivitäten) und deren bisher im Museumskontext kaum untersuchtes Zusammenspiel mit den genannten Lernergebnissen miteinbezogen (s. Abschnitt 2.3.2). Weiterhin wurde für die einzelnen Ausstellungsbesuche untersucht, inwieweit die inhaltliche Relevanzwahrnehmung mit der Nutzung der kognitiven Lernaktivitäten zusammenhängt (s. Abschnitt 2.3.2). Dieser ganzheitliche Zugang ermöglicht einen umfassenden und tiefergehenden Einblick in die Qualität des Lernens im Museum und liefert Hinweise für mögliche Erklärungen, warum eine bestimmte Gestaltung zu einem bestimmten Lernergebnis führt. Hierdurch können relevante lern- und motivationsförderliche Aspekte der unterschiedlichen Gestaltungsmethoden des Ausstellungsbesuchs aufgezeigt werden, wodurch Ansatzpunkte für die (museums-)pädagogische Praxis zur Optimierung der einzelnen Gestaltungsmethoden im Hinblick auf deren Lern- und Motivationsförderung gegeben werden können. Weiterhin liefert die Arbeit erste Erkenntnisse zur motivationalen und kognitiven Wirkung des bisher im Rahmen schulischer Museumsbesuche nicht untersuchten Forscherlabors und zu dessen effektiver Einbindung in einen schulischen Museumsbesuch.

Die zentralen Befunde der vorliegenden Arbeit werden im Folgenden zu den einzelnen Besuchsformen zusammenfassend und übergreifend diskutiert (6.1). Im Anschluss werden Grenzen der Untersuchung dargelegt (6.2). Abschließend werden Implikationen für die museumspädagogische Praxis und Forschung beleuchtet (6.3).

6.1 Zusammenfassung und Diskussion der zentralen Befunde

Insgesamt belegen die Ergebnisse der vorliegenden Dissertation, dass naturwissenschaftlich-technische Museen, sowohl Ausstellungen als auch Forscherlabore, die Entwicklung eines situationalen Interesses als auch den Erwerb naturwissenschaftlichen Wissens unterstützen können und damit zur Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung beitragen können (vgl. Rennie & Williams, 2006). In der vorliegenden Untersuchung haben sich sowohl der Besuch des Forscherlabors als auch der Ausstellungsbesuch in Form der (Vor-)Führung in motivationaler als auch kognitiver Hinsicht besonders effektiv gezeigt. Aber auch das Erkunden, welches für einen eher wenig strukturierten, freien Ausstellungsbesuch steht, besitzt stellenweise ein ähnliches lern- und motivationsförderliches Potenzial. Das Gruppenpuzzle, welches einen mittleren Grad an Strukturierung aufweist, zeigt durchgehend geringere motivationale und kognitive Effekte.

Die Befunde zum *situationalen Interesse* als auch zum *Wissenserwerb* bezüglich der Inhalte, Forschungsprozesse und sozialen Bedeutsamkeit der Nanotechnologie belegen, dass alle Besuchsformen zur Entwicklung eines situationalen Interesses als auch zu einem signifikanten Wissenszuwachs in allen drei Bereichen beitragen. Allerdings unterscheiden sich die einzelnen Besuchsformen teilweise auch hinsichtlich ihrer Ausprägungen des situationalen Interesses sowie

ihres Wissenserwerbs. Das Labor und die (Vor-)Führung weisen dabei überwiegend vergleichbar hohe motivationale und kognitive Effekte auf.

Die Ergebnisse zum situationalen Interesse entsprechen nur in Teilen den unter Berücksichtigung der eher unbekannteren Lernumgebung sowie der fachlich anspruchsvollen Thematik Nanotechnologie formulierten Erwartungen (vgl. Abschnitt 5.1; Deci & Moller, 2005; Hidi & Renninger, 2006; Katz & Assor, 2002; Krapp, 2002; Reinmann & Mandl, 2006). Ein wesentlicher forschungsstandkonformer Befund ist, dass Catch von allen Gruppen höher eingeschätzt wurde als Hold (vgl. Geyer, 2008; Knogler, 2014; Lewalter & Geyer, 2009; Lewalter & Willems, 2009). Die im Vergleich zum Gruppenpuzzle und Erkunden erwartungskonformen höheren Mittelwerte der stark strukturierten (Vor-)Führung bezüglich beider Komponenten des situationalen Interesses (s. Abschnitt 5.1), welche für eine stärkere Motivationsförderung sprechen, bestätigen einerseits die Befunde von Wilde und Urhahne (2008), widersprechen aber gleichzeitig den Befunden anderer Museumsstudien (Geyer, 2008; Falk & Dierking, 1998; Stronck, 1983; Waltner & Wiesner, 2009). Die signifikant höheren Catch-Werte der (Vor-)Führung und des Labors verdeutlichen, dass die (Vor-)Führung und das Labor vor allem zur Auslösung eines situationalen Interesses besonders geeignet sind. Unter Berücksichtigung der zu Beginn der (Vor-)Führung stattfindenden experimentellen Vorführung, kann vermutet werden, dass die dort gezeigten überraschenden und effektvollen Experimente, welche für die Schüler wahrscheinlich ein sehr eindrucksvolles, einzigartiges und nicht alltägliches Erlebnis darstellen, eher zur Auslösung eines situationalen Interesses führen können (vgl. Hidi & Renninger, 2006) als herkömmlichere Methoden wie das Gruppenpuzzle oder das Erkunden. Auch beim Laborbesuch kann man davon ausgehen, dass durch die authentische Laborsituation als auch die Möglichkeit mit einem Forscher direkt zu sprechen das situationale Interesse eher geweckt werden kann (ebd.) als durch alltäglichere Methoden. Zu einer stärkeren Aufrechterhaltung des Interesses (Hold) können die genannten Merkmale der (Vor-)Führung und des Labors jedoch nicht beitragen, hier zeigt das Erkunden ein ähnliches motivationsförderliches Potential. Dies deutet darauf hin, dass die ausgestellten Exponate und präsentierten Informationen im Museum die Aufrechterhaltung des Interesses auch ohne starke externe Unterstützung geeignet unterstützen können.

Ähnlich wie bei der Catch-Komponente des situationalen Interesses können die (Vor-)Führung und das Forscherlabor auch den Wissenserwerb der Schüler zu den nanotechnologischen Inhalten stärker unterstützen als die anderen beiden Methoden. Ferner führt der Laborbesuch auch hinsichtlich der Forschungsprozesse zu einem größeren Wissenszuwachs als beide weniger strukturierten Methoden, wodurch der Fokus des Labors auf Forschung, Forschungsprozesse und -instrumente betont wird. Die (Vor-)Führung führt hier nur im Vergleich zum Gruppenpuzzle zu einem stärkeren Zuwachs. Wie auch bei Hold, schätzen alle Gruppen, mit Ausnahme der des Gruppenpuzzles, ihren Wissenserwerb bezüglich der gesellschaftlichen Relevanz ähnlich ein. Damit bestätigen die Befunde zur stark strukturierten (Vor-)Führung nur bezogen auf den eher klassischen Wissensbereich der Nano-Inhalte die Ergebnisse früherer Museumsstudien, welche zur Unterstützung des Wissenserwerbs eine starke Strukturierung empfehlen (vgl. Stronck, 1983; Waltner & Wiesner, 2009; Wilde & Urhahne, 2008). Gleichzeitig widersprechen die durchgehend geringeren kognitiven Effekte des Gruppenpuzzles jedoch den Ergebnissen anderer Museumsstudien, die eine mittlere Strukturierung als kognitiv am effektivsten aufgezeigt haben (vgl.

Bamberger & Tal, 2007; Wilde et al., 2003). Die hohe lernförderliche Wirkung des Labors, insbesondere zu den nanotechnologischen Inhalten und Forschungsprozessen, kann vermutlich auf die Möglichkeit der direkten und individuellen Interaktion mit dem Forscher zurückgeführt werden, wodurch Verständnisprobleme oder auftretende Fragen sowie Interessen sofort durch Nachfragen gelöst bzw. beantwortet werden können (Bromme & Rambow, 2001; Zorn, Roper, Weaver & Rigby, 2012). Gerade bei den komplexen nanotechnologischen Inhalten und schwer beobachtbaren Forschungsprozessen kann dies besonders förderlich sein. Die stark strukturierte (Vor-)Führung kann dagegen den Wissenserwerb der Schüler, entgegen der Erwartungen (s. Abschnitt 5.2; Reinmann & Mandl, 2006; Waltner & Wiesner, 2009; Wilde & Urhahne, 2008), nur bezüglich der Nano-Inhalte, einem eher klassischen Wissensbereich des schulischen Unterrichts, besonders gut unterstützen, aber nicht im Hinblick auf die weniger häufig behandelten Themen, wie die Forschungsprozesse und die gesellschaftliche Relevanz der Nanotechnologie. Hier besitzt das wenig strukturierte Erkunden ein ähnliches lernförderliches Potenzial, was allen bisherigen Museumsstudien widerspricht, die entweder eine starke oder mittlere Strukturierung als lernförderlich aufzeigten (z.B. Bamberger & Tal, 2007; Waltner & Wiesner, 2009). Demnach konnten sich die Schüler mithilfe der Methode des Erkundens auch ohne starke externe Unterstützung, einzig aufgrund des vorhandenen und anregenden Informationsangebots des Museums, selbstständig Wissen zu eher selten behandelten Themen, wie den Forschungsprozessen oder der gesellschaftlichen Relevanz der Nanotechnologie, aneignen. Dies betont die Eignung der Lernumgebung Museum zur sinnvollen Ergänzung des naturwissenschaftlichen Unterrichts gerade hinsichtlich der Vermittlung dieser im Schulkontext weniger intensiv behandelten Themen.

