

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Philosophie

am Fachbereich 5: Erziehungswissenschaften
der Universität Koblenz-Landau

Statik als Lerngegenstand im Übergang von Kindergarten zur Grundschule

vorgelegt am 20.02.2020

von Ina Plöger

Erstgutachterin: Prof. Dr. Miriam Leuchter

Zweitgutachter: Prof. Dr. Henrik Saalbach

Inhaltsverzeichnis

I Einleitung zur Dissertation	1
II Struktur der Dissertation	5
Teil 1: Erhebung von Vorstellungen zu Gleichgewicht bei drei- bis neunjährigen Kindern.....	7
1.1 Einleitung	7
1.2 Vorstellungen bei Kindern.....	8
1.3 Gleichgewicht beim Bauen mit Bauklötzen	9
1.4 Erhebung von Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen.....	10
<i>1.4.1 Erhebungsmethode 1: Handelndes Ausbalancieren.....</i>	<i>13</i>
<i>1.4.2 Erhebungsmethode 2: Beobachtungsbasierte Beurteilung.....</i>	<i>14</i>
<i>1.4.3 Vergleichsmöglichkeiten innerhalb der Erhebungsmethoden.....</i>	<i>15</i>
<i>1.4.4 Forschungsbefunde zu Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen.....</i>	<i>15</i>
<i>1.4.5 Zusammenfassung: Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen.....</i>	<i>16</i>
1.5 Vergleiche zur Erhebung verwenden	17
<i>1.5.1 Vergleichsprozesse und ihre Einflussfaktoren.....</i>	<i>17</i>
<i>1.5.2 Forschungsbefunde zum Herstellen von Bezügen</i>	<i>21</i>
<i>1.5.3 Zusammenfassung: Der Einfluss von Vergleichen auf Leistung</i>	<i>24</i>
1.6 Forschungslücke und Ausblick auf eigenes Forschungsvorhaben.....	25
1.7 Forschungsfragen und forschungsleitende Annahmen.....	26
1.8 Stichprobe, Methode und Durchführung.....	27
1.9 Ergebnisse	29
1.10 Referenzstudie.....	31
1.11 Diskussion, Schlussfolgerungen und Ausblick.....	33
Teil 2: Lösungsrelevante Dimensionen bezüglich der Beurteilung des Gleichgewichts von Bauklotzanordnungen bei drei- bis neunjährigen Kindern	38
2.1 Einleitung: Gleichgewicht als Phänomen	38
2.2 Fachlicher Hintergrund: Gleichgewicht von Objekten	39
2.3 Vorstellungen von Kindern zum Gleichgewicht.....	41
<i>2.3.1 Theoretische Grundlage: diSessas Knowledge-in-pieces-Theorie.....</i>	<i>41</i>

2.3.2 Erhebungsmethoden zur Erfassung.....	42
2.3.3 Forschungsstand.....	43
2.3.4 Zusammenfassung: Vorstellungen von Kindern zum Gleichgewicht	47
2.4 Forschungslücke und Ausblick auf eigenes Forschungsvorhaben	48
2.5 Studie 2a: Analyse lösungsrelevanter Dimensionen.....	50
2.5.1 Forschungsfrage und forschungsleitende Annahme	50
2.5.2 Stichprobe, Methode und Durchführung.....	52
2.5.3 Ergebnisse	54
2.5.4 Diskussion und Schlussfolgerungen.....	56
2.6 Studie 2b: Schwierigkeitsbestimmende Merkmale Symmetrie und Asymmetrie bei zusammengesetzten Bauklotzanordnungen.....	59
2.6.1 Forschungsfrage und forschungsleitende Annahme	59
2.6.2 Stichprobe, Methode und Durchführung.....	60
2.6.3 Ergebnisse	62
2.6.4 Diskussion und Schlussfolgerung.....	64
2.7 Studie 2c: Begründungen von Vorstellungen	65
2.7.1 Forschungsfrage und forschungsleitende Annahme	65
2.7.2 Stichprobe, Methode und Durchführung.....	66
2.7.3 Ergebnisse	67
2.7.4 Diskussion und Schlussfolgerung.....	67
2.8 Ausblick auf weitere Studien.....	68
Teil 3: Gleichgewicht als Lerngegenstand in der Schuleingangsphase: Ein Vergleich verschiedener Unterstützungsmaßnahmen.....	70
3.1 Einleitung	70
3.2 Vom Phänomen zum Lerngegenstand.....	71
3.3 Fachlicher Hintergrund: Gleichgewicht von Bauklötzen.....	72
3.4 Vorstellungen von Kindern zu Gleichgewicht	74
3.5 Entwicklung von Vorstellungen bei Kindern	76
3.5.1 Materiale Unterstützungsmaßnahmen	78
3.5.2 Verbale Unterstützungsmaßnahmen	80
3.5.3 Kombination materialer und verbaler Unterstützungsmaßnahmen.....	82

3.5.4 Forschungsbefunde zur Entwicklung von Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen	83
3.5.5 Zusammenfassung: Entwicklung von Vorstellungen bei Kindern	87
3.6 Forschungslücke und Ausblick auf eigenes Forschungsvorhaben.....	88
3.7 Studie 3: Entwicklung von Vorstellungen durch Unterstützungsmaßnahmen	90
3.7.1 Forschungsfragen und forschungsleitende Annahmen	90
3.7.2 Stichprobe, Methode und Durchführung	92
3.7.3 Ergebnisse	95
3.7.4 Diskussion.....	98
III Fazit.....	102
IV Abschließende Bewertung	108
V Literatur	110
VI Abbildungsverzeichnis.....	128
VII Tabellenverzeichnis	130
VIII Dank	131
IX Anhang	133

I Einleitung zur Dissertation

Das Bauen mit Bauklötzen ist eine alltägliche Tätigkeit von Kindern, bei der sie spielerisch elementare Einsichten in ihre gebaute Umwelt gewinnen und sich mit Grundsachverhalten der Statik (z. B. Gleichgewicht) und den in der Bautechnik angewandten Konstruktionsprinzipien auseinandersetzen (Ullrich & Klante, 1994). Sie erleben z. B. bei dem Bau eines Turms, dass ein Bauklotz von einem anderen herunterfällt, wenn er zu weit übersteht, und dass Bauwerke aus mehreren Bauklötzen stabil sind oder zusammenfallen. Solche konstruktiven Handlungen, die den Gesetzmäßigkeiten der Statik unterliegen (Definition in Anlehnung an Pfitzner, 1994), nehmen zwischen dem dritten und sechsten Lebensjahr zu (Bühler, 1931). Ab ca. Mitte des vierten Lebensjahrs durchlaufen Kinder beim Bauen mit Bauklötzen die Phase der beabsichtigten Herstellung eines Werkes. Diese Phase ist durch eine darstellende Intention sowie das Benennen des Bauwerks gekennzeichnet (vgl. Stufen des Bauens nach Hetzer, 1931; Bailey, 1933; Bühler, 1931; Kietz, 1950; Cohen & Uhry, 2011; Frances Hanline, Milton & Phelps, 2001; Reifel & Greenfield, 1983; Roth, 1974). Die kontinuierliche Zunahme der Tätigkeit und der Komplexität sowie das planmäßigere, zielgerichtete Vorgehen beim Bauen mit Bauklötzen sprechen u. a. dafür, dass das Gleichgewicht von Objekten einen geeigneten Lerngegenstand für den Übergang von Kindergarten zu Grundschule darstellt: Er berücksichtigt die Lebenswelt von Kindern und erlaubt das Bearbeiten wichtiger Lernziele des naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts (Eshach & Fried, 2005; Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts, 2013; Ministerium für Familie, Kinder, Jugend, Kultur NRW & Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW, 2016; Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW, 2008; Ministerium für Schule, Jugend und Kinder des Landes NRW, 2003). Verknüpft mit den inhaltlichen Zielen können bei diesem Lerngegenstand auch methodische Kompetenzen bezüglich der naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen (z. B. Beobachten, Vermuten, Überprüfen, Begründen, Kommunizieren) angewendet oder eingeübt werden. Auch dies entspricht den Zielsetzungen des naturwissenschaftlichen Unterrichts (Anders, Hardy, Pauen & Steffensky, 2013; Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts, 2013; Labudde & Möller, 2012).

Durch das Bauen mit Bauklötzen entwickeln Kinder früh erstes Wissen und rudimentäre Vorstellungen zu dem Phänomen Gleichgewicht. Entwicklungspsychologische Forschung zeigt, dass diese Prozesse in der ersten Klasse noch nicht abgeschlossen sind (vgl. Krist, 2010). Für ein wissenschaftlich angemessenes Verständnis eines solchen Phänomens werden Vorstellungen in komplexere anschlussfähige kognitive Strukturen eingebunden (diSessa, 1983; 1988; 1993). Lehrpersonen und pädagogische Fachkräfte können diese

Umstrukturierung mithilfe von Lernangeboten unterstützen. Die Gestaltung von qualitativ hochwertigen Lernsituationen erfordert eine genaue Analyse des Lerngegenstands im Hinblick auf den fachlichen Hintergrund sowie den Einbezug des Vorwissens der Kinder (Stern, 2006).

Forschungslücke

Dem kindlichen Spielen mit Bauklötzen wird in der US-amerikanischen Lernforschung schon seit Jahren eine große Bedeutung zugeschrieben. Überwiegend wird der Einfluss vom Bauen mit Bauklötzen auf die kindliche Entwicklung analysiert (vgl. Koch, 2011). Studien und Praxisratgeber deuten darauf hin, dass Bauklötze ein vielseitig wirkungsvolles Material im Kindergarten und in der Grundschule sind (Adams & Nesmith, 1996; Bullock, 1992; Cartwright, 1988; Chalufour & Worth, 2004; Einsiedler, 1985; 1999; Hensel, 1977; MacDonald, 2001; Montopoli, 1999; Pfitzner, 1994; Provenzo & Brett, 1984; Trautmann, Trautmann & Lee, 2011; Wellhausen & Kieff, 2001).

Die **körperlich-motorische Entwicklung** kann gefördert werden, indem beim Bauen z. B. die Grob- und Feinmotorik beansprucht werden, sich die Auge-Hand-Koordination verbessert, sich das Gefühl für Symmetrie und Balance entwickelt sowie das Objekt-Raum-Verständnis trainiert wird (Bullock, 1992). Die **soziale Entwicklung** kann unterstützt werden, da Kinder während des Bauens miteinander reden oder Bauklötze im gemeinsamen Spielen (Bullock, 1992; Hendrickson, Tremblay, Strain & Shores, 1981; Rogers, 1987). Beim Bauen mit Bauklötzen kann auch eine Integration von außenstehenden Kindern leicht erfolgen (Rogers, 1985). **Emotionale Fähigkeiten**, wie Konzentration und Ausdauer, können zunehmen (Schenk-Danziger, 1963). Kompetenzerleben und Selbstwertgefühl können durch das Bauen erfahren und entwickelt werden (Mogel, 2008). Das Bauen mit Bauklötzen kann auch Auswirkung auf die **kognitiven Fähigkeiten** haben, z. B. auf Sprache, Wahrnehmung und Gedächtnis(-Leistungen) (Cohen & Uhry, 2011; Ferrara, Hirsh-Pasek, Newcombe, Michinick Golinkoff & Shallcross Lam, 2011; Stroud, 1995; Wolfgang & Stakenas, 1985). Daneben können das mathematische Verständnis und Fähigkeiten in Bezug auf Sortierung und Klassifikation gefördert (Bullock, 1992; Sarama & Clements, 2009; Wolfgang & Stakenas, 1985) sowie Erfahrungen mit Größen, Entfernungen und Proportionen ermöglicht werden (Koch, 2011). Auch das räumliche Vorstellungsvermögen, z. B. die Fähigkeit der mentalen Rotation (Caldera et al., 1999; Casey et al., 2008) kann durch das Bauen mit Bauklötzen gefördert werden.

Offen bleibt, inwieweit auch Kompetenzen im Bereich **Naturwissenschaften und Technik** durch das Bauen mit Bauklötzen geschult werden können. Beim Bauen mit Bauklötzen sammeln Kinder bereits früh Erfahrungen mit Aspekten der Stabilität von Bauwerken, wie

z. B. der Kräfteverteilung, der Standfestigkeit sowie dem Gleich- und Gegengewicht. Obwohl es viele Hinweise dafür gibt, dass das Bauen mit Bauklötzen einen Einfluss auf diverse Bereiche der kindlichen Entwicklung haben könnte, Kinder im Übergang vom Kindergarten zur Grundschule häufiger und zielgerichteter mit Bauklötzen spielen und Bauklötze zum Standardmaterial in Kinderzimmern und institutionellen Einrichtungen (Kindergarten, Grundschule) gehören, ist das Verständnis von Kindern bezüglich der Stabilität von Bauwerken mit diesem Material bisher kaum erforscht.

Verortung in der Forschung

Im Hinblick auf das Phänomen Gleichgewicht können Ergebnisse z. B. aus der Entwicklungs- und Lernpsychologie herangezogen werden. In vielen Studien ist das Inhaltsgebiet Gleichgewicht aufgrund der Verwendung der Balkenwaage zwar implizit berücksichtigt, statt des fachlichen Wissens richtet sich das Erkenntnisinteresse in diesen Studien allerdings auf allgemeine Lernprinzipien (u. a. Halford, Andrews, Dalton, Boag & Zielinski, 2002; Siegler, 1976; Siegler & Chen, 2002). Eine Balkenwaage ist jedoch nicht Teil der kindlichen Lebenswelt (Flottmann, Naber, Plöger & Leuchter, 2014). Bauklötze können als Material genutzt werden, um für Kinder einen realitätsnahen Unterricht zu schaffen, der das Gleichgewicht von Objekten thematisiert.

Einige Studien aus dem Bereich der Intuitiven Physik verwenden statt einer Balkenwaage Bauklötze als Material und zeigen, dass bereits Babys zwischen dem dritten und zwölften Lebensmonat Vorwissen bezüglich eines Stützungskonzepts aufbauen (Baillargeon & Hanko-Summers, 1990; Baillargeon, Needham & DeVos, 1992; Baillargeon, 1995; Dan, Omori & Tomiyasu, 2000; Dan, Omori & Tomiyasu, 2001; Hespos & Baillargeon, 2008; Needham & Baillargeon, 1993). Weitere entwicklungspsychologische Studien, ebenfalls unter Einsatz von Bauklötzen, weisen darauf hin, dass sich mit ca. sechs bis sieben Lebensjahren die Vorstellungen zum Gleichgewicht von dem Einbezug der geometrischen Mitte zur Berücksichtigung des Massenmittelpunkts verändern (Bonawitz, van Schijndel, Friel & Schulz, 2012; Graham, Namy, Gentner & Meagher, 2010; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist, Horz & Schönfeld, 2005; Krist, 2013; Pine & Messer, 1999; Pine, Messer & John, 2002; Pine & Messer, 2003). Bei den genannten Studien ist allerdings einschränkend zu berücksichtigen, dass Aufbau und Durchführung der Studien von den Bedingungen schulischen Unterrichts stark abweichen. Oftmals werden Studien in laborähnlichen Eins-zu-eins-Situationen durchgeführt, während in der Schule eine Befragung bezüglich des Vorwissens in Kleingruppen oder im Klassenverbund realistisch ist. Die Forschungsergebnisse können somit nicht unmittelbar in die Praxis in Kindergarten und Schule überführt werden.

Ziel der Dissertation

Bisherige Forschung zeigt, dass Kinder im Übergang vom Kindergarten zur Grundschule bereits erste Vorstellungen zum Gleichgewicht von Objekten haben (Bonawitz et al., 2012; Graham et al., 2010; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Krist, 2013; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2002; Pine & Messer, 2003). Diese Kenntnisse aus der Entwicklungs- und Lernpsychologie, die implizit das Verständnis von Gleichgewicht von Bauklötzen erforschen, genügen nicht, um naturwissenschaftlichen Unterricht im Übergang vom Kindergarten zur Grundschule zum Gleichgewicht von Objekten entwicklungsangemessen zu gestalten.

Ziel der Dissertation ist es, ausgehend von den vorliegenden Ergebnissen aus der Lern- und Entwicklungspsychologie, weitere Erkenntnisse bezüglich der vorhandenen Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen bei drei- bis neunjährigen Kindern zu gewinnen. Darüber hinaus werden erste didaktische Überlegungen im Hinblick auf naturwissenschaftlichen Unterricht zu dem Lerngegenstand Gleichgewicht von Objekten mit Bauklötzen als Material angestellt und erforscht. Auf dieser Basis wird der Wissenszuwachs von Kindern im Hinblick auf dieses Inhaltsgebiet untersucht. Dabei steht ein systematischer Vergleich verschiedener Unterstützungsmaßnahmen im Vordergrund. Forschungsbasiert können auf diesem Weg erste Aufgaben für den Unterricht entwickelt werden, mit denen die Fähigkeit geschult wird, das Gleichgewicht von Objekten einzuschätzen.

Aus methodischer Sicht muss für die Untersuchung überlegt werden, wie die Vorstellungen abgefragt werden können. Bisherige Studien greifen dabei oftmals auf die *balance beam task* aus einer Studie von Karmiloff-Smith und Inhelder (1974) zurück. Die Aufgabe wird von Kindern leicht verstanden (diSessa, 1993) und sie erlaubt direktes und aktives Manipulieren der Objekte. Das Aufgabenformat ist allerdings durch das Ausbalancieren der Bauklötze nah an der Balkenwaage und berücksichtigt die Vorerfahrungen von Kindern nicht in dem Maß, wie es möglich ist. Tatsächlich erleben Kinder in ihrem Alltag, dass ein Bauklotz von einem anderen herunterfällt (Krist et al., 2005; Krist, 2010; 2013) oder dass Bauklotzanordnungen aus mehreren einzelnen Bauklötzen stabil bleiben oder zusammenfallen. Diese Situationen aus der kindlichen Lebenswelt werden als Aufgabenkontext genutzt. Darüber hinaus wird in den bisherigen Erhebungsmethoden eine Besonderheit des Inhaltsgebiets kaum berücksichtigt: Aufgrund des fachlichen Hintergrunds gibt es stabile und instabile Bauklotzanordnungen, die sehr ähnlich zueinander sind. Hier bietet sich die Verwendung von Vergleichen zwischen der stabilen und instabilen Anordnung bei der Erhebung an. Ein weiterer aus naturwissenschaftlich-technischer Perspektive relevanter Aspekt wird in den bestehenden Studien bisher nicht beachtet: Die Unterscheidung von geometrischer Mitte und

Massenmittelpunkt ist nur bei der Beurteilung von asymmetrischen Objekten relevant. Symmetrische Objekte erfordern das naturwissenschaftliche Wissen bezüglich des Massenmittelpunkts nicht. Die genannten methodischen Aspekte werden in den Studien der vorliegenden Dissertation berücksichtigt.

II Struktur der Dissertation

Die vorliegende Dissertation ist in drei Teilen verfasst, die einzeln für sich stehen können. Alle Teile stehen darüber hinaus in einem Gesamtzusammenhang. Was genau die einzelnen Teile der Dissertation aufgreifen und wie sie miteinander zusammenhängen, wird im folgenden Abschnitt erläutert.

Der Schwerpunkt des ersten Teils der Dissertation liegt auf der Erfassung der Vorstellungen drei- bis neunjähriger Kinder zur Stabilität von Bauklotzanordnungen. Es werden verschiedene Erhebungsmethoden entwickelt und einander gegenübergestellt. In einigen dieser Methoden werden Vergleiche zur Erhebung verwendet, um die fachliche Besonderheit zu berücksichtigen, dass stabile und instabile Bauklotzanordnungen sehr ähnlich zueinander sind. Da Sprache als Prädiktor beim Herstellen von Bezügen in einem Vergleich gilt, wird ebenfalls untersucht, wie sich eine sprachliche Beschreibung der Bauklotzanordnung auf die Leistung von Kindern auswirkt. Um die Ergebnisse von den Kindern besser einschätzen zu können, wurde eine Referenzstudie mit Studierenden durchgeführt.

Der zweite Teil der vorliegenden Dissertation konzentriert sich auf lösungsrelevante Dimensionen, die von vier- bis achtjährigen Kindern bei der Beurteilung des Gleichgewichts von Objekten herangezogen werden. Das Vorwissen von Kindern wird unter dem aus naturwissenschaftlich-technischer Perspektive relevanten Aspekt, dass die Unterscheidung von geometrischer Mitte und Massenmittelpunkt nur bei der Beurteilung von asymmetrischen Objekten relevant ist, in den Blick genommen. Für symmetrische Objekte wird das naturwissenschaftliche Wissen bezüglich des Massenmittelpunkts nicht benötigt, sie können über die geometrische Mitte (als Abstandsmaß) beurteilt werden. Im Rahmen dieser Studie werden Items entwickelt, die es ermöglichen, einen Rückschluss auf hinter der Beurteilung stehende lösungsrelevante Dimensionen zu ziehen. Analysiert wird, in welchem Alter Kinder welche lösungsrelevanten Dimensionen zur Beurteilung des Gleichgewichts von Objekten heranziehen. Auch in diesem Fall wurde zur besseren Einschätzung der Ergebnisse der Kinder eine Referenzstudie mit Studierenden durchgeführt. Darüber hinaus werden in diesem Teil (2) weitere Analysen bezüglich des Vorwissens durchgeführt. Neben dem Nachweis, dass die Ergebnisse von Studien bezogen auf Einzelobjekte (Krist et al.,

2005; Krist, 2010) auch für zusammengesetzte Bauklotzanordnungen zutreffen, werden die schwierigkeitsbestimmenden Merkmale *Symmetrie* und *Asymmetrie* sowie die Begründungen von Kindern genauer in den Blick genommen (vgl. Flottmann et al., 2014). Die für Kinder schwierigen Bauklotzanordnungen zu kennen, ist wichtig, da diese bevorzugt in einem unterrichtsähnlichen Setting zum Wissenszuwachs (spielbasierte Intervention) genutzt werden können. Die Begründungen geben überdies Aufschluss über die von Kindern verwendeten Begriffe, welche in der sprachlichen Beschreibung beim Lernen wieder aufgegriffen werden können.

Der Schwerpunkt des dritten Teils der vorliegenden Dissertation greift das Vorwissen als Ausgangspunkt für eine Veränderung der Vorstellungen auf. Ziel dieses Teils ist es nicht nur herauszufinden, ob Kinder ihre Vorstellungen bezüglich der Stabilität der Bauklotzanordnungen verändern. Zusätzlich zeigt ein systematischer Vergleich materialer und verbaler Unterstützungsmaßnahmen, welche Maßnahme sechs- bis siebenjährige Kinder bei der Vorstellungsveränderung am effektivsten unterstützt.

Abschließend werden erste Schlussfolgerungen für die Praxis im Kindergarten und in der Grundschule gegeben. Verschiedene Ideen für Lernangebote zur Förderung des Verständnisses der Stabilität von Bauklotzanordnungen sowie dem Gleichgewicht von Objekten werden skizziert.

Teil 1: Erhebung von Vorstellungen zu Gleichgewicht bei drei- bis neunjährigen Kindern

1.1 Einleitung

In etlichen Studien findet durch die Erhebung mithilfe der Balkenwaage das Inhaltsgebiet Gleichgewicht implizit Verwendung (z. B. Halford, Andrews, Dalton, Boag & Zielinski, 2002; Siegler, 1976; Siegler & Chen, 2002), allerdings haben die Studien zumeist das Ziel, generelle kognitive Aktivitäten zu erforschen und nicht das Wissen von Kindern zu dem speziellen Inhaltsgebiet. Die Balkenwaage ist für Kinder unbekannt und daher abstrakt. Zur Erfassung von Vorstellungen zum Gleichgewicht bei Kindern ist jedoch eine angemessene Erhebungsmethode erforderlich. Für eine altersangepasste Methode für das Inhaltsgebiet Gleichgewicht für Kinder zwischen drei und neun Jahren bietet es sich an, Bauklötze zur Erhebung zu verwenden, da Kinder diese aus ihrer Lebenswelt kennen und mit ihnen vertraut sind. Auch mit Bauklötzen wurden zu diesem Inhaltsgebiet bereits einige Studien durchgeführt (Bonawitz, van Schijndel, Friel & Schulz, 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist, Horz & Schönfeld, 2005; Krist, 2010; 2013; Pine & Messer, 1999; Pine, Messer & John, 2002; Pine & Messer, 2003), diese Studien berücksichtigen jedoch eine Besonderheit des Inhaltsgebiets kaum, welche sich durch den fachlichen Hintergrund ergibt: Es gibt stabile und instabile Bauklötzanordnungen, welche sehr ähnlich zueinander sind. Die Verwendung von Vergleichen stabiler und instabiler Bauklötzanordnungen bei der Erhebungsmethode bietet sich folglich an. Vergleiche ermöglichen, auf Grundlage eines Abgleichs Informationen von einer Basis- auf eine Zielsituation zu schlussfolgern (Gentner, 1983). Zudem weisen empirische Belege nach, dass Kinder in anderen Kontexten bereits früh fähig sind, Bezüge zwischen zwei Situationen herzustellen (z. B. Christie & Gentner, 2014; DeLoache, 1987; 1991; Loewenstein & Gentner, 2001). Dabei beeinflusst eine hohe Ähnlichkeit zwischen den Situationen den Erfolg von Kindern (DeLoache, Kolstad & Anderson, 1991; DeLoache, 1995a; 1995b; 2011) und führt dazu, dass ein spezifischer Unterschied entdeckt werden kann (Sagi, Gentner & Lovett, 2012). Auch die Tatsache, dass Sprache als Prädiktor bei Vergleichsleistungen angesehen wird (Christie & Gentner, 2014; 2010; DeLoache, 1995a; 1995b; Gentner & Rattermann, 1991; Gentner, 2010), wird in dem vorliegenden Forschungsvorhaben stärker als in vorangegangenen Studien zu Vorstellungen von Kindern zu Gleichgewicht berücksichtigt, indem der Vergleich zwischen zwei Bauklötzanordnungen teilweise um eine verbale Beschreibung ergänzt wird, welche die Aufmerksamkeit von Kindern auf den Unterschied zwischen den Bauklötzanordnungen

lenken soll. Ziel der Studie ist, herauszufinden, inwiefern Vergleichsmöglichkeiten einen Einfluss auf die Leistungen sechs- bis siebenjähriger Kinder bei der Beurteilung der Stabilität von Bauklotzanordnungen haben.

In dem folgenden Teil der Dissertation werden einleitend Grundlagen zu Vorstellungen bei Kindern erläutert und der fachliche Hintergrund des Inhaltsgebiets skizziert. Bisherige Studien zu Vorstellungen bei Kindern werden detailliert beschrieben, um einen Überblick zu geben, welche Methoden verwendet werden und welche Befunde bereits existieren. Daran schließen sich Ausführungen zu Vergleichsprozessen an, weil diese aufgrund des fachlichen Hintergrunds in der vorliegenden Studie stärker in die Erhebung von Vorstellungen zur Stabilität von Bauklotzanordnungen bei Kindern einfließen sollen. Anschließend werden die Methode und die Ergebnisse der Studie mit sechs- bis siebenjährigen Kindern sowie einer Referenzstudie mit Studierenden zur besseren Einschätzung der Ergebnisse der Kinder präsentiert und diskutiert.

1.2 Vorstellungen bei Kindern

Im Folgenden werden zunächst Grundlagen zu Vorstellungen bei Kindern eingeführt. Die Ausführungen beziehen sich auf diSessas *Knowledge-in-pieces-Theorie* (1983; 1988; 1993). Bei Kindern liegen viele verschiedene Vorstellungen vor, welche mit der Zeit in komplexere, anschlussfähige kognitive Strukturen eingebunden werden (diSessa, 1983; 1988; 1993). Zum Beispiel beim Ausbalancieren von asymmetrischen Objekten berücksichtigen Kinder zunächst die geometrische Mitte und erst später gelingt es ihnen, den Massenmittelpunkt zu berücksichtigen (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974). Geometrische Mitte und Massenmittelpunkt können hier als Vorstellungen zum Gleichgewicht betrachtet werden. Abstand, Gewicht und Drehmoment sind weitere Beispiele für Vorstellungen zu diesem Inhaltsgebiet, welche bereits Gegenstand von anderen Forschungsarbeiten sind (vgl. Andrews, Halford, Murphy & Knox, 2009; Halford et al., 2002; Pine, Lufkin, Kirk & Messer, 2007; Roth, 1974; Siegler, 1976; 1978; Surber & Gzesh, 1984). Kinder äußern bspw. zur geometrischen Mitte Vorstellungen wie „der Bauklotz bleibt auf dem Balken liegen, wenn er genau in der Mitte liegt“ oder „der Bauklotz hält, wenn er nicht mehr als die Hälfte übersteht“. Die verschiedenen Vorstellungen können eng miteinander verbunden sein und müssen für ein umfassendes wissenschaftlich angemessenes Verständnis eines Phänomens modifiziert und abstrahiert werden (diSessa, 1983). Vorhandene Vorstellungen bilden den Ausgangspunkt einer von außen angeregten Umstrukturierung und sollten zu Beginn sorgfältig erhoben werden. Zur Erhebung von Vorstellungen wird eine Methode benötigt, welche diese angemessen abbildet. Diese Methode ist von dem Inhaltsgebiet abhängig, für

welches Vorstellungen erfasst werden sollen. Daher wird im nächsten Kapitel zunächst der fachliche Hintergrund erläutert.