Auffällig sind die durchgehend geringeren motivationalen als auch kognitiven Lernergebnisse des Gruppenpuzzles im Vergleich zu den anderen Besuchsformen, welche basierend auf dem lern- und motivationstheoretischen Hintergrund (vgl. z.B. Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2002; Reinmann & Mandl, 2006) und den Befunden bisheriger Museumsstudien (vgl. Bamberger & Tal, 2007; Geyer, 2008; Stronck, 1983; Waltner & Wiesner, 2009; Wilde et al., 2003) so nicht erwartet wurden (vgl. Abschnitte 5.1 & 5.2). Die gemäßigt-konstruktivistische Gestaltung des Gruppenpuzzles bittet einen mittleren Grad an Strukturierung und Anleitung der inhaltlichen Beschäftigung der Schüler, wodurch sowohl ihre Interessensentwicklung als auch ihr Wissenserwerb, gerade bei geringem Vorwissen und komplexen Thematiken wie der Nanotechnologie, im Vergleich zu wenig strukturierten Ansätzen besser unterstützt werden sollten. Mögliche Erklärungen für diesen hypothesenkonträren Befund können u.a. in der Gestaltungsmethode selbst gesehen werden. Zunächst einmal kann man vermuten, dass diese Methode sehr hohe Anforderungen an die Schüler stellt, da sie während ihrer Beschäftigung mit den neu zu lernenden Informationen sowohl inhaltliche als auch soziale Herausforderungen meistern müssen, was lern- und motivationshinderlich Auswirkungen haben kann. Aber auch die Anforderung den anderen das gerade neu gelernte Thema zu erklären, kann die Schüler überfordern, insbesondere wenn sie ein geringes Vorwissen zu diesem Thema besitzen (Renkl, 1997) und es zudem sehr komplex ist. Weiterhin kann es sein, dass die Schüler aufgrund von Erfahrungen während der gegenseitigen Erklärungsphase des Gruppenpuzzles (Wahrnehmung von Wissenslücken) ihren Wissenserwerb realistischer und selbstkritischer wahrnehmen und diesen dadurch geringer einschätzen.

Hinweise für mögliche Erklärungen für das Zustandekommen dieser Unterschiede, können die Analysen der *Lernprozesse und derer Zusammenhänge mit den Lernergebnissen* liefern, welche als Ansatzpunkte für die (museums-)pädagogische Praxis zur Optimierung der einzelnen Gestaltungen im Hinblick auf deren Lern- und Motivationsförderung herangezogen werden können. In der vorliegenden Arbeit wurden diese Analysen in einem ersten Schritt für die unterschiedlich gestalteten Ausstellungsbesuche durchgeführt. Entsprechende Analysen zum Forscherlabor stehen noch aus.

Auch die Ergebnisse zu den *motivationalen* und *kognitiven Lernprozessen* zeigen, dass vor allem die stark strukturierte (Vor-)Führung unterstützend wirkt, während dies beim Erkunden und Gruppenpuzzle, in ähnlicher Weise aber mit geringerem Ausmaß gelingt.

Die (Vor-)Führung kann, wie erwartet (s. Abschnitt 5.1; Deci & Moller, 2005; Hidi & Renninger, 2006; Katz & Assor, 2002; Krapp, 2002; Reinmann & Mandl, 2006) auch das Gesamtsystem der basic needs am stärksten unterstützen, während dies beim Erkunden und beim Gruppenpuzzle, wenn auch in unterschiedlicher Weise, weniger gut gelingt. Allerdings lassen sich lediglich bezüglich des Autonomieerlebens – Passung mit eigenen Wünschen und Zielen als auch für die soziale Eingebundenheit zum Museumspersonal signifikante Unterschiede feststellen. Dies ist auch nicht überraschend, da es sich bei der (Vor-)Führung um eine stark dozenten-zentrierte Instruktionsform handelt, welche dem typischen Bild eines Museumsbesuchs weitgehend entspricht (zsf. Klaes, 2008). Bezüglich der inhaltlichen Relevanzwahrnehmung weisen alle drei Ausstellungsbesuche relativ hohe Mittelwerte auf, was darauf hinweist, dass die Schüler auch mit geringer instruktionaler Unterstützung die Relevanz der Lerninhalte durch die authentischen Ausstellungsobjekte und anwendungsorientierten Inhalte der Ausstellung an sich relativ gut wahrnehmen konnten (vgl. Brophy, 2008). Allerdings kann die Relevanzwahrnehmung durch die externe Strukturierung der (Vor-)Führung, wie erwartet (s. Abschnitte 2.3.2 & 5.2), am stärksten verdeutlicht werden (vgl. Seidel et al., 2005b). Dies ist auch nicht überraschend, da im Rahmen der (Vor-)Führung, anders als beim Gruppenpuzzle und Erkunden, bei denen zielgruppenspezifische Materialien und Instruktionimpulse vorab entwickelt werden, die Informationsvermittlung und damit auch die Unterstützung der Relevanzwahrnehmung laufend während des Lernens an die Bedürfnisse der Zielgruppe angepasst werden können. Insgesamt bekräftigen diese Befunde erneut das bereits erwähnte Potenzial der Lernumgebung Museum zur sinnvollen Ergänzung des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Die Ergebnisse bezüglich der bisher selten untersuchten kognitiven Lernaktivitäten (vgl. Thoma, 2009) entsprechen nur in Teilen den formulierten Annahmen (vgl. Abschnitt 5.2). So werden die oberflächenorientierten Lernaktivitäten, wie erwartet, von der stark strukturierten (Vor-)Führung wieder signifikant stärker unterstützt als von den anderen beiden Methoden. Wohingegen die tiefenorientierten Aktivitäten, entgegen der Erwartungen und bisherigen Befunde aus der Unterrichtsforschung (vgl. Brophy, 1999; Seidel et al., 2005b; Sierens et al., 2009), von allen drei Designs ähnlich stark angeregt werden, insgesamt aber in geringerem Ausmaß als die oberflächenorientierten Aktivitäten. Eine mögliche Ursache für die stärker oberflächliche inhaltliche Beschäftigung der Schüler aller Gruppen könnte in der relativ kurzen Besuchsdauer liegen. Möglicherweise wurde ein Großteil der zur Verfügung stehenden Zeit zur Orientierung in der Ausstellung als auch zur Findung und Aufnahme der relevanten Informationen aufgewendet, wodurch zu wenig Zeit für eine tiefergehende Beschäftigung

blieb. Ebenso könnte der unterschiedliche Bekanntheits- bzw. Erfahrungsgrad der Schüler mit der jeweiligen Gestaltungsmethode des Besuchs einen Einflussfaktor auf die Verarbeitungstiefe darstellen, d.h. je nachdem wie bekannt oder unbekannt eine Methode ist, müssen die zur Verfügung stehende Zeit sowie Gedächtniskapazitäten zunächst zum Verstehen der Anforderungen und des Ablaufs der jeweiligen Methode genutzt werden.

Betrachtet man weiterhin die Ergebnisse zu den *Zusammenhängen* der basic needs mit der Interessensentwicklung, der inhaltlichen Relevanzwahrnehmung mit der Nutzung der kognitiven Lernaktivitäten als auch der genutzten kognitiven Lernaktivitäten mit dem Wissenserwerb, so zeigen sich *für die unterschiedlich gestalteten Ausstellungsbesuche jeweils verschiedene Aspekte für die Interessensentwicklung und den Wissenserwerb als zentral*. Bevor diese nachfolgend getrennt für die einzelnen Gestaltungsmethoden zusammenfassend dargestellt werden, werden zunächst die gefundenen grundsätzlichen Befunde bezüglich der Zusammenhänge dargelegt.