1.3 Gleichgewicht beim Bauen mit Bauklötzen

Das Bauen mit Bauklötzen ist eine alltägliche Tätigkeit von Kindern, bei der sie Erfahrungen mit statischen Gesetzmäßigkeiten machen, z. B. bei dem Bau eines Turms. Sie erleben bspw., dass ein Bauklotz von einem anderen herunterfällt, wenn er zu weit übersteht. Durch solche Erfahrungen mit Phänomenen entstehen Vorstellungen bei Kindern, in diesem Fall zum Gleichgewicht von Bauklötzen. Im folgenden Abschnitt werden zur Klärung des fachlichen Hintergrunds zum Gleichgewicht beim Bauen mit Bauklötzen beispielhafte Vorstellungen aufgezeigt sowie erläutert, welche Variablen für Gleichgewicht entscheidend sind.

Das Phänomen Gleichgewicht lässt sich in übergeordnete Vorstellungen (z. B. Hebelgesetz) und Vorstellungen zu Subaspekten (z. B. Abstand, Gewicht) gliedern. Nach diesen Aspekten können Vorstellungen geordnet werden, ihre Bezeichnung ist allerdings nicht immer gleich. Als geometrische Mitte eines Objekts wird im Folgenden (in Anlehnung an Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Bonawitz et al., 2012) die vertikale Achse bezeichnet, welche die Grundfläche eines Objekts halbiert. Diese Achse definiert sich über zwei Abstände (vgl. Abb. 1.1, blaue Linie und grüne Pfeile). Geometrische Mitte und Abstand können somit als verschiedene Bezeichnungen für dieselbe Kategorie betrachtet werden. Mit der Vorstellung *Gewicht* eng verbunden sind z. B. Vorstellungen zur Gewichtskraft (vgl. Abb. 1.1, rote Pfeile). Erst die Integration von Abstand und Gewicht (vgl. Abb. 1.1, grüne und rote Pfeile) führt zu einer wissenschaftlich adäquaten Vorstellung zum Hebelgesetz. Vorher können bei Kindern dennoch primitive Vorstellungen vorliegen, bei welchen z. B. nur die Abstandsdimension berücksichtigt wird.

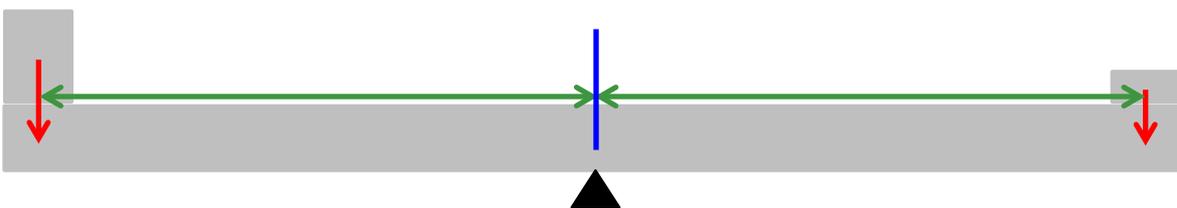


Abb. 1.1: Beispiele für Vorstellungen zu Gleichgewicht: Geometrische Mitte (blau), Abstand (grün) und Gewicht (rot)

Entscheidend dafür, ob ein Objekt (z. B. ein Bauklotz) liegen bleibt oder herunterfällt, ist die Lage der Wirkungslinie der Gewichtskraft (vgl. Abb. 1.2, rote Pfeile), welche am Massenmittelpunkt (vgl. Abb. 1.2, graue Punkte) eines Objekts ansetzt (Gascha, 1998; Stuart & Klages, 2009; Tipler, 1994). Die Lage des Massenmittelpunkts ist bei Objekten mit

gleichmäßiger Dichte abhängig von ihrer Form (vgl. Kuchling, 2011). Objekte können symmetrisch oder asymmetrisch sein. Ein Objekt bleibt in seiner Lage, solange die Gewichtskraft lotrecht innerhalb seiner Auflagefläche wirkt (vgl. Abb. 1.2, Situation 1 und 3). Wirkt die Gewichtskraft lotrecht außerhalb seiner Auflagefläche, fällt das Objekt herunter (Stuart & Klages, 2009; Tipler, 1994, vgl. Abb. 1.2, Situation 2 und 4). Sind alle Bauklötze im Gleichgewicht, ist ein Bauwerk stabil (vgl. Krings, 2011).

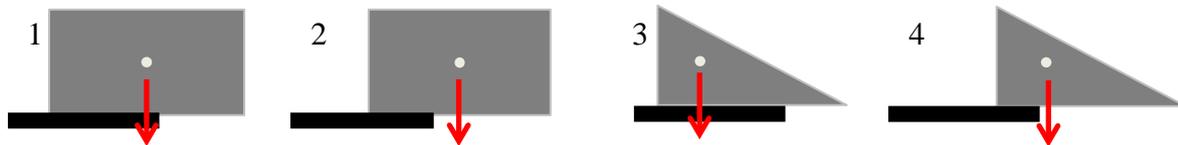


Abb. 1.2: Gleichgewichtslagen symmetrischer (Situation 1 und 2) und asymmetrischer (Situation 3, 4) Bauklötze auf einer Auflagefläche

Beim Bauen mit Bauklötzen erleben Kinder nicht nur, dass einzelne Bauklötze von anderen herunterfallen, sondern überwiegend, dass Bauklötzeanordnungen aus mehreren Bauklötzen stabil sind oder zusammenfallen. Welche Vorstellungen bei Kindern zum Gleichgewicht beim Bauen mit Bauklötzen vorliegen, wird im nächsten Kapitel beschrieben.

1.4 Erhebung von Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen

In dem folgenden Abschnitt werden Erhebungsmethoden bisheriger Studien detailliert beschrieben und im Hinblick auf die Verwendung von Vergleichsmöglichkeiten analysiert, da sie Hinweise darauf geben, wie Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen bei Kindern angemessen abgebildet werden können. Auf dieser Basis werden anschließend in der Zusammenfassung Schlussfolgerungen für das eigene Forschungsvorhaben gezogen. Einleitend wird zunächst ein Überblick über bestehende Studien gegeben, welcher auch weitere Merkmale, wie z. B. das Alter der Kinder und die Stichprobengröße, berücksichtigt. Bisherige Forschung untersucht Vorstellungen zum Gleichgewicht bei Säuglingen (vgl. Baillargeon & Hanco-Summers, 1990; Baillargeon, Needham & DeVos, 1992; Dan, Omori & Tomiyasu, 2000; Dan, Omori & Tomiyasu, 2001; Hespos & Baillargeon, 2008; Needham & Baillargeon, 1993), Kindergarten- und Grundschulkindern (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Krist, 2010; 2013; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2002; Pine & Messer, 2003). Bei Säuglingen werden Vorstellungen diagnostiziert, welche für Klein- und Grundschulkindern nicht nachgewiesen werden können (Krist, 2010; Krist & Krüger, 2012). Dies ist möglicherweise auf Diskontinuitäten in der Entwicklung oder aber auf sehr unterschiedliche Erhebungsmethoden zurückzuführen (vgl. Hespos & Baillargeon, 2008; Krist & Krüger, 2012). Einige Studien weisen darauf hin, dass mit ca. sechs bis sieben Jahren eine Veränderung der Vorstellungen zum Gleichgewicht

erfolgt (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974), daher stehen hier Untersuchungen im Vordergrund, welche sich auf diese Altersgruppe beziehen (vgl. Tab. 1.1). Säuglinge werden aufgrund der Unterschiede im Hinblick auf die Erhebungsmethode an dieser Stelle nicht miteinbezogen. Grundschulkindern orientieren sich beim Ausbalancieren eines asymmetrischen Bauklötzes zunächst an der geometrischen Mitte und berücksichtigen erst später den Massenmittelpunkt (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974). Beim Ausbalancieren und beim Beurteilen des Gleichgewichts eines Bauklötzes auf einer Auflagefläche zeigen Kinder bessere Leistungen bei symmetrischen Bauklötzen als bei asymmetrischen (Krist et al., 2005; Krist, 2010; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2002; Pine & Messer, 2003).

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf Tabelle 1.1, in welcher Studien, die Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen bei Kindergarten- und Grundschulkindern analysieren, geordnet nach der Erhebungsmethode und nach dem jüngsten Alter der Kinder aufgeführt sind (vgl. Tab. 1.1). Die Stichprobengröße dieser Studien ist sehr unterschiedlich: Bei einigen Studien ist der Stichprobenumfang mit ca. 25 Probanden klein (Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Pine & Messer, 2003), bei anderen mit 58 bis 80 Probanden mittel (Krist et al., 2005; Krist, 2010; 2013; Pine & Messer, 1999, Experiment 2) oder mit 120 und mehr Probanden groß (Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999, Experiment 1; Pine et al., 2002, vgl. Tab. 1.1).

Im Folgenden wird zunächst beschrieben, mit welchen Methoden Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen bei Kindern erfasst werden. Erfragt werden diese zumeist **handelnd** (Erhebungsmethode 1), indem Kinder Bauklötze ausbalancieren (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2002; Pine & Messer, 2003). Krist (2010; 2013) lässt Kinder **beobachtungsbasiert beurteilen** (Erhebungsmethode 2), ob Bauklötze auf einer Auflagefläche stabil sind. Hinsichtlich beider Erhebungsmethoden werden Material und Durchführung sowie Auswertungsmethoden beschrieben. Anschließend werden die Erhebungsmethoden im Hinblick auf Vergleichsmöglichkeiten analysiert und Forschungsbefunde werden präsentiert.

Tab. 1.1: Übersicht Studien Vorwissen – Alter, Stichprobengröße, Durchführung und Auswertungsmethode

	Studie	Alter in Jahren	N	Durchführung	Auswertungsmethode
Ausbalancieren	Bonawitz et al., 2012	4 bis 7	126	3 asymmetrische Bauklötze, 1 Versuch pro Bauklotz, Ergebnis für Kinder nicht sichtbar	Beobachtungen zur Identifikation von lösungsrelevanten Dimensionen, Alter und prozentualer Anteil der Kinder
	Krist et al., 2005	4 bis 8	65	2 symmetrische + 2 asymmetrische Bauklötze, vorgegebene Reihenfolge durch Versuchsleiter, 2 Durchgänge mit jedem Bauklotz, mehrfach Ausprobieren möglich	Anzahl korrekter Lösungen, Antwortzeit, Anzahl erster Platzierungen in der Mitte, Anzahl Korrekturen, Prozent richtiger Korrekturen
	Pine & Messer, 1999, Experiment 1	4.1 bis 9.2	168	7 symmetrische + 3 asymmetrische Bauklötze, Dauer und Häufigkeit beliebig, Anregung zu Kommentaren: Vermutungen, Begründungen	Beobachtungen zur Identifikation von lösungsrelevanten Dimensionen, prozentualer Anteil der Kinder, (Ausschluss von 48 Kindern, welche keiner lösungsrelevanten Dimension zugeordnet werden können)
	Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974	4.5 bis 9.4	23	Symmetrische + asymmetrische Bauklötze, Möglichkeit, 2 Bauklötze gleichzeitig auf der Auflagefläche zu platzieren, Anregung zu Kommentaren: Vermutungen, Begründungen	Beobachtungen zur Identifikation von lösungsrelevanten Dimensionen, Alter der Kinder
	Pine & Messer, 2003	Ø 5.8	25	3 symmetrische + 3 asymmetrische Bauklötze, 1 Versuch pro Bauklotz, Anregung zu Kommentaren: Vermutungen, Begründungen	Anzahl korrekter Lösungen
	Pine et al., 2002	Ø 6.2	126	4 symmetrische + 4 asymmetrische Bauklötze, vorab Abfrage von Vermutungen	Anzahl korrekter Lösungen, (Ausschluss von 47 Kindern, welche alle Bauklötze im Vortest korrekt ausbalancieren)
	Pine & Messer, 1999, Experiment 2	Ø 6.8	58	4 symmetrische + 4 asymmetrische Bauklötze, Dauer und Häufigkeit beliebig, Anregung zu Kommentaren: Vermutungen, Begründungen	Beobachtungen zur Identifikation von lösungsrelevanten Dimensionen, prozentualer Anteil der Kinder
Beurteilen	Krist, 2010	3 bis 6	80	4 symmetrische + 5 asymmetrische Bauklotzpaare (stabil, instabil), Material/Fotos, vorgegebene Reihenfolge durch Versuchsleiter, Präsentation der Bauklötze in stabiler und instabiler Position: symmetrische Bauklötze mit 15% und 75% auf der Auflagefläche, asymmetrische Bauklötze mit 50%, Beurteilung/Vorhersage, Ergebnis für Kinder nicht sichtbar	Anzahl korrekter Lösungen
	Krist, 2013	Ø 4.0	65	3 asymmetrische Bauklotzpaare (stabil, instabil), vorgegebene Reihenfolge durch Versuchsleiter, Präsentation der Bauklötze in stabiler und instabiler Position: mit 50% auf der Auflagefläche in beiden Ausrichtungen, Vorhersage, Ergebnis für Kinder nicht sichtbar	Anzahl korrekter Lösungen, Auswertung nach Paaren (stabil, instabil)

1.4.1 Erhebungsmethode 1: Handelndes Ausbalancieren

Kinder balancieren Bauklötze auf einer schmalen Auflagefläche so aus, dass sie nicht herunterfallen (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2002; Pine & Messer, 2003). Bei den auszubalancierenden Bauklötzen handelt es sich zumeist um Leisten (ca. 25-30 cm lang), welche teilweise an einem oder beiden Enden um weitere kleine Objekte (z. B. Würfel, Pyramiden) ergänzt sind (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2002; Pine & Messer, 2003). Dadurch entstehen Bauklötze mit asymmetrischer (vgl. Abb. 1.3, Bauklötze 1, 2 und 3) oder symmetrischer Form, wobei letztere achsen- (vgl. Abb. 1.3, Bauklötz 4) oder punktsymmetrisch (vgl. Abb. 1.3, Bauklötz 5) sein können. Die Anzahl symmetrischer Bauklötze variiert in bisherigen Studien zwischen null (Bonawitz et al., 2012) und sieben (Pine & Messer, 1999, Experiment 1) und die Anzahl asymmetrischer Bauklötze zwischen zwei (Krist et al., 2005) und vier (Pine & Messer, 1999, Experiment 2; Pine et al., 2002, vgl. Tab. 1.1).