Erwartungsgemäß (Lewalter et al., 1998; Minnaert et al., 2007) zeigt sich je nach Instruktionsdesign des Ausstellungsbesuchs eine unterschiedliche Vorhersagekraft der einzelnen basic needs für beide Phasen des situationalen Interesses, wobei theorie- und forschungsstandkonform die prädiktive Kraft der basic needs instruktionsunabhängig für die Varianzaufklärung von Catch deutlich stärker ist als für die von Hold (vgl. Geyer, 2008; Lewalter & Geyer, 2009; Lewalter & Willems, 2009; Willems, 2011). Weiterhin zeigt sich, wie erwartet (s. Abschnitt 5.2), für alle drei Designs ein positiver Zusammenhang zwischen der inhaltlichen Relevanzwahrnehmung und den verwendeten kognitiven Lernaktivitäten (vgl. Seidel et al., 2005a). Dies bestätigt, dass die Relevanzwahrnehmung, wie in anderen Lernkontexten, auch im Museumskontext gestaltungsunabhängig für den Lernprozess von zentraler Bedeutung ist (vgl. Brophy, 2008; Mayer, 1996; Seidel et al., 2005a; Weinstein & Mayer, 1986). Ein Zusammenhang der verwendeten Lernaktivitäten mit dem Wissenserwerb der Schüler zeigt sich nur für beide weniger strukturierten Methoden, wobei die Vorhersagekraft, wie erwartet (s. Abschnitt 5.2), mit abnehmender Strukturierung zunimmt. Demnach besitzen die Lernaktivitäten in Lernsituationen mit geringerer Strukturierung und höherem Selbststeuerungsanteil der Lernenden eine stärkere lernförderliche Wirkung. Dieser Befund entspricht den theoretischen Annahmen des selbstregulierten Lernens, wonach die kognitiven Lernaktivitäten eine zentrale Voraussetzung des selbstregulierten Lernens darstellen (vgl. Schiefele & Pekrun, 1996).

Im Rahmen der *(Vor-)Führung* sind sowohl das Autonomieerleben – Passung mit Wünschen und Zielen als auch die soziale Eingebundenheit zum Museumspersonal signifikante Prädiktoren von Catch. Gerade diese beiden basic needs konnten von der *(Vor-)Führung* auch besonders gut unterstützt werden. Für Hold lassen sich bei der *(Vor-)Führung* allerdings keine Zusammenhänge zu den basic needs finden. Hier stellt sich die Frage nach anderen prädiktiven Faktoren, wie z.B. der inhaltlichen Relevanzwahrnehmung, der eine zentrale Bedeutung gerade für die Aufrechterhaltung des situationalen Interesses zugeschrieben wird (z.B. Hidi & Renninger, 2006). Dies muss in weiteren Analysen geklärt werden. Weiterhin zeigt sich bei der *(Vor-)Führung* die Relevanzwahrnehmung zwar für beide kognitiven Lernaktivitäten als hochsignifikanter Prädiktor (vgl. Seidel et al., 2005a), allerdings haben die Lernaktivitäten keinen Einfluss auf den Wissenserwerb, was dem dargelegten Forschungsstand widerspricht (vgl. Boekaerts et al., 2000; Seidel et al., 2005b; Wild et al., 2006). Demnach kommt also bei dieser Methode der eigenaktiven Seite

des Lernprozesses in Form der Nutzung von Lernaktivitäten keine prädiktive Funktion zu. Hier stellt sich folglich die Frage, welche anderen Faktoren im Rahmen dieser Methode zur Vorhersage des Wissenserwerbs bedeutsam sind. Hier sind neben Merkmalen der Gestaltungsmethode selbst, ein direkter Einfluss der inhaltlichen Relevanz als auch der Einfluss der basic needs, insbesondere des Kompetenzerlebens, abzuklären.

Beim *Erkunden* kann Catch durch das Autonomieerleben – Passung mit Wünschen und Zielen und das Kompetenzerleben hochsignifikant vorhergesagt werden. Allerdings schätzen die Schüler der Erkunden-Gruppe gerade das Kompetenzerleben relativ niedrig ein, was darauf hinweist, dass in der vorliegenden Studie die Unterstützung nicht optimal war. Eine mögliche Ursache hierfür könnte in einer kognitiven Überforderung der Schüler aufgrund der eher unbekannteren Lernumgebung, der zu geringen Anleitung und eines fehlenden thematischen Vorwissens liegen (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1997). Zur Aufrechterhaltung des situationalen Interesses (Hold) ist nicht mehr das Kompetenzerleben, sondern die wahrgenommene Selbstbestimmtheit ausschlaggebend. Demnach ist also für die Aufrechterhaltung des Interesses während des Erkundens wichtig, dass die Lernenden die Art und Weise ihrer Weiterbeschäftigung mit den Themen selbst gestalten können. Auch hier muss in weiteren Analysen geklärt werden, welche weiteren Faktoren im Museum für Hold bedeutsam sind, wie z.B. die wahrgenommene inhaltliche Relevanz (vgl. Hidi & Renninger, 2006). Weiterhin zeigt sich im Rahmen des Erkundens die Relevanzwahrnehmung für beide Lernaktivitäten als hochsignifikanter Prädiktor, wobei die Vorhersagekraft forschungsstandkonform für die tiefenorientierten Aktivitäten höher ausfällt als für die oberflächenorientierten (vgl. Brophy, 2008; Seidel et al., 2005a; Weinstein & Mayer, 1986). Ferner werden forschungsstandkonform beide Lernaktivitäten, vor allem aber die tiefenorientierten, für die Vorhersage des Wissenserwerbs als bedeutsam ausgewiesen (vgl. Boekaerts et al., 2000; Seidel et al., 2005b; Wild et al., 2006). Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen aber auch, dass gerade die tiefenorientierten Lernaktivitäten von allen Designs weniger gut unterstützt werden können. Demnach sollte bei der Methode des Erkundens zur Förderung des Wissenserwerbs, einerseits die Nutzung der kognitiven Lernaktivitäten, vor allem der tiefenorientierten Aktivitäten, explizit durch Instruktionimpulse angeregt und unterstützt werden. Und andererseits sollte auch die Erleichterung der Relevanzwahrnehmung im Fokus der instruktionalen Unterstützung liegen, da hierdurch die Nutzung der Lernaktivitäten, insbesondere der tiefenorientierten, unterstützt und damit der Wissenserwerb indirekt gefördert werden kann.

Im Rahmen des *Gruppenpuzzles* stellt das Kompetenzerleben den einzigen hochsignifikanten Prädiktor von Catch dar. Allerdings schätzen auch die Schüler des Gruppenpuzzles ihre Kompetenz relativ niedrig ein, was auch hier auf eine suboptimale Unterstützung hindeutet. Möglicherweise lässt sich das geringe Kompetenzerleben auf Erfahrungen während der Erklärungsphase zurückführen, aufgrund derer die Schüler ihre Kompetenz selbstkritischer einschätzen. Für die Aufrechterhaltung des situationalen Interesses (Hold) wird beim Gruppenpuzzle die soziale Eingebundenheit zu den Mitschülern als bedeutsam ausgewiesen. Dies ist nicht überraschend, denn es ist zu vermuten, dass gerade während des zweiten Teils des Gruppenpuzzles, der Erklärungsphase, das situationale Interesse nur aufrechterhalten werden kann, wenn sich die Mitschüler gegenseitig ernst nehmen und unterstützen. Die relativ geringe Varianzaufklärung von 27 % deutet daraufhin, dass für Hold vermutlich weitere in der Situation oder Person liegende Fak-

toren bedeutsam sind. Wie bei den anderen Gestaltungsmethoden muss auch hier in weiteren Analysen u.a. die prädiktive Kraft der inhaltlichen Relevanz (vgl. Hidi & Renninger, 2006) geklärt werden. Die inhaltliche Relevanzwahrnehmung zeigt sich beim Gruppenpuzzle nur für die tiefenorientierten Lernaktivitäten als signifikanter Prädiktor (vgl. Brophy, 2008; Seidel et al., 2005a; Weinstein & Mayer, 1986), während der Wissenserwerb bei dieser Methode, entgegen des Forschungsstands (vgl. Boekaerts et al., 2000; Seidel et al., 2005b; Wild et al., 2006), allerdings ausschließlich durch die oberflächenorientierten Lernprozesse hervorgesagt wird. Da das Gruppenpuzzle die oberflächenorientierten Lernaktivitäten jedoch weniger unterstützen kann als die (Vor-)Führung, sollte auch bei dieser Methode ein besonderer Fokus auf die instruktionale Unterstützung der Nutzung der kognitiven Lernaktivitäten, insbesondere der oberflächenorientierten, gelegt werden, um so den Wissenserwerb positiv zu beeinflussen.

Weitere Hinweise für Optimierungsmöglichkeiten der unterschiedlich gestalteten Ausstellungsbesuche als auch des Laborbesuchs im Hinblick auf deren Lern- und Motivationsförderung liefern die Ergebnisse bezüglich der *unterschiedlichen Kombinationsmöglichkeiten von Ausstellung und Forscherlabor* im Rahmen schulischer Museumsbesuche. Diese Erkenntnisse sind besonders interessant, da es sich einerseits generell anbietet die unterschiedlichen Angebote eines Museums im Rahmen eines Museumsbesuchs ergänzend zu nutzen und andererseits da (schulische) Museumsbesuche in bisherigen Studien überwiegend auf Ausstellungsbesuche reduziert wurden. In der vorliegenden Arbeit wurde hierzu der Laborbesuch mit den drei Ausstellungsbesuchen kombiniert, welche einmal als Vorbereitung dem Laborbesuch vorangestellt wurden und einmal als Nachbereitung bzw. zur Vertiefung dem Laborbesuch folgten.