Abb. 1.3: Beispiele für symmetrische (4, 5) und asymmetrische (1, 2, 3) Bauklötze

Einzelnen balancieren Kinder unter Anleitung eines Versuchsleiters die Bauklötze nacheinander in zufälliger Reihenfolge aus (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2002; Pine & Messer, 2003) oder die Reihenfolge wird vom Versuchsleiter vorgegeben (Krist et al., 2005). Die Anzahl der Versuche bzw. die Dauer des Ausprobierens ist in den Studien sehr unterschiedlich: Beispielsweise in der Studie von Bonawitz und Kollegen (2012) haben die Kinder pro Bauklötz einen Versuch, während die Kinder in der Studie von Pine & Messer (1999) jeden Bauklötz so lange ausprobieren dürfen, wie sie wollen (vgl. Tab. 1.1). Darüber hinaus unterscheidet sich im Hinblick auf die Durchführung, ob die Kinder das Ergebnis des Ausprobierens sehen (Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2002; Pine & Messer, 2003) oder ob der Versuchsleiter den Bauklötz festhält (Bonawitz et al., 2012, vgl. Tab. 1.1). In einigen Studien werden die Kinder durch Fragen des Versuchsleiters angeregt, ihr Vorgehen zu kommentieren (Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974) oder explizit nach Vermutungen (Pine & Messer, 1999; Pine & Messer, 2003) und Begründungen (Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2002)

gefragt (z. B. *Glaubst du, dieser Bauklotz kann ausbalanciert werden? Warum denkst du, kann der Bauklotz nicht ausbalanciert werden?*; vgl. Tab. 1.1).

Auswertungsmethode

Basierend auf Beobachtungen bzw. Videoaufnahmen wird die Position analysiert, an welcher Kinder die Bauklötze auf der Auflagefläche platzieren (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2002; Pine & Messer, 2003). Auswertungen werden vorgenommen im Hinblick auf den prozentualen Anteil der Kinder (Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999) und das Alter, in welchem Kinder eine bestimmte Position wählen (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974). Weitere Studien werten die Anzahl korrekter Lösungen aus (Krist et al., 2005; Pine et al., 2002; Pine & Messer, 2003). Teilweise werden Befunde ergänzt, z. B. hinsichtlich der Antwortzeit der Kinder (Krist et al., 2005).

1.4.2 Erhebungsmethode 2: Beobachtungsbasierte Beurteilung

Kinder sehen einzelne einfache Bauklötze (z. B. Quader, rechtwinkliges Dreieck, L-förmig) auf einer Plattform (Krist, 2010; 2013). Die Bauklötze werden nacheinander in vorgegebener Reihenfolge in stabilen und instabilen Positionen präsentiert (Krist, 2010; 2013). In der Studie von Krist (2010) werden symmetrische Bauklötze mit 15% und 75% Auflagefläche auf der Plattform präsentiert, asymmetrische Bauklötze werden in beiden Studien (2010; 2013) mit 50% Auflagefläche in beiden möglichen Ausrichtungen dargeboten (vgl. Tab. 1.1). Zu berücksichtigen ist, dass bei dieser Art der Präsentation der Massenmittelpunkt bei symmetrischen Bauklötzen weiter von der Mitte abweicht als bei asymmetrischen (vgl. Exzentrizität bei Krist, 2010). Die Kinder beurteilen, ob die dargebotene Situation möglich ist (Krist, 2010) oder sagen vorher, was passiert, wenn der Bauklotz vom Versuchsleiter losgelassen wird (Krist, 2010; 2013, vgl. Tab. 1.1). Das Ergebnis der beurteilten Situationen sehen die Kinder nicht (Krist, 2010; 2013, vgl. Tab. 1.1). Die Befragung wird mit realem Material (Krist, 2010; 2013) oder anhand von Fotos (Krist, 2010) durchgeführt. Die Bearbeitung der Aufgabe erfolgt einzeln unter Anleitung eines Versuchsleiters (Krist, 2010; 2013, vgl. Tab. 1.1).

Auswertungsmethode

Basierend auf den verbalen Antworten der Kinder wird bewertet, ob die Stabilität der Bauklötze richtig beurteilt wurde (Krist, 2010; 2013). Die Ergebnisse werden hinsichtlich der Anzahl korrekter Lösungen ausgewertet (Krist, 2010; 2013, vgl. Tab. 1.1).

1.4.3 Vergleichsmöglichkeiten innerhalb der Erhebungsmethoden

Im Rahmen beider Erhebungsmethoden können Vergleichsmöglichkeiten für Kinder zwischen verschiedenen Bauklötzen angeboten werden. Die bereits angeführten Studien werden im Folgenden im Hinblick auf diesen Aspekt betrachtet. Beim Ausbalancieren besteht für Kinder in Karmiloff-Smith und Inhelders Studie (1974) die Möglichkeit, Bauklötze gleichzeitig auf der Auflagefläche auszubalancieren. Diese Vergleichsmöglichkeit wird allerdings nicht genauer analysiert. Krist (2013) verwendet in seiner Studie asymmetrische Bauklötze, welche in stabiler oder instabiler Lage auf einer Plattform präsentiert werden. Beide Situationen werden den Kindern direkt hintereinander präsentiert. Den Zusammenhang zwischen diesen sehr ähnlichen Situationen berücksichtigt Krist (2013), indem neben der Anzahl korrekter Lösungen Auswertungen bezogen auf solche Paare (derselbe Bauklötz in stabiler und instabiler Lage) vornimmt.

Auf Basis der vorgestellten Methoden ergeben sich Befunde hinsichtlich der Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen bei Kindern. Diese werden im Folgenden erläutert.

1.4.4 Forschungsbefunde zu Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen

Bisherige Forschungsbefunde zu Vorstellungen von Kindern zum Gleichgewicht von Bauklötzen werden in diesem Kapitel unter Berücksichtigung der Erhebungsmethode vorgestellt, da diese anschließend für die Einordnung und Diskussion der eigenen Ergebnisse eine wichtige Referenz darstellen.

Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen bei Kindern verändern sich während des Kleinkindalters; ihre Entwicklung ist bei Schuleintritt noch nicht abgeschlossen (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Krist, 2010; Pine & Messer, 1999). Handelndes Ausbalancieren und beobachtungsbasiertes Beurteilen des Gleichgewichts von Bauklötzen auf einer Auflagefläche gelingt Kindern zwischen drei und acht Jahren mit kontinuierlichem, altersabhängigem Leistungszuwachs (Krist et al., 2005; Krist, 2010; Pine & Messer, 1999, Experiment 1). Kinder zeigen unter Verwendung beider Erhebungsmethoden bessere Leistungen bei symmetrischen als bei asymmetrischen Bauklötzen (Krist et al., 2005; Krist, 2010; Pine et al., 2002; Pine & Messer, 2003), wobei die Schwierigkeiten bei der Beurteilung asymmetrischer Bauklötze nicht von der Präsentationsart (Menge des Kontakts mit der Auflagefläche, 50% bei asymmetrischen gegenüber 15% bzw. 75% bei symmetrischen Bauklötzen) abhängig sind (Krist, 2013). Bei diesem Befund ist dennoch zu berücksichtigen, dass zur korrekten Lösung aufgrund der Übereinstimmung von geometrischer Mitte und Massenmittelpunkt bei symmetrischen

Bauklötzen der Einbezug der geometrischen Mitte hinreichend ist, bei asymmetrischen Bauklötzen hingegen muss der Massenmittelpunkt berücksichtigt werden (vgl. Kap. 1.3, Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist, 2010). Bei Verwendung der Ausbalanciermethode gelangen Studien mit unterschiedlichen Stichprobengröße (klein, groß) und ungleichen Durchführungsbedingungen (z. B. Anzahl der Versuche, mit oder ohne Anregung zu Kommentaren) zu dem Befund, dass Kinder mit ca. sechs Jahren die geometrische Mitte bei ihrer Handlung als lösungsrelevante Dimension einbeziehen (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974). Erst später berücksichtigen sie den Massenmittelpunkt, wobei Altersangaben bezüglich dieser Vorstellungsveränderung zwischen siebeneinhalb (Bonawitz et al., 2012) und acht bis neun Jahren (Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974) variieren. Darüber hinaus hat Krist (2010) herausgefunden, dass Kinder zwischen drei und sechs Jahren gleiche Leistungen zeigen bei der Beurteilung von Bildern und von realem Material (Bauklötze). Die Auswertungen bezogen auf Paare (stabil, instabil) von Krist (2013) ergeben, dass weder Drei- noch Vierjährige Leistungen über Zufallsniveau (25%) zeigen.

1.4.5 Zusammenfassung: Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen

Zusammenfassend zeigt sich in einigen Befunden, dass Kinder zwischen sechs und neun Jahren ihre Vorstellungen zum Gleichgewicht verändern (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974), aber nicht, in welchem Alter genau dies geschieht. Von bisherigen Studien verwendete Methoden (handelndes Ausbalancieren, beobachtungsbasierte Beurteilung) führen zu vergleichbaren Ergebnissen (Krist, 2010). Dies deutet darauf hin, dass Kinder fähig sind ihr Wissen hinsichtlich des Gleichgewichts von Bauklötzen nicht nur über Handlung auszudrücken. Daher kann es als legitim betrachtet werden, die Beurteilung von den Kindern in dem vorliegenden Forschungsvorhaben auf Basis von Fotos vornehmen zu lassen. Bei Verwendung der beobachtungsbasierten Beurteilung beziehen sich bisherige Studien auf das Gleichgewicht einzelner Bauklötze (Krist, 2010; 2013) und nicht auf Bauwerke aus mehreren Bauklötzen, wie Kinder sie im Spiel bauen. Bauwerke bleiben stabil oder fallen zusammen (vgl. Kap. 1.3). In bestehenden Studien wird dieser Tatsache wenig Bedeutung beigemessen. In Karmiloff-Smith und Inhelders Studie (1974) besteht für Kinder die Möglichkeit, Bauklötze gleichzeitig auf der Auflagefläche auszubalancieren. Nutzen Kinder diese, können sie stabile und instabile Situationen miteinander vergleichen. Das Vergleichen steht in Karmiloff-Smith und Inhelders Studie (1974) allerdings nicht im Vordergrund. Krist (2013) berücksichtigt den Zusammenhang zwischen Situationen, bei

denen ein Bauklotz auf der Plattform stabil bleibt oder herunterfällt, indem er Ergebnisse auswertet bezogen auf Paare.

Stabile und instabile Bauklotzanordnungen können aufeinanderfolgend oder simultan präsentiert werden. Bei der Präsentation im Vergleich erkennen Kinder möglicherweise den Unterschied zwischen den Situationen leichter (Gentner, 2010; Sagi et al., 2012). Dieses Erkenntnis soll für das vorliegende Forschungsvorhaben leitend sein. Wie Vergleichsmöglichkeiten sinnvoll in eine Erhebung von Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen integriert werden können, wird im Folgenden aufgezeigt.

1.5 Vergleiche zur Erhebung verwenden

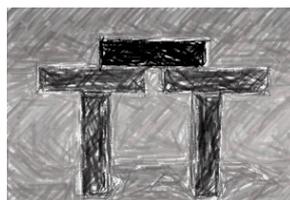
Vergleiche zweier Situationen ermöglichen das Herstellen von Bezügen zwischen ihren Repräsentationen (Gentner, 1983; DeLoache, 1995a; 1995b; 2011). Dieser Prozess (*Mapping*) wird in Anlehnung an Gentners *Structure-Mapping-Theorie* (1983) konkret für das hier gewählte Inhaltsgebiet beschrieben. Anschließend werden Faktoren genannt, welche den Prozess beeinflussen, und bisherige Forschungsbefunde skizziert hinsichtlich der Fähigkeit von Kindern, Bezüge zwischen zwei Situationen herzustellen.

1.5.1 Vergleichsprozesse und ihre Einflussfaktoren

Im folgenden Abschnitt werden zunächst Grundlagen zu Vergleichsprozessen und ihren Einflussfaktoren beschrieben.

Grundlagen zu Vergleichsprozessen

Werden zwei Situationen präsentiert (z. B. zwei Bauklotzanordnungen), können diese die Grundlage für einen Vergleich bilden. Gentners *Structure-Mapping-Theorie* (1983) folgend ist das Herstellen von Bezügen zwischen ihren Repräsentationen ein Prozess, der bei jedem Vergleich stattfindet. Repräsentationen können sich auf materiale, bildhafte und sprachliche Situationen beziehen, z. B. auf reale Bauklotzanordnungen, Bilder von Bauklotzanordnungen sowie auf Geschriebenes oder Gesprochenes (vgl. Abb. 1.4).



„Bauklotzanordnung“
Bauklotzanordnung

Abb. 1.4: Materiale, bildhafte und sprachliche Repräsentationen einer Bauklotzanordnung

Das Herstellen von Bezügen erfolgt in zwei Schritten: 1) Abgleich und 2) Schlussfolgerung (Gentner, 1983). Zuerst wird im Folgenden beschrieben, unter welchen Bedingungen der

Abgleich abläuft und mit welchem Ziel. Anschließend wird das Schlussfolgern von der Basis- auf die Zielsituation mit Bezug zu Bauklotzanordnungen skizziert.

Bei dem **Abgleich** zweier Bauklotzanordnungen kann herausgefunden werden, ob Bauklötze und ihre Relationen (z. B. Überstehen eines Bauklotzes über einen anderen) in beiden Anordnungen übereinstimmen. Ein Abgleich folgt den nachstehenden Prinzipien, wobei diese von dem Vergleichenden nicht bewusst wahrgenommen werden. Ein Abgleich sollte allen Prinzipien genügen (Gentner, 1983; Gentner & Markman, 1994; Gentner, 2010):

- **Eins-zu-eins-Zuordnung:** Jeder Bauklotz der Basissituation wird mit genau einem Bauklotz der Zielsituation in Übereinstimmung gebracht.
- **Paralleles Verbinden:** Bei dem In-Übereinstimmungbringen einer Relation, bspw. dem Überstehen eines Bauklotzes, werden auch die betroffenen Bauklötze in Übereinstimmung gebracht.
- **Systematik:** Größere verbundene Bauklotzeinheiten oder Einheiten höherer Ordnung einschließlich ihrer Relationen werden gegenüber einzelnen Bauklötzen präferiert.