Grundsätzlich belegen die Ergebnisse, dass der Laborbesuch für sich genommen zu hohen motivationalen als auch kognitiven Lernergebnissen führt. Das bedeutet, weder eine inhaltliche Vorbereitung des Laborbesuchs, wie basierend auf kommunikations-, interessens- und lerntheoretischen Aussagen angenommen wurde (s. Abschnitt 5.3; Atkinson & Shiffrin, 1968; Bromme & Rambow, 2001; Clark, 1996; Hidi & Renninger, 2006; Weinstein & Mayer, 1986), noch eine inhaltliche Nachbereitung bzw. Vertiefung bringen bezüglich der Entwicklung eines situationalen Interesses als auch des Wissenserwerbs einen Mehrwert. Denn die Schüler, die zunächst die Ausstellung und danach erst das Labor besucht haben, können insgesamt auch keine höheren, sondern nur vergleichbare motivationale und kognitive Ergebnisse erreichen wie die Schüler, die nur im Labor waren. Wohingegen die durch den Laborbesuch erzielten motivationalen und kognitiven Effekte durch die anschließenden Ausstellungsbesuche unverändert oder teilweise sogar wieder verringert werden. Basierend auf diesen Befunden ist zu vermuten, dass die Effektivität des Besuchs eines Forscherlabors v.a. von der Kommunikationssituation an sich und damit auch sehr stark von den Kommunikationsfähigkeiten und -erfahrungen des Forschers abhängt (vgl. Bromme & Jucks, 2003; Bromme & Rambow, 2001; Bromme, Rambow & Nückles, 2001), wie z.B. der Fähigkeit zur zielgruppenspezifischen Informationsvermittlung. Diese Vermutung muss in weiteren Studien zum Forscherlabor überprüft werden.

Für die unterschiedlich gestalteten Ausstellungsbesuche, insbesondere für die Methoden Erkunden und Gruppenpuzzle, zeigt sich ein anschließender Laborbesuch jedoch sehr wohl als lern- und motivationsförderlich. Der Laborbesuch im Anschluss an die Ausstellungsbesuche zeigt sich insbesondere zur Aufrechterhaltung des durch die Ausstellungsbesuche neu erweckten

situationalen Interesses als besonders geeignet, was u.a. auf die durch den Forscher vermittelte hohe Alltagsrelevanz und den starken Alltagsbezug des Labors zurückgeführt werden kann (vgl. Hidi & Renninger, 2006). Auch können alle Ausstellungsgruppen durch den Laborbesuch erneut Wissen zu den Forschungsprozessen erwerben, was aufgrund des Fokus des Forscherlabors auf Forschung, Forschungsprozesse als auch -instrumente nicht überraschend ist. Besonders lernförderlich wirkt sich ein anschließender Laborbesuch bei der Methode des Erkundens aus. Hier können die Schüler in allen drei Wissensbereichen weitere Kenntnisse hinzugewinnen.

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse dieser Dissertation das lern- und motivationsförderliche Potenzial von Bildungsangeboten naturwissenschaftlich-technischer Museen, wie Ausstellung und Forscherlabor. In diesem Zusammenhang zeigen sich für die unterschiedlichen instruktionalen Gestaltungen jeweils verschiedene motivationale und kognitive Aspekte für die Interessensentwicklung und den Wissenserwerb als relevant, welche in der vorliegenden Untersuchung bei den einzelnen Gestaltungsmethoden, vor allem beim Gruppenpuzzle, teils noch nicht optimal unterstützt werden konnten. Hier bieten sich Ansatzpunkte zur Optimierung der einzelnen Gestaltungen im Hinblick auf deren Lern- und Motivationsförderung. Zudem belegen die Befunde, dass sich Ausstellung und Forscherlabor im Rahmen eines schulischen Museumsbesuchs sinnvoll ergänzen können, wenn der Besuch des Forscherlabors dem Ausstellungsbesuch folgt.

6.2 Grenzen der Studie

Die Studie ist aufgrund ihres Designs und ihrer Stichprobe einigen Begrenzungen unterworfen, die bei der Interpretation der Befunde einschränkend beachtet werden müssen.

Die fehlende Randomisierung durch das quasiexperimentelle Studiendesign führt zu einer eingeschränkten Kontrollierbarkeit von Störvariablen. Zwar wurden einige potenzielle Störvariablen, wie das naturwissenschaftliche Interesse, Selbstwirksamkeitserwartungen bezüglich Naturwissenschaften, Vorwissen zur Nanotechnologie, genereller und persönlicher Wert von Naturwissenschaften, kontrolliert, doch lassen sich weitere in der Person oder Situation liegende Einflüsse nicht ausschließen. Damit ist die interne Validität der Studie insofern beeinträchtigt, als dass sich die unterschiedlichen Ausprägungen der abhängigen Variablen nur eingeschränkt auf die Variation der unabhängigen Variable zurückführen lassen.

Ferner ist die Generalisierbarkeit der Ergebnisse aufgrund der spezifischen Untersuchungssituation eingeschränkt. So wurden im Rahmen der Untersuchung nur ein Museum, ein Thema als auch nur ein Umsetzungsbeispiel des jeweiligen lerntheoretischen Ansatzes sowie nur ein Forscherlabor exemplarisch untersucht. Auch die Begrenzung der Untersuchung auf nur eine Schulform schränkt die Übertragbarkeit der Ergebnisse ein.

Weiterhin muss bezüglich der durchgeführten Analysen das Auswertungsverfahren zur Untersuchung der Zusammenhänge zwischen den basic needs und der Interessensentwicklung, als auch zwischen der inhaltlichen Relevanz und den kognitiven Lernaktivitäten sowie zwischen den kognitiven Lernaktivitäten und dem Wissenserwerb einschränkend beachtet werden. Aufgrund der relativ kleinen Teil-Stichprobe ($N = 133$), die für diese Analysen herangezogen wurde, konnten zur Überprüfung der Zusammenhänge keine Strukturgleichungsmodelle ($N \geq 200$) gerechnet

werden, obwohl diese zur Klärung der Zusammenhängefragen geeigneter wären. Die stattdessen verwendeten getrennt für die einzelnen Ausstellungsbesuche berechneten Regressionsanalysen können zu Verzerrungen der Regressionskoeffizienten führen, was die Interpretation der Ergebnisse sowie ihre Generalisierbarkeit einschränkt.

Weitere Ansatzpunkte für weiterführende Forschungsfragen und Perspektiven werden im Rahmen der nachfolgenden Implikationen dargelegt.

6.3 Implikationen für die museumspädagogische Praxis und Forschung

Trotz dieser Begrenzungen belegt die vorliegende Dissertation, dass die Angebote naturwissenschaftlich-technischer Museen, wie Ausstellung und Forscherlabor, unabhängig von ihren jeweiligen Gestaltungen, grundsätzlich zur Entwicklung eines situationalen Interesses als auch zum Erwerb naturwissenschaftlichen Wissens von Schülern beitragen können und damit den schulischen Unterricht im Hinblick auf die Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung, insbesondere bei komplexen naturwissenschaftlichen Themen wie der Nanotechnologie, sinnvoll ergänzen können (vgl. DeWitt & Storcksdieck, 2008; Geyer, 2008; Geyer et al., 2013; Rennie & Williams, 2006). Insgesamt bestätigt sich, dass bereits die anregende Umgebung des Museums aufgrund seiner ausgestellten, authentischen Exponate und anwendungsorientierten Informationen die Interessensentwicklung, den Wissenserwerb als auch die inhaltliche Relevanzwahrnehmung in ausreichendem Ausmaß unterstützen kann. Eine zusätzliche instruktionale Gestaltung dieses Informationsangebots im Rahmen schulischer Museumsbesuche kann die motivationalen und kognitiven Effekte jedoch noch verstärken. In diesem Zusammenhang zeigt sich, dass es ***nicht die eine optimale instruktionale Gestaltung*** gibt und auch entgegen bisheriger Befunde nicht alleine der Grad der Strukturierung für die Lernwirksamkeit eines Besuchs ausschlaggebend ist (vgl. DeWitt & Storcksdieck, 2008; Rennie & McClafferty, 1995; Stronck, 1983; Waltner & Wiesner, 2009; Wilde & Urhahne, 2008; Wilde et al., 2003). In der vorliegenden Untersuchung konnten alle verwendeten Gestaltungsmethoden zur Interessensentwicklung und zum Wissenserwerb beitragen. Jedoch zeigte sich bei den einzelnen Gestaltungen, vor allem dem Gruppenpuzzle, teils auch noch Optimierungsbedarf im Hinblick auf ihre motivations- und lernförderliche Wirkung. Die hierfür *relevanten lern- und motivationsförderlichen Aspekte der einzelnen Besuchsformen*, die auf Basis der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung abgeleitet werden können, werden nachfolgend zusammengefasst.

Generell sollten, unabhängig von der verwendeten Gestaltungsmethode, zu Beginn eines jeden schulischen Museumsbesuchs den Schülern die Anforderungen und der Ablauf des Besuchs sowie der jeweiligen Gestaltungsmethode explizit verdeutlicht werden. So kann verhindert werden, dass die Schüler einen Großteil der, eh meist nur begrenzt, zur Verfügung stehenden Zeit als auch ihrer Gedächtniskapazitäten hierzu nutzen, wodurch mehr Zeit und geistige Kapazitäten für eine tiefergehende Auseinandersetzung mit den relevanten Lerninhalten bleiben.

Das Forscherlabor

Der Besuch eines *Forscherlabors* führt zu *hohen motivationalen und kognitiven Lernergebnissen* und stellt somit ein sehr attraktives und effektives Angebot im Museum dar. Besonders effektiv zeigt sich der Besuch eines Forscherlabors, *wenn er für sich steht*.

Der stark strukturierte Ausstellungsbesuch

Die *(Vor-)Führung*, als Beispiel eines stark strukturierten Ausstellungsbesuchs, stellt eine effektive, attraktive und vielseitige Form des Lernens im Museum dar, wenn sie sich an den Bedürfnissen, Interessen und dem Vorwissen der jeweiligen Besuchsgruppe orientiert und die Informationsvermittlung zielgruppenspezifisch während des Besuchs angepasst wird (vgl. Nettke, 2010; Traub, 2003). Für das Auslösen des Interesses der Schüler sind vor allem die *Passung des Museumsbesuchs mit ihren Wünschen und Zielen* für den Besuch als auch die *soziale Eingebundenheit zum Museumspersonal bzw. der Führungsperson* ausschlaggebend. Beides hängt stark von der Fähigkeit der Führungsperson ab, auf unterschiedliche Zielgruppen eingehen zu können und die Bedürfnisse und Wünsche dieser abschätzen und entsprechend befriedigen zu können. Folglich sollte Führungspersonal in Museen hinsichtlich dieser Fähigkeiten gezielt geschult werden.

Liegt der Fokus des Besuchs auf dem Erwerb von *Wissen zu naturwissenschaftlichen Forschungsprozessen*, so ist zudem ein *anschließender Besuch eines Forscherlabors zu empfehlen*.

Der eher freie, unstrukturierte Ausstellungsbesuch

Die Methode des *Erkundens*, welche für einen eher freien, unstrukturierten Ausstellungsbesuch steht, ermöglicht den Schülern eine weitgehend selbstgesteuerte Erkundung einer Ausstellung. Bereits die in der Ausstellung ausgestellten, authentischen Exponate und anwendungsorientierten Informationen führen zur Interessensentwicklung und zum Wissenserwerb. Allerdings lassen sich diese Effekte mithilfe einer minimalen instruktionalen Unterstützung noch verstärken. Zur Unterstützung der Auslösung eines situationalen Interesses haben sich das *Autonomieerleben – Passung mit Wünschen und Zielen* und das *Kompetenzerleben* der Schüler als bedeutsam gezeigt. Durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Museum und Schule sowie einer genauen Absprache der Anforderungen einer Besuchsform können diese unterstützt werden. Für die Aufrechterhaltung des Interesses ist es weiterhin wichtig, den Schülern genügend Freiheiten bezüglich der Gestaltung der Art und Weise ihrer Weiterbeschäftigung zu geben (*wahrgenommene Selbstbestimmtheit*). Zur Förderung des Wissenserwerbs, sollten im Rahmen des Erkundens sowohl die *Erleichterung der Relevanzwahrnehmung* als auch die *Nutzung der kognitiven Lernaktivitäten, vor allem der tiefenorientierten Aktivitäten*, explizit durch Instruktionimpulse angeregt und unterstützt werden. Hierbei kann der vermehrte Einbezug von Anwendungsbeispielen aus dem Alltag und Leben der Schüler sowohl die Relevanzwahrnehmung (Brophy, 2008) als auch die Aktivierung des Vorwissens und der eigenen Erfahrungen der Schüler sowie der entsprechenden Verknüpfungen zu diesen unterstützen (Weinstein & Mayer, 1986).

Die *lern- und motivationsförderlichen Effekte* des Erkundens können durch einen *anschließenden Besuch eines Forscherlabors noch verstärkt* werden.

Der mittelmäßig strukturierte Ausstellungsbesuch

Die Methode des *Gruppenpuzzles* bietet den Schülern während ihres Ausstellungsbesuchs sowohl ein gewisses Maß an Strukturierung als auch an Entscheidungsfreiräumen. Zur Unterstützung der Interessenentwicklung und des Wissenserwerbs sind dabei vor allem die nachfolgenden motivationalen und kognitiven Aspekte während der Durchführung besonders zu fokussieren. Um die Interessensentwicklung (*Catch und Hold*) der Schüler zu fördern, ist sowohl die Unterstützung des *Kompetenzerlebens* der Schüler als auch die *soziale Eingebundenheit zu den Mit-*

schülern ausschlaggebend. Die Methode stellt hohe inhaltliche als auch soziale Anforderungen an die Lernenden. Aufgrund der Anforderungen den Mitschülern ein gerade gelerntes Thema zu erklären, können die Schüler einerseits überfordert werden (Renkl, 1997) und andererseits bestehende Wissenslücken wahrnehmen, beides kann ein positives Kompetenzerleben behindern. Auch hier kann die Offenlegung und Absprache der Anforderungen helfen die passende Besuchsform für die Fähigkeiten der Schüler zu finden. Dies erfordert eine enge Kooperation zwischen Museum und Schule bzw. Lehrer. Zur Förderung des Wissenserwerbs sollte auch bei dieser Methode ein besonderer Fokus auf die instruktionale Unterstützung der *Nutzung der kognitiven Lernaktivitäten, insbesondere der oberflächenorientierten*, gelegt werden. Vor allem Strukturierungshilfen wie Hinweise oder Advance Organizer (Ausubel, 1960) als auch Fragen oder Anregungen zum Formulieren eigener Ideen können den Schülern helfen ihre Aufmerksamkeit auf die relevanten Informationen zu lenken und diese besser nachzuvollziehen (vgl. Mayer, 1996; Seidel et al., 2005a).

Auch bei der Methode des Gruppenpuzzles kann ein *anschließender Besuch eines Forscherlabors* das Interesse aufrechterhalten und weiteres Wissen zu den Forschungsprozessen vermitteln.

Zur Absicherung und Erweiterung der in der vorliegenden Arbeit gefundenen Ergebnisse bedarf es weiterer Studien mit randomisierten Vorgehen in anderen Museen, zu anderen naturwissenschaftlichen Themenbereichen sowie unter Berücksichtigung weiterer Umsetzungsmöglichkeiten der jeweiligen Lehr-Lerntheorie. Weiterhin nahmen in der vorliegenden Studie nur Gymnasialschüler teil. Es wäre interessant zu untersuchen, ob auch weniger privilegierte Schüler von Museumsbesuchen generell als auch speziell von den einzelnen Besuchsformen im Hinblick auf die Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung profitieren können.

Insgesamt betont die vorliegende Dissertation die *Wichtigkeit der theoretischen und empirischen Betrachtung* der bisher kaum beachteten sowie untersuchten *Lernprozesse im Museum* zur Gewinnung eines differenzierten Bilds des Lernens im Museum. Die Ergebnisse liefern erste Erkenntnisse zu motivationalen (basic needs) und kognitiven (kognitive Lernaktivitäten) Lernprozessen und deren Zusammenspiel mit motivationalen und kognitiven Lernergebnissen im Museumskontext. Es hat sich gezeigt, dass der verwendete theoretische Hintergrund zu den Lernprozessen basierend auf der Selbstbestimmungstheorie (Deci & Ryan, 2002) und der Theorie der Verarbeitungstiefe (Craik & Lockhart, 1972), welche bisher überwiegend in formalen Lernkontexten angewandt wurden, gut an den Lernort Museum adaptiert werden kann. Damit wurde ein erster Schritt in die Erforschung der in der bisherigen museumspädagogischen Forschung weitgehend vernachlässigten Lernprozesse geleistet und eine Möglichkeit zu deren theoriebasierter Untersuchung aufgezeigt. Um die museumspädagogischen Lerntheorien im Hinblick auf die Lernprozesse erweitern zu können, müssen jedoch weiterführende als auch vertiefende Untersuchungen der während eines Museumsbesuchs ablaufenden Lernprozesse, bei Schülern und Freizeitbesuchern, zur Verallgemeinerung sowie Vertiefung der Ergebnisse folgen. Hierzu sollten auch weitere theoretische Konzepte zur Erklärung der Lernprozesse in den Blick genommen werden, die den spezifischen Merkmalen des Lernens im Museum Rechnung tragen. Hier bieten sich z.B. Theorien zum selbstgesteuerten (Schiefele & Pekrun, 1996) als auch zum kooperativen Lernen (Slavin, 1995) sowie die Flow-Theorie (Csikszentmihalyi, 1985) an.

Weiterhin hat die vorliegende Arbeit die motivationalen und kognitiven Variablen in einem ersten Schritt isoliert voneinander betrachtet, um so einen ersten Einblick in die Wirkzusammenhänge zu gewinnen. Zukünftige Studien sollten jedoch zur Erweiterung und Vertiefung dieser Erkenntnisse verstärkt die Wechselwirkungen zwischen den motivationalen und kognitiven Prozess- und Zielvariablen fokussieren.