Der Abgleich führt zum Finden von Gemeinsamkeiten und Unterschieden der Bauklotzanordnungen (vgl. Gentner, 2010). Gemeinsamkeiten sind Übereinstimmungen (Elemente, Relationen) in den Repräsentationen (Gentner & Markman, 1994). Unterschiede werden in zwei Typen unterteilt (Sagi et al., 2012): Ein abgleichbarer Unterschied ist bspw. ein Bauklotz, der in beiden Anordnungen vorhanden ist, aber eine andere Farbe oder leicht veränderte Position hat (vgl. Abb. 1.5, beide oberen Bauklötze in linker Anordnung weniger weit nach rechts verschoben als in rechter Anordnung).



Abb. 1.5: Beispiel für einen abgleichbaren Unterschied

Ein nicht abgleichbarer Unterschied ist z. B. ein Bauklotz, welcher kein korrespondierendes Element hat (vgl. Abb. 1.6, oberer Bauklotz in linker Anordnung im Vergleich zu rechter Anordnung, hier ist kein korrespondierendes Element vorhanden).

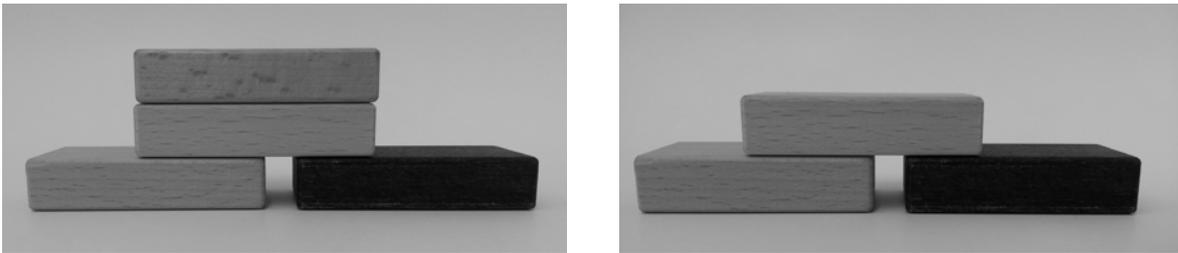


Abb. 1.6: Beispiel für einen nicht abgleichbaren Unterschied

Mithilfe von Vergleichsmöglichkeiten werden insbesondere abgleichbare Unterschiede hervorgehoben (Gentner & Markman, 1994). Bisherige Forschung zeigt, dass Probanden bei sehr unterschiedlichen Bauklotzanordnungen schneller erkennen, **dass** diese sich unterscheiden (vgl. Sagi et al., 2012, vgl. Abb. 1.7, Anordnung 1 im Vergleich zu 2). Bei sehr ähnlichen Bauklotzanordnungen erkennen Probanden schneller, **wie** diese sich unterscheiden (vgl. Sagi et al., 2012, vgl. Abb. 1.7, Anordnung 2 im Vergleich zu 3).

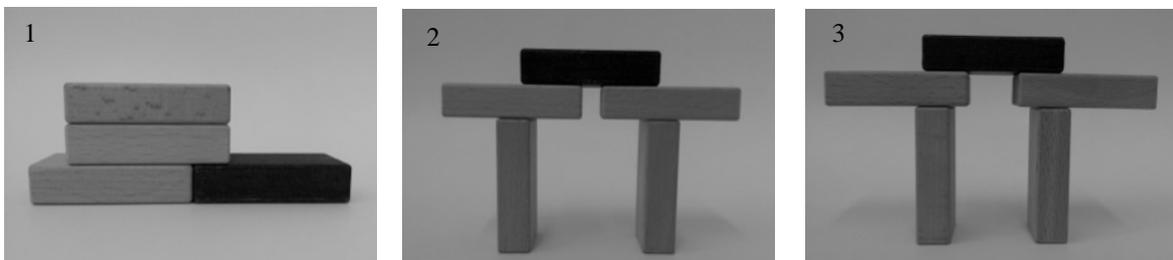


Abb. 1.7: Bauklotzanordnungen im Vergleich

Basierend auf diesem Abgleich ermöglicht ein Vergleich in einem zweiten Schritt **Schlussfolgerungen** von der Basis- auf die Zielsituation. Das bedeutet, bekannte Informationen werden auf die unbekannte Situation übertragen. Zum Beispiel kann das Wissen, dass eine Bauklotzanordnung stabil ist, helfen, eine andere Anordnung erfolgreich zu beurteilen.

Im Folgenden werden Faktoren erläutert, welche Einfluss auf Vergleichsprozesse haben. Dabei wird hinsichtlich des Prädiktors Sprache das Modell von Schnotz und Bannert (1999) zur kognitiven Verarbeitung visueller und verbaler Informationen kurz vorgestellt. Befunde, inwieweit Kinder unter bestimmten Bedingungen fähig sind, Bezüge zwischen zwei Situationen herzustellen, werden anschließend präsentiert.

Einflussfaktoren

Der *Structure-Mapping-Prozess* (Gentner, 1983) wird hypothetisch oder nachgewiesen durch Faktoren beeinflusst: a) die Fähigkeit zur repräsentationalen Einsicht (DeLoache, 1995a; 1995b; 2011) und b) zur dualen Repräsentation (DeLoache, 1995a; 1995b; 2011), c) die Ähnlichkeit zwischen den zu vergleichenden Situationen (DeLoache et al., 1991; DeLoache, 1995a; 1995b; 2011; Gentner & Smith, 2013) sowie d) von sprachlicher Repräsentation (Christie & Gentner, 2014; DeLoache, 1995a; 1995b; Gentner &

Rattermann, 1991; Gentner & Christie, 2010; Gentner, 2010). Neben den im Folgenden erläuterten Faktoren beeinflussen Alter und Erfahrung des Vergleichenden sowie Aufgabenvariablen (z. B. Zeitdruck, Verarbeitungsvolumen und Kontext) den Vergleichsprozess (Gentner & Smith, 2013).

Das Herstellen von Bezügen erfordert dem Modell von DeLoache (1995a; 1995b; 2011) folgend die Fähigkeit zur **repräsentationalen Einsicht**. Das bedeutet, beim Vergleichen muss erkannt werden, dass Dinge eine repräsentationale Funktion haben und für etwas anderes stehen können (DeLoache & Marzolf, 1992; DeLoache, 1995a; 1995b; 2011). Diese ist bei Objekten aufgrund ihrer Gegenständlichkeit für Kinder schwieriger wahrzunehmen als z. B. bei Bildern; bei ihnen steht die repräsentationale Funktion stärker im Vordergrund (DeLoache, 1987; 1991; 2000). Ein Modell oder Bild eines Raumes kann z. B. genutzt werden, um Informationen über einen realen Raum zu erhalten, vorausgesetzt es wird erkannt, dass das Modell oder Bild für den Raum steht (DeLoache, 1995a; 1995b; 2011). Die repräsentationale Einsicht wird von der Fähigkeit zur dualen Repräsentation beeinflusst (DeLoache, 1995a; 1995b; 2011). Unter **dualer Repräsentation** fassen DeLoache (1995a; 1995b; 2011) sowie DeLoache und Marzolf (1992) das gleichzeitige mentale Repräsentieren von einem konkreten Ding (z. B. dem Bild einer Bauklotzanordnung) und seiner Relation zu seinem Referenten (z. B. Relation zu einer realen Bauklotzanordnung). Abgesehen von Bild und Realität kann sich eine duale Repräsentation auf Bezüge z. B. zwischen Realität und Modell, Realität und Sprache sowie Bild und Bild beziehen. Diese Voraussetzungen (repräsentationale Einsicht, duale Repräsentation) werden von der **Ähnlichkeit der zu vergleichenden Situationen** beeinflusst (DeLoache et al., 1991; DeLoache, 1995a; 1995b; 2011). Die Wahrscheinlichkeit, dass die Relation zwischen den Situationen erkannt wird, ist höher, je ähnlicher diese zueinander sind (DeLoache, 1995a; 1995b; 2011; Gentner & Smith, 2013; vgl. Abb. 1.7, Anordnung 2 im Vergleich zu 3). Bei sehr ähnlichen Vergleichen unterstützen Objektübereinstimmungen den Abgleich hinsichtlich der Relationen zwischen den Situationen (Gentner & Smith), 2013). Situationen mit hohen Übereinstimmungen (vgl. Abb. 1.7, Anordnung 2 im Vergleich zu 3) sind demnach relational einfacher abzugleichen als Situationen mit geringen Übereinstimmungen (vgl. Abb. 1.7, Anordnung 1 im Vergleich zu 2).

Neben den bereits genannten Faktoren, welche den Vergleichsprozess beeinflussen, werden **sprachliche Repräsentationen** als möglicher Prädiktor für Leistungen beim Vergleichen angesehen (Christie & Gentner, 2014; DeLoache, 1995a; 1995b; Gentner & Rattermann, 1991; Gentner & Christie, 2010; Gentner, 2010). Im Folgenden werden daher Vergleiche zwischen Bild und Sprache in den Blick genommen.

Das Modell von Schnotz und Bannert (1999) beschreibt den Prozess der kognitiven Verarbeitung visueller und verbaler Informationen (vgl. Abb. 1.8). Zentrale Annahme ist die getrennte Verarbeitung beider Informationsarten. Ein visuell wahrgenommenes Bild ermöglicht die Bildung eines mentalen Modells. Ein auditiv wahrgenommener Text, z. B. der Satz „Ein Bauklotz steht auf dem Tisch, darauf liegt noch ein Bauklotz,...“ mündet in einer propositionalen Repräsentation. Bezüge zwischen mentalem Modell und propositionaler Repräsentation werden über Vergleichsprozesse hergestellt (Schnotz & Bannert, 1999; Schnotz, 2005).

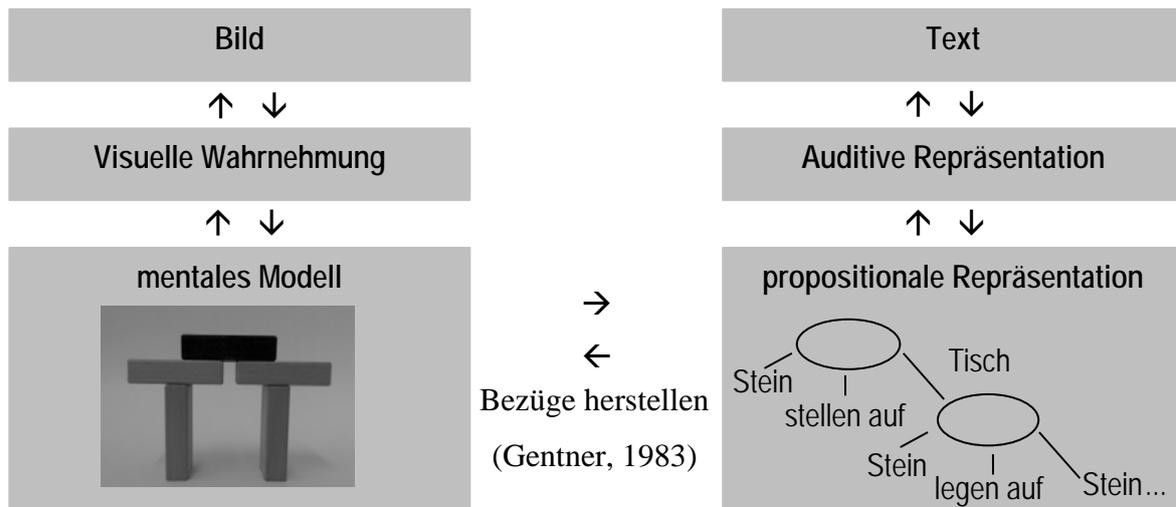


Abb. 1.8: Modell des Text- und Bildverstehens nach Schnotz & Bannert (1999), angepasst und ergänzt

Empirische Belege hinsichtlich der gleichzeitigen Verarbeitung von Bild und Text weisen nach, dass Probanden bessere Leistungen bei Text und Bild gegenüber nur Text zeigen (Eitel, Scheiter, Schüler, Nyström & Holmqvist, 2013b; Fletcher & Tobias, 2005; Levie & Lentz, 1982; Peeck, 1994), wobei auch konträre Befunde vorliegen (Tabbers, Martens & van Merriënboer, 2004; Westelinck, Valcke, De Craene & Kirschner, 2005). Bei Bild und gesprochener Sprache zeigen Probanden bessere Leistungen gegenüber Bild und geschriebener Sprache (Low & Sweller, 2005). Bei diesen Studien haben Probanden im Erwachsenenalter mitgewirkt. Inwieweit Kinder bereits fähig sind, Bezüge zwischen verschiedenen Darstellungen herzustellen, wird im Folgenden beschrieben.

1.5.2 Forschungsbefunde zum Herstellen von Bezügen

Der Fokus bei den folgenden Ausführungen zur Fähigkeit, Bezüge herzustellen, liegt auf dem Kleinkind- und Grundschulalter. Die empirischen Belege werden präsentiert geordnet nach den Darstellungen, zwischen welchen Bezüge hergestellt werden. Studien untersuchen das Herstellen von Bezügen zwischen a) Realität und Modell (DeLoache, 1987; 1989; 2000; DeLoache et al., 1991; Loewenstein & Gentner, 2001; Marzolf, DeLoache & Kolstad, 1999), b) Realität und Bild (DeLoache, 1987; 1991; DeLoache & Burns, 1994), c) Realität und

Sprache (DeLoache & Burns, 1994; Loewenstein & Gentner, 2001; 2005) sowie d) Bild und Bild (Christie & Gentner, 2010; 2014; Gentner & Namy, 1999; Saalbach & Imai, 2006).

Bezüge zwischen Realität und Modell

Die Fähigkeit, Bezüge zwischen **Realität und Modell** herzustellen, entwickelt sich bei Kindern zwischen zweieinhalb und drei Jahren (DeLoache, 1987; 1989; 2000). Kinder werden bspw. dazu aufgefordert, ein Spielzeug, das in einem Puppenhaus versteckt wurde, am gleichen Ort in einem realen Raum wiederzufinden. Das Puppenhaus war dabei die genaue Abbildung des Raums. Das Lösen dieser Aufgabe erfordert, dass Kinder abgleichen, inwieweit Raum und Modell miteinander übereinstimmen, indem sie in einem Vergleich Bezüge herstellen zwischen den Möbeln und deren Relationen. Gelingt dieser Abgleich, können sie anschließend das bekannte Spielzeugversteck von dem Modell auf den realen Raum übertragen. Circa 80% der Dreijährigen gelingt das Finden des Spielzeugs, sofern der Bezug zwischen Raum und Modell eingangs gezeigt und explizit betont wird (DeLoache, 1987; 1989; 2000). Zweieinhalbjährige hingegen finden das Spielzeug in weniger als 20% der Fälle (DeLoache, 1987; 1989; 2000). Wird die Ähnlichkeit zwischen Modell und Raum verringert, indem z. B. die Einrichtungsgegenstände andere Farben haben oder anders angeordnet sind, zeigen auch dreijährige Kinder geringere Leistungen (DeLoache et al., 1991; Marzolf et al., 1999). Die Aufgabe kann allerdings bereits von Zweieinhalbjährigen gelöst werden, wenn physische Distanz zum Modell aufgebaut wird, indem z. B. eine Glasscheibe senkrecht vor dem Puppenhaus platziert wird und die Kinder dadurch nicht in das Modell hineingreifen können (DeLoache, 2000). Dies ist eine Möglichkeit, die Gegenständlichkeit der Objekte zu reduzieren und ihre repräsentationale Funktion hervorzuheben (DeLoache, 2000). Die Präsentation zweier Räume im Vergleich (aufeinanderfolgend oder simultan) führt bei Dreijährigen zu besseren Leistungen bei der anschließenden Suchaufgabe als bei Gleichaltrigen ohne vorherige Vergleichsmöglichkeit (Loewenstein & Gentner, 2001).

Bezüge zwischen Realität und Bild

Werden Bezüge zwischen **Realität und Bild** mit dieser Aufgabe untersucht, wird Kindern bspw. auf einer Zeichnung oder einem Foto das Spielzeugversteck gezeigt. Circa 80% der Kinder gelingt es bei dieser Aufgabe, mit zweieinhalb Jahren den Bezug zwischen Raum und Bild herzustellen (DeLoache, 1987; 1991; DeLoache & Burns, 1994). Zweijährige scheitern hingegen daran, die Bilder als Informationsquelle zu nutzen. Ihnen gelingt es auch in vereinfachten Aufgaben (z. B. reduzierte Anzahl von Möbelstücken im Raum, explizites Herstellen des Bezugs durch den Versuchsleiter) in weniger als 20% der Fälle, das Spielzeug

im Raum zu finden (DeLoache & Burns, 1994). Wird die Aufgabe so verändert, dass Kinder das Spielzeug nicht finden sollen, sondern hinter einem Möbelstück platzieren sollen, welches ihnen auf einem Bild gezeigt wird, gelingt dies hingegen 83% der zweijährigen Kinder (DeLoache & Burns, 1994).

Bezüge zwischen Realität und Sprache

Bezüge zwischen **Realität und Sprache** herzustellen, gelingt bereits Zweijährigen. Nach sprachlicher Anweisung, wo das Spielzeug versteckt ist, finden es 82% der Kinder im Raum (DeLoache & Burns, 1994). Dreijährige zeigen bei der Suchaufgabe bessere Leistungen bei simultaner Präsentation zweier Räume mit aufmerksamkeitslenkender Aufforderung (Aufzeigen, wie sich die beiden Räume ähneln) gegenüber Gleichaltrigen mit aufeinanderfolgender Präsentation ohne Aufforderung zu Vergleichen (Loewenstein & Gentner, 2001). Bezüge herzustellen gelingt dreijährigen Kindern mit Verbalisierung räumlicher Relationen (z. B. in, unter, oben, unten) besser als ohne (Loewenstein & Gentner, 2005). Kinder sehen dabei zwei dreiteilige Regale mit Gegenständen (z. B. Karten, Spielzeuge) in den Fächern und sollen in einem Regal den Gegenstand am übereinstimmenden Ort finden, welcher ihnen in einem anderen Regal gezeigt wurde. Mit der Verbalisierung räumlicher Relationen lösen 72% der Dreieinhalbjährigen die Aufgabe korrekt, ohne Verbalisierung hingegen 45% der Kinder (Loewenstein & Gentner, 2005). Auch für vier- und fünfjährige Kinder ergibt sich bei Vergleichsaufgaben ein Vorteil, wenn räumliche Relationen verbalisiert werden (Loewenstein & Gentner, 2005).

Bezüge zwischen Bild und Bild

Bezüge zwischen **Bild und Bild** herzustellen, gelingt Kindern mit vier Jahren zu 65% (Christie & Gentner, 2014). Kindern wird ein Muster als Vergleichsbeispiel gezeigt und sie sollen herausfinden, ob weitere Muster mit diesem übereinstimmen. Das Lösen dieser Aufgabe erfordert, dass Kinder die Muster abgleichen, indem sie Bezüge zwischen den einzelnen Elementen der Muster und deren Relationen herstellen (Christie & Gentner, 2014). Zwei- und Dreijährige zeigen bei dieser Aufgabe Leistungen auf Zufallsniveau (Christie & Gentner, 2014). Wird das Vergleichsbeispiel allerdings (mit einem unbekanntem Wort) benannt und die Frage an die Kinder lautet, welches Muster auch so benannt werden kann, so gelingt es bereits Zweijährigen, das übereinstimmende Muster auszuwählen (Christie & Gentner, 2014). Bei ähnlichen Aufgaben mit Gegenständen (z. B. Apfel, Banane, Ball, Fahrrad etc.) auf den Bildern (immer mit Benennung) wählen mehr vierjährige Kinder den Gegenstand, der zur selben Kategorie gehört wie das Vergleichsbeispiel, wenn ihnen statt einem mehrere Vergleichsbeispiele gezeigt werden (Gentner & Namy, 1999). Die positive

Wirkung mehrerer Vergleichsbeispiele zeigt sich ebenfalls bei Aufgaben, in denen Kinder Übereinstimmungen hinsichtlich der Anordnung von den Gegenständen auf Bildern finden sollen (Christie & Gentner, 2010). Auch hier wird für eine Anordnung eine Bezeichnung (unbekanntes Wort) gewählt. Einige Kinder werden sprachlich zu einem Vergleich der Bilder angeregt, z. B. durch die Frage „Kannst du erkennen, warum ich die beiden so nenne?“ Die Kinder müssen nicht antworten. Werden Kinder nicht zum Vergleich angeregt und sehen zwei Vergleichsbeispiele nacheinander, zeigen drei- und vierjährige Kinder geringere Leistungen (Christie & Gentner, 2010). Werden Kinder bei solchen Aufgaben zum Schlussfolgern aufgefordert, indem dem Gegenstand statt einer Bezeichnung eine Eigenschaft zugeschrieben wird, so gelingt es 42% der Dreijährigen und 64% der Fünfjährigen, das Objekt zu bestimmen, welches die gleiche Eigenschaft aufweist (Saalbach & Imai, 2006). Diese Studien liefern Hinweise dafür, dass Kinder bereits früh fähig sind, Bezüge zwischen zwei Situationen herzustellen, und dass begleitende Sprache diesen Prozess für sie erleichtern kann.

1.5.3 Zusammenfassung: Der Einfluss von Vergleichen auf Leistung

Zusammenfassend zeigen die bisherigen Forschungsbefunde, dass sich die Fähigkeit, Bezüge herzustellen, und darauf basierendes Schlussfolgern von Informationen von einer bekannten auf eine unbekannt Situation bei Kindern bereits mit zwei bis fünf Jahren entwickeln (Christie & Gentner, 2010; 2014; DeLoache, 1987; 1989; 2000; DeLoache & Burns, 1994; DeLoache et al., 1991; Gentner & Namy, 1999; Loewenstein & Gentner, 2001; 2005; Marzolf et al., 1999; Saalbach & Imai, 2006). Obwohl ein Vergleich die Leistungen von dreijährigen Kindern positiv beeinflusst (z. B. Alfieri et al. 2013; Christie & Gentner, 2010; Gentner & Namy, 1999; Goldwater & Schalk, 2016; Loewenstein & Gentner, 2001), wird Vergleichsmöglichkeiten in bisherigen Studien zum Gleichgewicht von Bauklötzen wenig Bedeutung beigemessen. Nur Karmiloff-Smith und Inhelder (1974) sowie Krist (2013) berücksichtigen Vergleichsmöglichkeiten in geringem Maße (gleichzeitiges Ausbalancieren mehrerer Bauklötze, Auswertungen in Bezug auf Paare stabiler und instabiler Lage eines Bauklötzes). Darüber hinaus haben bisherige Forschungsarbeiten nachgewiesen, dass eine aufmerksamkeitslenkende Bemerkung und eine Verbalisierung räumlicher Relationen während des Vergleichs bei Kindern zwischen drei und fünf Jahren zu besseren Leistungen führt (Alfieri et al. 2013; Loewenstein & Gentner, 2001; 2005, Saalbach & Schalk, 2011a; 2011b). In bisherigen Studien zum Gleichgewicht von Bauklötzen werden diese sprachlichen Aspekte zumeist nicht als mögliche leistungsbeeinflussende Faktoren berücksichtigt.

1.6 Forschungslücke und Ausblick auf eigenes Forschungsvorhaben

Insgesamt zeigen die bisherigen Forschungsergebnisse, dass sich Vorstellungen zu Gleichgewicht bei Kindern ab ca. sechs Jahren verändern (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974). Sollen Kinder den Unterschied zwischen stabilen und instabilen Bauklotzanordnungen erkennen und beurteilen, können Vergleiche zur Erhebung von Vorstellungen eingesetzt werden. Möglicherweise erkennen Kinder den Unterschied im Vergleich leichter (Gentner, 2010; Sagi et al., 2012). Obwohl Studien in anderen Kontexten belegen, dass Kinder bereits mit zwei bis fünf Jahren fähig sind zu vergleichen (Christie & Gentner, 2010; Christie & Gentner, 2014; DeLoache, 1987; 1989; 2000; DeLoache et al., 1991; DeLoache & Burns, 1994; Gentner & Namy, 1999; Loewenstein & Gentner, 2001; Marzolf et al., 1999) und dass bestimmte sprachliche Bemerkungen (Aufmerksamkeitslenkung, Verbalisierung räumlicher Relationen, Intention zum Schlussfolgern) die Vergleichsleistungen von Kindern positiv beeinflussen (Christie & Gentner, 2014; Loewenstein & Gentner, 2001; 2005; Saalbach & Imai, 2006), werden Vergleichsmöglichkeiten mit und ohne sprachliche Anmerkungen in bestehenden Studien zum Gleichgewicht von Bauklötzen wenig beachtet. Mäßige Berücksichtigung finden Vergleichsmöglichkeiten bei Karmiloff-Smith und Inhelder (1974) sowie Krist (2013): Für Kinder besteht in diesen Studien die Möglichkeit, mehrere Bauklötze gleichzeitig auszubalancieren, oder es werden Auswertungen in Bezug auf Paare stabiler und instabiler Lagen eines Bauklotzes getätigt.

Bisher wurde nicht untersucht, inwieweit Vergleichsmöglichkeiten zweier Bauklotzanordnungen einen Einfluss auf die Leistungen von sechs- bis siebenjährigen Kindern bei der Beurteilung der Stabilität von Bauklotzanordnungen haben und wie sich sprachliche Bemerkungen dabei auswirken. Dies ist das Ziel der vorliegenden Studie.

Bestehende Befunde werden in der Arbeit dafür wie folgt verarbeitet: Aufgrund der vergleichbaren Leistungen von Kindern bei handelnder und beobachtungsbasierter Erfassung (z. B. Krist, 2010) werden die Stabilitätsurteile in dem vorliegenden Forschungsvorhaben anhand von Bildern abgefragt. Sechs- bis siebenjährige Kinder beurteilen in Anlehnung an Krist (2010), ob auf Fotos abgebildete Bauklotzanordnungen stabil bleiben oder zusammenfallen, wenn ein bestimmter Bauklotz entfernt wird. Zur Beurteilung werden einigen Kindern Vergleichsmöglichkeiten zwischen Fotos zweier Bauklotzanordnungen angeboten (Bezüge herstellen zwischen Bild und Bild). Einige Kinder erhalten zusätzlich eine verbale Beschreibung der Bauklotzanordnung, indem räumlicher Relationen beschrieben werden (z. B. in der Mitte, Loewenstein & Gentner, 2005), welche bei der Präsentation im Vergleich die Aufmerksamkeit auf den Unterschied zwischen den

Anordnungen lenkt (Loewenstein & Gentner, 2001). Bei der Präsentation der Fotos im Vergleich werden Bauklotzanordnungen mit hoher Ähnlichkeit verwendet, damit die Kinder erfolgreich sein können (DeLoache et al., 1991) und einen spezifischen Unterschied entdecken (Sagi et al., 2012). Konkrete Forschungsfragen und entsprechende forschungsleitende Annahmen werden im folgenden Kapitel benannt.

1.7 Forschungsfragen und forschungsleitende Annahmen

Im Folgenden werden Forschungsfragen benannt sowie die forschungsleitenden Annahmen unter Rückgriff auf bestehende Forschungsergebnisse hergeleitet. Auf dieser Basis können die Annahmen nach der Darstellung der Studie mit 6- bis 7-jährigen Kindern sowie der Referenzstudie mit Studierenden bestätigt oder widerlegt werden.

Die vorliegende Studie untersucht, welche Leistungen sechs- bis siebenjährige Kinder bei der Beurteilung der Stabilität von Bauklotzanordnungen zeigen a) bei der Präsentation im Vergleich mit verbaler Beschreibung, b) bei der Präsentation im Vergleich, c) bei einzelner Präsentation mit verbaler Beschreibung sowie d) bei einzelner Präsentation.

Theorie und Forschungsbefunde deuten darauf hin, dass mithilfe von Vergleichsmöglichkeiten abgleichbare Unterschiede herausgestellt werden (Gentner & Markman, 1994; Gentner, 2010; Gentner & Smith, 2013). Sehr ähnliche Vergleiche sind einfacher abzugleichen (DeLoache, 1995a; 1995b; 2011; Gentner & Smith, 2013) und daher wichtige Einstiegsmöglichkeiten für Kinder (Gentner, 2010; Gentner & Smith, 2013). Sie helfen zu erkennen, wie sich die zu vergleichenden Objekte genau unterscheiden (Sagi et al., 2012). Bei sehr ähnlichen Vergleichen unterstützen Objektübereinstimmungen den Abgleich hinsichtlich der Relationen (Gentner & Smith, 2013). Bisherige Forschungsbefunde zum Herstellen von Bezügen (vgl. Kap. 1.5.2) liefern Hinweise dafür, dass Vergleichsmöglichkeiten die Leistungen von Kindern bei Aufgaben in anderen Kontexten positiv beeinflussen (Loewenstein & Gentner, 2001). Daher wird angenommen, dass auch hinsichtlich der Beurteilung der Stabilität von Bauklotzanordnungen sich die Präsentation im Vergleich positiv auswirkt und zu mehr korrekten Lösungen der Kinder führt als die einzelne Präsentation.