Ferner sollten künftige Studien auch weitere Einflussfaktoren auf die Wirkung eines Museumsbesuchs stärker miteinbeziehen. Hier stellt z.B. die Einbindung in den Unterricht einen wichtigen Faktor dar (Rennie & McClafferty, 1997). Museumsbesuche haben sich v.a. dann als lernförderlich erwiesen, wenn der Besuch in die jeweilige Unterrichtssequenz systematisch integriert wurde und kein davon losgelöstes Ereignis darstellte (Gilbert & Priest, 1997). Auch die Schüler selbst wünschen sich eine stärkere Verknüpfung von Museumsbesuch und Unterricht (Griffin & Symington, 1997). Eine entsprechende Vor- und Nachbereitung im Unterricht verdeutlicht den Schülern die Wichtigkeit und Anbindung der Lerninhalte im Museum und unterstützt damit eine tiefergehende Verarbeitung. In weiterführenden Studien sollte daher eine entsprechende Einbettung des Museumsbesuchs in den naturwissenschaftlichen Unterricht stattfinden, wodurch die motivationalen und kognitiven Effekte verstärkt werden könnten. Weiterhin spielt nach dem Angebots-Nutzungs-Modell von Helmke (2014) auch der individuelle Hintergrund der Lernenden eine zentrale Rolle. Folglich ist es für zukünftige Studien von Interesse die individuellen Lernvoraussetzungen der Schüler stärker in die Analyse der Nutzung und Wirkung eines schulischen Museumsbesuchs miteinzubeziehen. Weiterhin kann sich die Lernwirksamkeit eines Museumsbesuchs auch erst über die Zeit hinweg verstetigen, da die neu gelernten Informationen nach dem Museumsbesuch unbewusst durch Reflexion des Besuchs verfeinert, vertieft und weiter verarbeitet werden. Demnach kann der Einfluss eines Museumsbesuchs direkt nach dem Besuch meist nicht abschließend festgestellt werden (Falk & Dierking, 2000). Für künftige Studien sollte daher auch eine Follow-up-Erhebung angestrebt werden, um zu überprüfen, ob die gefundenen motivationalen und kognitiven Befunde stabil bleiben oder sich verändern.

Die Ergebnisse der Studie haben gezeigt, dass das Forscherlabor die höchsten motivationalen und kognitiven Lernergebnisse erzielen konnte, wenn es für sich stand. Es ist zu vermuten, dass die Effektivität des Besuchs demnach vor allem von der Kommunikationssituation an sich und den Kommunikationsfähigkeiten und -erfahrungen des Forschers abhängt (vgl. Bromme & Jucks, 2003; Bromme & Rambow, 2001; Bromme et al., 2001). Daher sollten weiterführende Studien zu Forscherlaboren insbesondere die stattfindende Kommunikation und Interaktion zwischen Forscher und Schülern als auch das Kommunikationstraining der Forscher fokussieren, um so Hinweise auf motivations- und lernförderliche Faktoren und deren Unterstützungsmöglichkeiten gewinnen zu können. Als theoretische Basis bieten sich hierzu z.B. Theorien zur Experten-Laien-Kommunikation (z.B. Bromme & Jucks, 2003; Bromme & Rambow, 2001) als auch zur sozialen Interaktion (z.B. Forgas, 1999; Goffman, 1994, 2009) an.

Weiterhin konnte die vorliegende Studie exemplarisch für die Kombination einer Ausstellung und eines Forscherlabors zeigen, dass sich die unterschiedlichen Angebote eines Museums im Rahmen eines Schulklassenbesuchs hinsichtlich ihrer lern- und motivationsförderlichen Wirkung sinnvoll ergänzen können. Die Untersuchung weiterer Museumsangebote im Hinblick auf diese lern- und motivationsförderliche Ergänzungsmöglichkeit wäre wünschenswert.

Literatur

- Aronson, E., Blaney, N., Stephan, C., Silkes, J., & Snapp, M. (1978). *The Jigsaw classroom*. Beverly Hills: Sage.
- Assor, A., Kaplan, H., & Roth, G. (2002). Choice is good, but relevance is excellent: Autonomy-enhancing and suppressing teacher behaviours predicting students' engagement in schoolwork. *British Journal of Educational Psychology*, *72*, 261–278. doi: 10.1348/000709902158883
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence, & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Volume 2) (pp. 89–195). New York: Academic Press.
- Ausubel, D. P. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, *51*, 267–272. doi: 10.1037/h0046669
- Bamberger, Y., & Tal, T. (2007). Learning in a Personal Context: Levels of Choice in a Free Choice Learning Environment in Science and Natural History Museums. *Science Education*, *91*, 75–95. doi: 10.1002/sci.20174
- Bauer, J. & Prenzel, M. (2010). Schule im Museum. Eine Chance für anregendes und nachhaltiges Lernen. In G. Staupe (Hrsg.), *Lernort Museum - Wie wollen wir leben? Ethische Debatten im Museum* (S. 6–8). Dresden: Stiftung Deutsches Hygiene-Museum.
- Bayrhuber, H., Bögeholz, S., Elster, D., Hammann, M., Höble, C., Lücken, M., Mayer, J., Nerdel, C., Neuhaus, B., Prechtel, H. & Sandmann, A. (2007). Biologie im Kontext - Ein Programm zur Kompetenzförderung durch Kontextorientierung im Biologieunterricht und zur Unterstützung von Lehrerprofessionalisierung. *MNU*, *60*(5), 282–286.
- Berge, O. E. & Duit, R. (2000). Den Physikunterricht effektiver und erfreulicher machen - Fach, Fachdidaktik, Erziehungswissenschaft und Unterrichtspraxis in einem Boot. *Praxis der Naturwissenschaften Physik*, *49*(1), 9–13.
- Boekaerts, M., Pintrich, P. R., & Zeidner, M. (Eds.) (2000). *Handbook of Self-Regulation*. San Diego, California: Academic Press.
- Borun, M., & Dritsas, J. (1997). Developing family-friendly exhibits. *Curator*, *40*(3), 178–196. doi: 10.1111/j.2151-6952.1997.tb01302.x
- Bromme, R. & Jucks, R. (2003). Wenn Experten und Laien sich nicht verstehen. *Forschungsjournal der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster*, *12*, 20–25.
- Bromme, R. & Rambow, R. (2001). Experten-Laien-Kommunikation als Gegenstand der Expertiseforschung: Für eine Erweiterung des psychologischen Bildes vom Experten. In R. K. Silbereisen & M. Reitzle (Hrsg.), *Psychologie 2000. Bericht über den 42. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Jena 2000* (S. 541–550). Lengerich: Pabst Science Publisher.

- Bromme, R., Rambow, R., & Nückles, M. (2001). Expertise and estimating what other people know: The influence of professional experience and type of knowledge. *Journal of Experimental Psychology*, 7(4), 317–330. doi: 10.1037/1076-898X.7.4.317
- Brophy, J. (1999). *Teaching*. Brüssel: International Academy of Education.
- Brophy, J. (2008). Developing Students' Appreciation for What is Taught in School. *Educational Psychologist*, 43(3), 132–141. doi: 10.1080/00461520701756511
- Burns, T. W., O'Connor, D. J., & Stocklmayer, S. M. (2003). Science communication: A contemporary definition. *Public Understanding of Science*, 12, 183–202. doi: 10.1177/09636625030122004
- Bybee, R., McCrae, B., & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (8), 865–883. doi: 10.1002/tea.20333
- Clark, H. H. (1996). *Using language*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Craik, F., & Lockhart, R. (1972). Levels of Processing: A Framework for Memory Research. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 11, 671–684.
- Csikszentmihalyi, M. (1985). *Das Flow-Erlebnis: Jenseits von Angst und Langeweile: im Tun aufgehen*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Daniels, Z. (2008). *Entwicklung schulischer Interessen im Jugendalter*. Münster: Waxmann.
- Deci, E. L., & Moller, A. C. (2005). The concept of competence: A starting place for understanding intrinsic motivation and self-determined extrinsic motivation. In A. J. Elliot, & C. J. Dweck (Eds.), *Handbook of competence and motivation* (pp. 579–597). New York: Guilford Press.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum Press.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54–67. doi:10.1006/ceps.1999.1020
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2002). Overview of Self-Determination Theory: An Organismic Dialectic Perspective. In E. L. Deci, & R. M. Ryan (Eds.), *Handbook of Self-Determination research* (pp. 3–33). Rochester: Rochester University Press.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2005). *Intrinsic Motivation Inventory (IMI)*. Zugriff am 24.10.2012 unter <http://www.psych.rochester.edu/SDT/measures/intrins.html>
- DeWitt, J., & Storksdieck, M. (2008). A short review of school field trips: key findings from the past and implications for the future. *Visitor Studies*, 11(2), 181–197. doi: 10.1080/10645570802355562

- Durant, J. (1994). What is scientific literacy? *European Review*, 2, 83–89. doi: 10.1017/S1062798700000922
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (1998). *The museum experience*. Washington, D.C.: Whalesback Books.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. Walnut creek: Altamira-Press.
- Forgas, J.P. (1999). *Soziale Interaktion und Kommunikation: Eine Einführung in die Sozialpsychologie* (4. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Frey, A., Taskinen, P., Schütte, P., Prenzel, M., Artelt, C., Baumert, J., Blum, W., Hammann, M., Klieme, E. & Pekrun, R. (Hrsg.). (2009). *Pisa 2006 Skalenhandbuch - Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Münster: Waxmann.
- Friedrich, H. F. & Mandl, H. (2006). Lernstrategien: Zur Strukturierung des Forschungsfeldes. In H. Mandl & H. F. Friedrich (Hrsg.), *Handbuch Lernstrategien* (S. 1–23). Göttingen: Hogrefe.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41, 867–888.
- Geyer, C. (2008). *Museum- und Science-Center-Besuche im naturwissenschaftlichen Unterricht aus einer motivationalen Perspektive*. Berlin: Logos Verlag.
- Geyer, C., Neubauer, K., & Lewalter, D. (2013). Public understanding of science via research areas in science museums: The evaluation of the EU project NanoToTouch. In L. Locke, & S. Locke (Eds.), *Knowledge in Publics: Beyond Deficit, Engagement and Transfer* (pp. 50–74). London: Cambridge Scholars Publishing.
- Gilbert, J., & Priest, M. (1997). Models and discourse: A primary school science class visit to a museum. *Science Education*, 81, 749–762. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(199711)81:6<749::AID-SCE10>3.0.CO;2-I
- Goffman, E. (1994). *Interaktionsrituale. Über Verhalten in direkter Kommunikation* (3. Aufl.). Frankfurt a. M.: Suhrkamp
- Goffman, E. (2009). *Interaktion im öffentlichen Raum* (Neuausgabe). Frankfurt, New York: Campus Verlag.
- Gräber, W. & Nentwig, P. (2002). Scientific Literacy - Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Diskussion. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 7–20). Opladen: Leske & Budrich.
- Gräsel, C. & Gruber, H. (2000). Kooperatives Lernen in der Schule: theoretische Ansätze – Empirische Befunde – Desiderate für die Lehramtsausbildung. In N. Serve (Hrsg.), *Unterrichtsmethoden kontrovers* (S. 191–276). Opladen: Klinkhardt.

- Griffin, J., & Symington, D. (1997). Moving from Task-Oriented to Learning-Oriented Strategies on School Excursions to Museums. *Science Education*, 81(6), 763–779. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(199711)81:6<763::AID-SCE11>3.0.CO;2-O
- Haller, K. (2003). Lernen im Museum und im Science Center. Pädagogische und psychologische Grundlagen. In A. Noschka-Roos (Hrsg.), *Besuchersforschung im Museum. Instrumentarien zur Verbesserung der Ausstellungskommunikation* (Public Understanding of Science: Theorien und Praxis, 4) (S. 144–156). München: Deutsches Museum.
- Häußler, P., Bündler, W., Duit, R., Gräber, W. & Mayer, J. (1998). *Naturwissenschaftsdidaktische Forschung – Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Hein, G. E. (1996). Constructivistic learning theory. In G. Durbin (Ed.), *Developing museum exhibitions for lifelong learning* (pp. 30–34). London: The Stationery Office.
- Helmke, A. (2014). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts* (5. Aufl.). Seelze: Klett-Kallmeyer.
- Hidi, S., & Renninger, A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111–127. doi:10.1207/s15326985ep4102_4
- Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4, 275–288.
- Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16(1), 13–16.
- Hüther, J. (1994). Das Museum als Medienverbund. In H. Vieregg, M.-L. Schmeer-Sturm, J. Thinesse-Demel & K. Ulbricht (Hrsg.), *Museumspädagogik in neuer Sicht: Erwachsenenbildung im Museum* (S. 60–71). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38, 23–31. doi: 10.1207/S15326985EP3801_4
- Katz, I., & Assor, A. (2007). When Choice Motivates and When It Does Not. *Educational Psychological Review*, 19, 429–442. doi: 10.1007/s10648-006-9027-y
- Klaes, E. (2008). *Außerschulische Lernorte im naturwissenschaftlichen Unterricht – Die Perspektive der Lehrkraft*. Berlin: Logos.
- Knogler, M. (2014). *Investigating student interest in the context of problem-based learning. A design-based research study*. München, Technische Universität, Dissertation. Zugriff am 30.07.2015 unter <http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn:nbn:de:bvb:91-diss-20141212-1231828-1-1>
- Knogler, M., Harackiewicz, J. M., Gegenfurtner, A., & Lewalter, D. (in press) How situational is situational interest? Investigating the longitudinal structure of situational interest. *Contemporary Educational Psychology*.

- Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: Theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction, 12*, 383–409. doi: 10.1016/S0959-4752(01)00011-1
- Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education, 33*, 27–50. doi: 10.1080/09500693.2010.518645
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education, 84* (1), 71–94. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C
- Lewalter, D. (2005). Der Einfluss emotionaler Erlebensqualitäten auf die Entwicklung der Lernmotivation in universitären Lehrveranstaltungen. *Zeitschrift für Pädagogik, 51*(5), 642–655.
- Lewalter, D. (2009). Bedingungen und Effekte von Museumsbesuchen. In H. Kunz-Ott, S. Kuldorfer & T. Weber (Hrsg.), *Kulturelle Bildung im Museum. Aneignungsprozesse – Vermittlungsformen – Praxisbeispiele* (S. 45–56). Bielefeld: Transcript.
- Lewalter, D. & Geyer, C (2005). Evaluation von Schulklassenbesuchen im Museum. *Zeitschrift für Pädagogik, 51*, 774–785.
- Lewalter, D. & Geyer, C. (2009). Motivationale Aspekte von schulischen Besuchen in naturwissenschaftlich-technischen Museen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 12*(1), 28–44. doi: 10.1007/s11618-009-0060-8
- Lewalter, D. & Noschka-Roos, A. (2010). Museum und Erwachsenenbildung. In R. Tippelt & A. von Hippel (Hrsg.), *Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung* (4. Durchgesehene Aufl.) (S. 527–542). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Lewalter, D. & Willems, A. S. (2009). Die Bedeutung des motivationsrelevanten Erlebens und des individuellen Fachinteresses für das situationale Interesse im Mathematikunterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht, 56*(4), 243–257.
- Lewalter, D., Geyer, C., & Neubauer, K. (2014). Comparing the Effectiveness of Two Communication Formats on Visitors' Understanding of Nanotechnology. *Visitor Studies, 17*(2), 159–176. doi: 10.1080/10645578.2014.945345
- Lewalter, D., Krapp, A., Schreyer, I. & Wild, K.-P. (1998). Die Bedeutsamkeit des Erlebens von Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit für die Entwicklung berufsspezifischer Interessen. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Beiheft Nr. 14*, 143–168.
- Liem, A. D., Lau, S., & Nie, Y. (2008). The role of self-efficacy, task value, and achievement goals in predicting learning strategies, task disengagement, peer relationship, and achievement outcome. *Contemporary Educational Psychology, 29*, 264–282. doi:10.1016/j.cedpsych.2007.08.001

- Lüdtke, O., Robitzsch, A., Trautwein, U. & Köller, O. (2007). Umgang mit fehlenden Werten in der psychologischen Forschung: Probleme und Lösungen. *Psychologische Rundschau*, 58, 103–117. doi: 10.1026/0033-3042.58.2.103
- Mayer, R. E. (1996). Learning strategies for making sense out of expository text: the SOI model for guiding three cognitive processes in knowledge construction. *Educational Psychology Review*, 8, 357–371. doi: 10.1007/BF01463939
- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? *American Psychologist*, 59(1), 14–19. doi: 10.1037/0003-066X.59.1.14.
- Merzyn, G. (2008). *Naturwissenschaften, Mathematik, Technik — immer unbeliebter? Die Konkurrenz von Schulfächern um das Interesse der Jugend im Spiegel vielfältiger Untersuchungen*. Hohengehren: Schneider.
- Mikelskis-Seifert, S. & Duit, R. (2010). *Physik im Kontext – Konzepte, Ideen, Materialien für effizienten Physikunterricht*. Seelze: Friedrich Verlag.
- Millar, R. (2008). “Scientific literacy” and its implications as a curriculum aim. In S. Mikelskis-Seifert, U. Ringelband, & M. Brückmann (Eds.), *Four Decades of Research in Science Education – from Curriculum Development to Quality Improvement* (pp. 43–55). Münster: Waxmann.
- Miller, J. D. (1983). Scientific Literacy: a Conceptual and Empirical Review, *Daedalus*, 112(2), 29–48. doi: 10.1177/0963662504044908
- Miller, J. D. (1997). Civic Scientific Literacy in the United States: A Developmental Analysis from Middle-school through Adulthood. In W. Gräber, & C. Bolte (Eds.), *Scientific literacy: An international Symposium* (pp. 121–142). Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN): Kiel, Germany.
- Miller, J. D. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7(3), 203–223. doi: 10.1088/0963-6625/7/3/001
- Minnaert, A., Boekaerts, M. & Brabander, C. (2007). Autonomy, Competence, and Social Relatedness in Task Interest within Project-based Education. *Psychological Reports*, 101, 574–586. doi: 10.2466/pr0.101.2.574-586
- Mitchell, M. (1993). Situational Interest: Its Multifaceted Structure in the Secondary School Mathematics Classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85, 424–436. doi: 10.1037/0022-0663.85.3.424
- Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (2009). *Mplus: Statistical analysis with latent variables*. Los Angeles, CA, UCLA.
- Nettke, T. (2010). Die Führung als Methode der Vermittlung im Museum – tägliche Praxis und kaum erforschtes Terrain. *Standbein Spielbein. Museumspädagogik aktuell*, 88, 55–58.