Annahme 1.1: Präsentation im Vergleich > einzelne Präsentation

Darüber hinaus weisen die Forschungsbefunde zum Herstellen von Bezügen (vgl. Kap. 1.5.2) darauf hin, dass sprachliche Bemerkungen leistungsbegünstigend wirken können (z. B. Christie & Gentner, 2014; Saalbach & Imai, 2006). Die bisherige Forschung liefert Hinweise dafür, dass drei- bis fünfjährige Kinder bessere Leistungen zeigen, wenn sie eine aufmerksamkeitslenkende sprachliche Bemerkung (Loewenstein & Gentner, 2001) erhalten

oder räumliche Relationen verbalisiert werden (Loewenstein & Gentner, 2005). Daher wird sowohl für die Präsentation im Vergleich als auch für die einzelne Präsentation vermutet, dass Kinder mit verbaler Beschreibung mehr Bauklotzanordnungen hinsichtlich ihrer Stabilität korrekt einschätzen als ohne verbale Beschreibung.

Annahme 1.2: Präsentation im Vergleich mit Beschreibung > Präsentation im Vergleich

Annahme 1.3: Einzelne Präsentation mit Beschreibung > Einzelne Präsentation

Diese Annahmen werden mithilfe der folgenden Studie (1) geprüft.

1.8 Stichprobe, Methode und Durchführung

Im folgenden Abschnitt wird die Untersuchungsmethodik der Studie (1) beschrieben, die zur Überprüfung der Forschungsfragen und Annahmen (1.1, 1.2 und 1.3) durchgeführt wurde. Zunächst werden Stichprobe, Erhebungsmethode sowie Durchführung detailliert erläutert. Anschließend werden die Ergebnisse präsentiert. Darüber hinaus werden Ergebnisse einer Referenzstudie mit Studierenden als Probanden vorgestellt, damit die Ergebnisse der Kinder besser eingeschätzt werden können.

Stichprobe

Die Studie wurde im Stadtgebiet Münster in NRW an fünf Grundschulen in sieben ersten Klassen durchgeführt. Die Daten wurden im November 2012, Januar 2013 und Dezember 2013 erhoben. Keine Schulklasse behandelte zuvor das Thema Gleichgewicht von Bauklötzen im Unterricht. Kinder wurden aus der Stichprobe ausgeschlossen, wenn mindestens eines der folgenden Kriterien auf sie zutraf: Extremwert in Bezug auf Alter, kognitive Fähigkeiten (ermittelt mithilfe von Matrizen und Labyrinth), Sprachverständnis (eingeschätzt durch die Lehrperson) oder zu viele fehlende Werte (z. B. aufgrund einer unvollständigen Teilnahme an der Befragung; vgl. Kap. 1.9. Ergebnisse, Nachweis gleicher Voraussetzungen aller Teilstichproben). Die verbleibende Stichprobe umfasst insgesamt $N = 107$ Kinder (Alter in Jahren: $M = 6.6$ ($SD = .3$), $Min = 5.67$, $Max = 7.25$; 51% weiblich). Aus der Stichprobe werden vier Teilstichproben gezogen, welchen unterschiedliche Vergleichsmöglichkeiten in der Befragung dargeboten werden.

Erhebungsmethode

Aufgabe aller Kinder war zu beurteilen, ob die hellen Bauklötze einer Anordnung stabil bleiben, wenn der dunkel gefärbte Bauklotz entfernt wird (vgl. Abb. 1.9). Die 14 Bauklotzanordnungen variieren hinsichtlich ihrer Stabilität: Sie bleiben stabil oder fallen zusammen. Je eine stabile und eine instabile Anordnung sind sehr ähnlich zueinander.

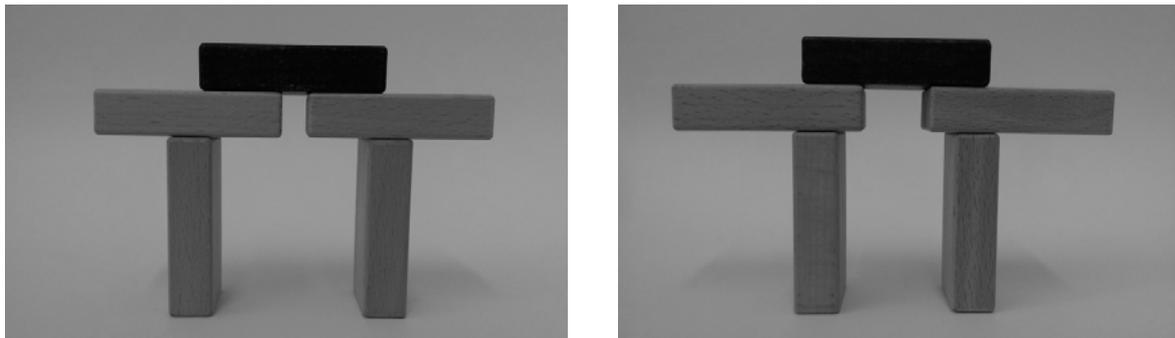
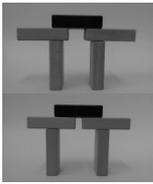
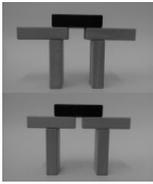


Abb. 1.9: Beispiele für stabile (links) und instabile (rechts) Bauklotzanordnung

Bei der Präsentation der schwarz-weißen Fotos wurde zwischen vier Arten unterschieden, bei denen zwei Aspekte variierten (vgl. Tab. 1.2): 1) Den Kindern wurden je zwei Fotos gleichzeitig im Vergleich oder jedes Foto einzeln nacheinander präsentiert und 2) die Kinder erhielten eine aufmerksamkeitslenkende verbale Beschreibung jeder Anordnung oder nicht. Durch die Beschreibung der Bauklotzanordnungen bei der Präsentation im Vergleich wurde der jeweilige Unterschied in Form einer Relation hervorgehoben, bei einzelner Präsentation erhielten die Kinder dieselbe Beschreibung der Bauklotzanordnung. Unterstützend zur verbalen Beschreibung zeigte der Versuchsleiter auf die entsprechenden Bauklötze auf großen Demonstrationsfotos, um zu unterstützen, dass die Kinder die Beschreibung auf die entsprechenden Bauklötze beziehen. Die Instruktion (vgl. Tab. 1.2) erfolgte, bevor die Kinder vorhersagten, was passiert, wenn der dunkel gefärbte Bauklotz entfernt wird.

Tab. 1.2: Übersicht Teilstichproben – Anzahl, Vergleichsmöglichkeiten und Instruktion

Teilstichprobe	Präsentation	Item	Instruktion
N = 23	Im Vergleich Mit Beschreibung		Auf dem oberen Bild stehen zwei Steine. Darauf liegt jeweils ein weiterer Stein. Die Steine liegen nicht genau in der Mitte auf dem unteren Stein drauf, sondern ein bisschen zur Seite versetzt. Bei dem unteren Bild liegen die Steine fast genauso. Die Steine liegen hier genau in der Mitte auf dem unteren Stein.
N = 25	Im Vergleich Ohne Beschreibung		Schau auf den Unterschied.
N = 31	Einzeln Mit Beschreibung		Auf dem Bild stehen zwei Steine. Darauf liegt jeweils ein weiterer Stein. Die Steine liegen nicht genau in der Mitte auf dem unteren Stein drauf, sondern ein bisschen zur Seite versetzt.
N = 28	Einzeln Ohne Beschreibung		

Neben der Befragung zur Beurteilung der Stabilität von Bauklotzanordnungen wurden Geschlecht und Alter der Kinder erhoben. Zur Erfassung der allgemeinen kognitiven Fähigkeiten wurden mit den Kindern zwei Subtests (Labyrinth, Matrizen) des CFT 1

(Cattel, Weiß & Osterland, 1997) durchgeführt. Darüber hinaus wurde eine Einschätzung der Sprachfähigkeit der Kinder im Hinblick auf das Sprachverständnis (passiver Wortschatz) sowie das Sprachvermögen (aktiver Wortschatz) vonseiten der Lehrkraft mittels eines Fragebogens mit einer fünfstufigen Skala vorgenommen (vgl. IX Anhang, Teil 1, 1.1 Fragebogen zur Sprachfähigkeitserfassung).

Durchführung

Geschulte Versuchsleiter führten die Befragung in Kleingruppen mit ca. acht Kindern durch (vgl. IX Anhang, Teil 1, 1.2 Leitfaden zur Durchführung der Erhebung Studie 1). Die Kinder wurden in ihrer natürlichen Lernumgebung befragt, meist im Klassenraum. Einführend (nicht Teil der späteren Befragung) baute der Versuchsleiter eine Bauklotzanordnung auf, die hält, und eine, die nicht hält, wenn der dunkel gefärbte Bauklotz entfernt wird. Anschließend beurteilten die Kinder die zur Vermeidung von Reihenfolgeeffekten randomisierten Fotos der Bauklotzanordnungen (voneinander durch Sichtschutz getrennt), indem sie durch Einkreisen (Anordnung bleibt stabil) oder Durchstreichen (Anordnung fällt zusammen) in einem Heft ihre Antwort markierten (vgl. IX Anhang, Teil 1, 1.3 Antworthefte der Kinder Studie 1). Die Befragung dauerte ca. zehn Minuten.

1.9 Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt werden zunächst die zur Auswertung herangezogenen Werte benannt. Anschließend erfolgt zuerst der Nachweis, dass alle Teilstichproben dieselben Voraussetzungen haben. Dann werden deskriptive Ergebnisse der einzelnen Teilstichproben aufgelistet, welche anschließend in Beziehung zum Zufallsniveau gesetzt werden. Abschließend werden inferenzstatistische Ergebnisse sowie Ergebnisse hinsichtlich eines Zusammenhangs mit Sprachfähigkeit präsentiert.

Auswertungsmethode

Für die Auswertung der Ergebnisse wird die durchschnittliche Anzahl korrekter Lösungen pro Teilstichprobe analysiert. Maximal können die Kinder 14 Bauklotzanordnungen korrekt beurteilen. Bei den erreichten Leistungen ist zu berücksichtigen, dass bei 50% das Zufallsniveau liegt, da die Kinder die Wahl zwischen zwei Antwortmöglichkeiten (Anordnung bleibt stabil, Anordnung fällt zusammen) haben. Bei Tests bezüglich der Signifikanz sind alle p zweiseitig getestet mit dem Signifikanzniveau $\alpha=0.05$. Die Unterschiede zwischen den Teilstichproben werden über einfaktorielle ANOVAs berechnet. Ergänzt werden Analysen hinsichtlich der Haupteffekte.

Nachweis gleicher Voraussetzungen aller Teilstichproben

Die Teilstichproben unterscheiden sich nicht im Hinblick auf Alter, kognitive Fähigkeiten und Sprachfähigkeit (Alter: $F(3,103) = 1.28, p = .286, \eta^2 = .05$; CFT_{Matrizen}: $F(3,102) = 1.61, p = .191, \eta^2 = .01$; CFT_{Labyrinth}: $F(3,101) = .27, p = .847, \eta^2 = .04$; Sprachfähigkeit: $F(3,103) = 2.02, p = .115, \eta^2 = .06$).

Deskriptive Auswertung

Für die Teilstichproben mit ihren verschiedenen Vergleichsmöglichkeiten ergeben sich folgende Resultate (vgl. Abb. 1.10): Die Kinder beurteilen durchschnittlich 10.13 Anordnungen ($SD = 1.84$) korrekt bei der Präsentation im Vergleich mit Beschreibung. Die Kinder beurteilen durchschnittlich 8.28 Anordnungen ($SD = 2.15$) korrekt bei der Präsentation im Vergleich ohne Beschreibung. Die Kinder beurteilen durchschnittlich 8.81 Anordnungen ($SD = 1.56$) korrekt bei einzelner Präsentation mit Beschreibung. Die Kinder beurteilen durchschnittlich 8.32 Anordnungen ($SD = 2.14$) korrekt bei einzelner Präsentation ohne Beschreibung (vgl. Abb. 1.10).

Auswertung in Bezug auf das Zufallsniveau

Alle Teilstichproben zeigen Leistungen signifikant über dem Zufallsniveau (50%; Vergleich mit Beschreibung: $t(22) = 8.15, p < .001, d = 1.70$; Vergleich ohne Beschreibung: $t(24) = 2.98, p = .007, d = .60$; Einzeln mit Beschreibung: $t(30) = 6.46, p < .001, d = 1.16$; Einzeln ohne Beschreibung: $t(27) = 3.26, p = .003, d = .62$; vgl. Abb. 1.10).

Vergleich der Erhebungsmethoden

Die Leistungen der Kinder, welche die Fotos im Vergleich mit Beschreibung präsentiert bekommen, unterscheiden sich signifikant von den Leistungen der Teilstichprobe mit der Präsentation im Vergleich ohne Beschreibung und von der Teilstichprobe mit einzelner Präsentation ohne Beschreibung ($F(3,103) = 4.82, p = .004, \eta^2 = .12$; vgl. Abb. 1.10 sowie IX Anhang, Teil 1, 1.4 Mehrfachvergleiche zur ANOVA). Für den Faktor „Beschreibung“ zeigt sich ein signifikanter Haupteffekt ($F(1,103) = 9.70, p = .002, \eta^2 = .09$). Der Haupteffekt „Präsentation Vergleich/einzeln“ ($F(1,103) = 2.93, p = .090, \eta^2 = .03$) sowie der Interaktionseffekt ($F(1,103) = 3.32, p = .072, \eta^2 = .03$) sind nicht signifikant.