- OECD (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy. A framework for PISA 2006*. Paris: OECD.
- OECD (2007). *PISA 2006. Science competencies for tomorrow's world*. Paris: OECD.
- OECD (2008). *Education at a glance. OECD indicators*. Paris: OECD. Retrieved January 15, 2015, from <http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/41284038.pdf>
- OECD (2013). *PISA 2012 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. Paris: OECD.
- Pamplona, M., Simon, S., Lewalter, D., Davis, W., Röhrs, S., & Schwabe, A. (2012). *CSI: Berlin – enhancing public understanding of heritage science*. Proceedings of the 2nd European Workshop on Cultural Heritage Preservation, Oslo, 24-26 September 2012, Norwegian Institute for Air Research, 254–259.
- Parchmann, I. & Gräsel, C. (2004). Chemie im Kontext – ein Weg zur Verbesserung von Chemieunterricht. *PÄD Forum: unterrichten und erziehen*, 32/5, 278–280.
- Pattal, E. A., Cooper, H., & Robinson, J. C. (2008). The effects of choice on intrinsic motivation and related outcomes: A meta-analysis of research findings. *Psychological Bulletin*, 134, 270–300. doi: 10.1037/0033-2909.134.2.270.
- Prenzel, M. & Nentwig, P. (2006). Scientific Literacy. In M. Prenzel, H. Bayrhuber, R. Demuth, M. Euler & T. Ehmke (Hrsg.), *Forschungsbericht 2005/2006* (S. 9–12). Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN): Kiel, Germany.
- Prenzel, M., Drechsel, B. & Kramer, K. (1998). Lernmotivation im kaufmännischen Unterricht: Die Sicht von Auszubildenden und Lehrkräften. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Beiheft, 14*, 169–187.
- Quast, U. (2011). *Lernermerkmale, Lernertypen, Lernverhalten – Aspekte der differentiellen Lernpsychologie für Lehrende und Lernende*. Frankfurt am Main: Lang.
- Rakoczy, K., Klieme, E., Drollinger-Vetter, B., Lipowsky, F., Pauli, C., & Reusser, K. (2007). Structure as a quality feature in mathematics instruction. In M. Prenzel (Ed.), *Studies on the educational quality of schools* (pp. 101–120). The final report on the DFG Priority Program Münster i.W.: Waxmann.
- Reinmann, G. & Mandl, H. (2006). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch* (5. vollst. überarb. Aufl.) (S. 613–658). Weinheim: Beltz.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (1997). Lehren im Erwachsenenalter. Auffassung vom Lehren und Lernen, Prinzipien und Methoden. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie der Erwachsenenbildung*. Enzyklopädie der Psychologie, D/I, Bd. 4 (S. 355–403). Göttingen: Hogrefe.

- Renkl, A. (1996). Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau*, 47, 78–92.
- Renkl, A. (1997). *Lernen durch Lehren: Zentrale Wirkmechanismen beim kooperativen Lernen*. München: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Rennie, L. J., & McClafferty, T. (1995). Using visits to interactive science and technology centers, museums, aquaria, and zoos to promote learning in science. *Journal of Science Teacher Education*, 6(4), 175–185. doi: 10.1007/BF02614639
- Rennie, L. J., & Williams, G. F. (2006). Communication About Science in a Traditional Museum: Visitors' and Staff's Perceptions, *Cultural Studies of Science Education*, 1(1), 791–820. Doi: 10.1007/s11422-006-9035-8
- Renninger, K. A., & Hidi, S. (2011). Revisiting the conceptualization, measurement, and generation of interest. *Educational Psychologist*, 46(3), 168–184. doi: 10.1080/00461520.2011.587723
- Roberts, D. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell, & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729–780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ryan, R. M. (1995). Psychological needs and the facilitation of integrative process. *Journal of Personality*, 63(3), 397–427. doi: 10.1111/j.1467-6494.1995.tb00501.x
- Schiefele, U. & Pekrun, R. (1996). Psychologische Modelle des fremdgesteuerten und selbstgesteuerten Lernens. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Lernens und der Instruktion*. Enzyklopädie der Psychologie, D/I, Bd. 2 (S. 249–278). Göttingen: Hogrefe.
- Schiepe-Tiska, A., Schops, K., Ronnebeck, S., Koller, O. & Prenzel, M. (2013). Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2012: Ergebnisse und Herausforderungen. In M. Prenzel, C. Salzer, E. Klieme & O. Koller (Hrsg.), *PISA 2012 – Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 189–215). Münster: Waxmann.
- Seidel, T. (2003). *Lehr-Lernskripts im Unterricht: Freiräume und Einschränkungen für kognitive und motivationale Lernprozesse; eine Videostudie im Physikunterricht*. Münster: Waxmann.
- Seidel, T., Prenzel, M., & Kobarg, M. (2005a). *How to run a video study. Technical report of the IPN Video Study*. Münster: Waxmann.
- Seidel, T., Rimmelme, R., & Prenzel, M. (2005b). Clarity and Coherence of lesson goals as a scaffold for student learning. *Learning and Instruction*, 15, 539–556. doi: 10.1016/j.learninstruc.2005.08.004
- Sierens, E., Vansteenkiste, M., Goossens, L., Soenens, B., & Dychy, R. (2009). The synergistic relationship of perceived autonomy support and structure in the prediction of self-

- regulated learning. *British Journal of Educational Psychology*, 79, 57–68. doi: 10.1348/000709908X304398
- Slavin, R. E. (1995). *Co-operative learning: Theory, Research, and Practice*. (2^{ed} Edition), Boston: Allyn and Bacon.
- Stronck, D. R. (1983). The comparative effects of different museum tours on children's attitudes and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(4), 283–290. doi: 10.1002/tea.3660200403
- Thoma, G.-B. (2009). *Was lernen Besucherinnen und Besucher im Museum? Eine Untersuchung von Lerngelegenheiten und einer Museumsausstellung und ihrer Nutzung*. Kiel: Christian-Albrechts-Universität, Dissertation. Zugriff am 25.04.2014 unter http://eldiss.uni-kiel.de/macau/receive/dissertation_diss_00004329.
- Traub, S. (2003). *Das Museum als Lernort für Schulklassen*. Hamburg: Kovac.
- Turner, J. C., Meyer, D. K., Cox, K. E., Logan, D., DiCintio, M., & Thomas, C. T. (1998). Creating contexts for involvement in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 90, 730–745.
- Waltner, C. & Wiesner, H. (2009). Lernwirksamkeit eines Museumsbesuchs im Rahmen von Physikunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 195–217.
- Weinstein, C. E., & Mayer, R. E. (1986). The Teaching of Learning Strategies. In M.C. Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching: A project of the American Educational Research Association* (pp. 315–327). New York: Macmillan.
- Wild, E., Hofer, M. & Pekrun, R. (2006). Psychologie des Lernens. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 203–267). Weinheim: Beltz.
- Wilde, M., & Urhahne, D. (2008). Museum learning: a study of motivation and learning achievement. *Journal of Biological Education*, 42(2), 78–83. doi: 10.1080/00219266.2008.9656115
- Wilde, M., Urhahne, D. & Klautke, S. (2003). Unterricht im Naturkundemuseum: Untersuchung über das "richtige" Maß an Instruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 9, 125–134.
- Willems, A. S. (2011). *Bedingungen des situationalen Interesses im Mathematikunterricht – eine mehrebenenanalytische Perspektive*. Münster: Waxmann.
- Zorn, T. E., Roper, J., Weaver, C. K., & Rigby, C. (2012). Influence in science dialogue: Individual attitude changes as a result of dialogue between laypersons and scientists. *Public Understanding of Science*, 21, 848–864. doi: 10.1177/0963662510386292

Anhang

Artikel 1:

Neubauer, K., Geyer, C. & Lewalter, D. (2014). Bedeutung der basic needs für das situationale Interesse bei Museumsbesuchen mit unterschiedlichen Instruktionsdesigns. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 61, 29–42.

Artikel 2:

Neubauer, K. & Lewalter, D. (submitted). Science learning in museums: Promotion of students' perception of content relevance, cognitive learning activities, and scientific knowledge acquisition through different designs of science exhibition visits. (Manuscript submitted for Publication)

Artikel 3:

Neubauer, K. & Lewalter, D. (submitted). Supporting Students' Scientific Literacy in the Museum: Open Science Lab, Exhibition, or Both? (Manuscript submitted for Publication)