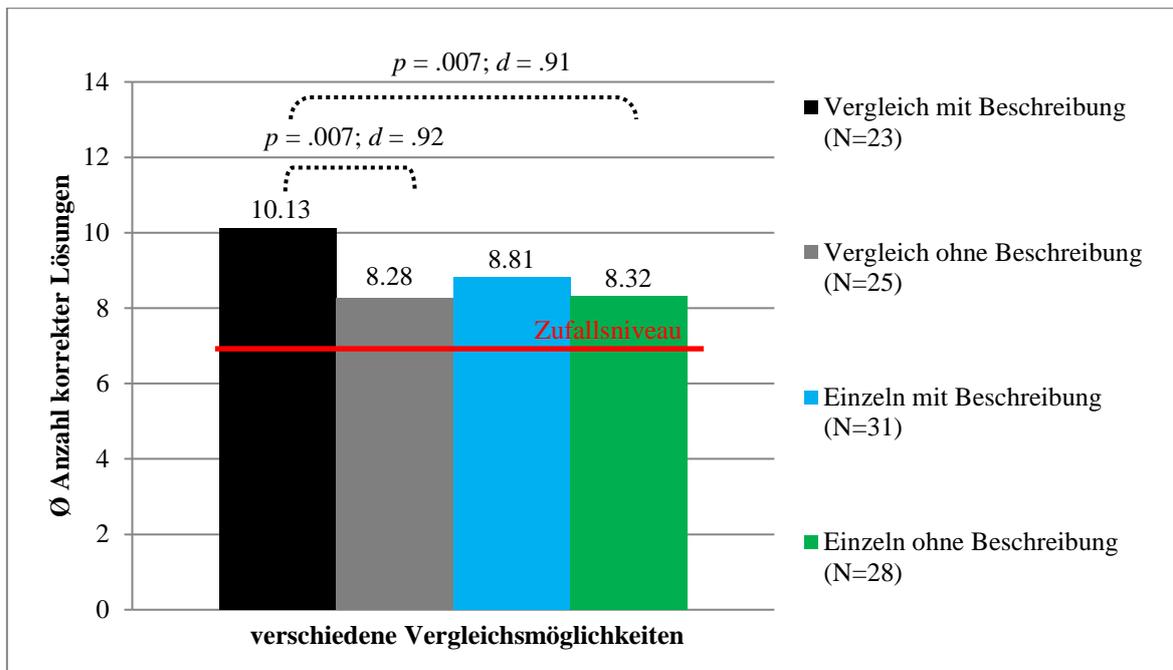


Abb. 1.10: Ergebnisse der Studie – Anzahl korrekter Lösungen der Teilstichproben

Auswertung im Hinblick auf die aufmerksamkeitslenkende Beschreibung

Zwischen den Leistungen der Kinder bei der Beurteilung der Stabilität der Bauklotzanordnungen und der vonseiten der Lehrperson eingeschätzten Sprachfähigkeit der Kinder besteht kein Zusammenhang (Pearson $r = .04, p = .720$). Zur Einordnung der Ergebnisse der Kinder wurde eine Referenzstudie durchgeführt.

1.10 Referenzstudie

Zur besseren Einschätzung der Leistungen der Kinder wurde die Studie mit gleicher Methode und unter den gleichen Durchführungsbedingungen mit Studierenden der Westfälischen Wilhelmsuniversität Münster im ersten Semester durchgeführt. Weitere Parameter der Studierenden (Alter, kognitive Fähigkeiten, Sprachfähigkeit) wurden nicht miterhoben. Die Stichprobe umfasst insgesamt 62 Studierende. Aus dieser Stichprobe werden ebenfalls vier Teilstichproben gezogen, welche die Befragung mit den unterschiedlichen Vergleichsmöglichkeiten absolvieren.

Auswertungsmethode

Ausgewertet wird auch hier die durchschnittliche Anzahl korrekter Lösungen pro Teilstichprobe. Maximal können die Studierenden 14 Bauklotzanordnungen korrekt beurteilen. Bei den erreichten Leistungen ist zu berücksichtigen, dass bei 50% das Zufallsniveau liegt, da die Studierenden die Wahl zwischen zwei Antwortmöglichkeiten (Anordnung bleibt stabil, Anordnung fällt zusammen) haben.

Deskriptive Auswertung

Für die verschiedenen Teilstichproben ergeben sich folgende Ergebnisse (vgl. Abb. 1.11): Die Studierenden beurteilen durchschnittlich 13.47 Anordnungen ($SD = .80$) korrekt bei der Präsentation im Vergleich mit Beschreibung. Die Studierenden beurteilen durchschnittlich 12.88 Anordnungen ($SD = 1.54$) korrekt bei der Präsentation im Vergleich ohne Beschreibung. Die Studierenden beurteilen durchschnittlich 10.83 Anordnungen ($SD = 1.38$) korrekt bei einzelner Präsentation mit Beschreibung. Die Studierenden beurteilen durchschnittlich 11.27 Anordnungen ($SD = .79$) korrekt bei einzelner Präsentation ohne Beschreibung.

Auswertung in Bezug auf das Zufallsniveau

Alle Teilstichproben zeigen Leistungen signifikant über dem Zufallsniveau (Vergleich mit Beschreibung: $t(16) = 33.36$, $p < .001$, $d = 8.09$; Vergleich ohne Beschreibung: $t(15) = 15.22$, $p < .001$, $d = 3.82$; Einzeln mit Beschreibung: $t(17) = 11.76$, $p < .001$, $d = 2.78$; Einzeln ohne Beschreibung: $t(12) = 18.34$, $p < .001$, $d = 5.41$; vgl. Abb. 1.11).

Inferenzstatistische Auswertung

Die Leistungen der Studierenden, welchen die Bauklotzanordnungen im Vergleich präsentiert werden, unterscheiden sich signifikant von den Leistungen der Teilstichproben mit einzelner Präsentation unabhängig davon, ob sie eine verbale Beschreibung erhalten oder nicht ($F(3,58) = 17.75$, $p < .001$, $\eta^2 = .46$). Für den Faktor „Präsentation Vergleich/einzeln“ zeigt sich ein signifikanter Haupteffekt ($F(1,60) = 42.71$, $p < .001$, $\eta^2 = .41$). Signifikant ist auch der Interaktionseffekt ($F(1,60) = 4.19$, $p = .045$, $\eta^2 = .07$). Der Haupteffekt „Beschreibung“ ist nicht signifikant ($F(1,60) = .01$, $p = .919$, $\eta^2 = .00$).

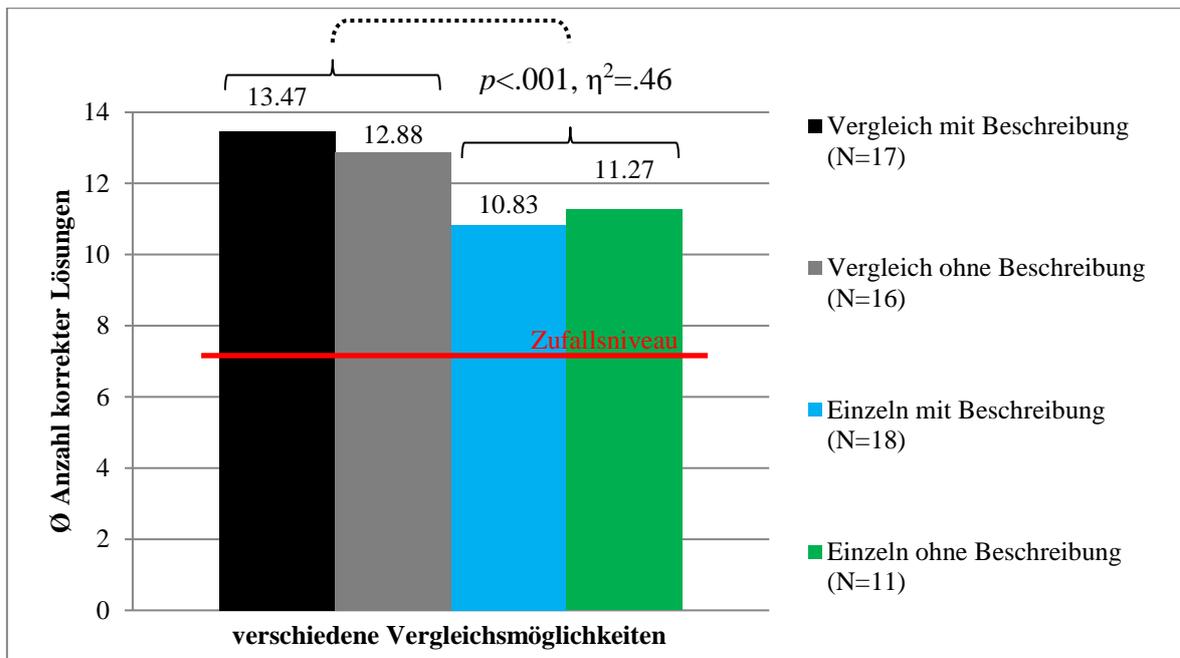


Abb. 1.11: Ergebnisse der Referenzstudie – Anzahl korrekter Lösungen der Teilstichproben

1.11 Diskussion, Schlussfolgerungen und Ausblick

Das Ziel der vorliegenden Studie bestand darin, herauszufinden, inwiefern Vergleichsmöglichkeiten einen Einfluss auf die Leistungen sechs- bis siebenjähriger Kinder bei der Beurteilung der Stabilität von Bauklotzanordnungen haben. Dafür wurden Kindern zwei Bauklotzanordnungen gleichzeitig im Vergleich oder je ein Foto einer Bauklotzanordnung einzeln nacheinander präsentiert. Darüber hinaus wurde untersucht, ob eine aufmerksamkeitslenkende verbale Beschreibung bei der Beurteilung leistungsverbessernd wirkt.

Im Folgenden erfolgt zunächst die Diskussion im Hinblick auf die forschungsleitenden Annahmen und die Methode. Daran schließt sich ein Ausblick auf weitere Studien an.

Diskussion im Hinblick auf die forschungsleitenden Annahmen

Im Hinblick auf die **Annahme 1.1 (Präsentation im Vergleich > einzelne Präsentation)** ergibt sich, dass der Vergleich zweier Bauklotzanordnungen bei sechs- bis siebenjährigen Kindern zu Leistungen gerade über Zufallsniveau führt. Die mittlere Effektstärke ($d = .60$, Cohen, 1988) deutet darauf hin, dass der Vergleich allein in diesem Fall nicht ausreichend ist, um aus dem Abgleich zweier Anordnungen erfolgreich Schlussfolgerungen hinsichtlich deren Stabilität zu ziehen (vgl. Gentner, 1983). Selbst die sehr ähnlichen Vergleichsmöglichkeiten (DeLoache, 1995a; 1995b; 2011; Gentner & Smith, 2013) alleine scheinen die abgleichbaren Unterschiede nicht so herauszustellen (Gentner & Markman, 1994; Gentner, 2010; Gentner & Smith, 2013), dass sechs- bis siebenjährige Kinder sie

wahrnehmen. Dieses Ergebnis steht nicht im Einklang mit den durch Vergleichsmöglichkeiten positiv beeinflussten Leistungen, welche jüngere Kinder in anderen Kontexten gezeigt haben (Loewenstein & Gentner, 2001). Somit kann die Annahme (1.1), dass die Präsentation im Vergleich gegenüber der einzelnen Präsentation generell zu besseren Leistungen führt, nicht bestätigt werden.

Im Hinblick auf die **Annahme 1.2 (Präsentation im Vergleich mit Beschreibung > Präsentation im Vergleich)** ergibt sich, dass sechs- bis siebenjährige Kinder, welche zusätzlich zu dem Vergleich eine aufmerksamkeitslenkende verbale Beschreibung der Bauklotzanordnung erhalten, erwartungsgemäß signifikant bessere Leistungen zeigen als ohne Beschreibung. Die große Effektstärke ($d = .92$, Cohen, 1988) deutet darauf hin, dass dieser Unterschied bedeutsam ist. Dies Ergebnis weist darauf hin, dass eine verbale Beschreibung erfolgreiches Abgleichen der Bauklotzanordnungen und Schlussfolgern hinsichtlich ihrer Stabilität begünstigt (vgl. Gentner, 1983), und stimmt weitgehend überein mit den Befunden von Christie und Gentner (2014), bei denen Kinder sehr viel früher fähig sind, Bezüge zwischen zwei Situationen herzustellen, wenn begleitende Sprache z. B. zur Aufmerksamkeitslenkung (Loewenstein & Gentner, 2001) oder zur Beschreibung räumlicher Relationen (Loewenstein & Gentner, 2005) eingesetzt wird. Somit kann die Annahme (1.2), dass Kinder bei der Präsentation im Vergleich mit einer verbalen aufmerksamkeitslenkenden Beschreibung bessere Leistungen zeigen als ohne die Beschreibung, als bestätigt angesehen werden.

Bezüglich der **Annahme 1.3 (Einzelne Präsentation mit Beschreibung > Einzelne Präsentation)** bestätigt sich diese leistungsverbessernde Wirkung der verbalen Beschreibung der Bauklotzanordnungen jedoch nicht. Zwar lösen Kinder bei der einzelnen Präsentation mit Beschreibung den deskriptiven Werten zufolge etwa eine halbe Aufgabe mehr als Kinder ohne Beschreibung, dieser Unterschied ist jedoch nicht bedeutsam ($d = .26$, Cohen, 1988). Die Annahme (1.3), dass begleitende Sprache bei einzelner Präsentation zu besseren Leistungen führt, kann folglich nicht bestätigt werden. Möglicherweise führt die verbale Beschreibung einer Bauklotzanordnung dazu, dass Kinder die Anordnung länger oder gewissenhafter betrachten. Im Gegensatz zu den im Vergleich präsentierten Anordnungen weist die Beschreibung bei der einzelnen Präsentation allerdings nicht auf den Unterschied hin, was eine mögliche Erklärung für die leistungsverbessernde Wirkung der verbalen Beschreibung bei dem Vergleich zweier Anordnungen sein könnte (für die genaue aufmerksamkeitslenkende Beschreibung vgl. IX Anhang, Teil 1, 1.2 Leitfaden zur Durchführung der Erhebung Studie 1).

Werden die Ergebnisse der Referenzstudie ergänzend hinzugezogen, wird deutlich, dass anders als bei den sechs- bis siebenjährigen Kindern bei Studierenden bei der Präsentation der Bauklotzanordnungen im Vergleich auch ohne verbale Beschreibung bessere Leistungen erzielt werden. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Erwachsene fähig sind, den Unterschied zwischen den Bauklotzanordnungen auch ohne weitere aufmerksamkeitslenkende verbale Beschreibung zu erkennen. Das annähernd perfekte Lösen der Studierenden zeigt, dass die Befragung im Erwachsenenalter vollständig lösbar ist.

Auch der Befund, dass sich kein Zusammenhang (Pearson $r = .04$, $p = .720$) zwischen der Leistung der Kinder und der vonseiten der Lehrperson eingeschätzten Sprachfähigkeit ergibt, bestärkt die gewonnenen Erkenntnisse. Das Ergebnis deutet darauf hin, dass die Sprachfähigkeit der Kinder keinen Einfluss auf die Leistung bei der Beurteilung der Stabilität der Bauklotzanordnungen hat. Es ist jedoch nicht davon auszugehen, dass die gewählte Methode der Erhebung der Sprachfähigkeit valide Ergebnisse liefert und deshalb kann dieses Ergebnis nur als Indikator gewertet werden.

Diskussion der Methode

Hinsichtlich der Erhebungsmethode ist zu diskutieren, ob die einführend zur Erklärung der Aufgaben präsentierten Bauklotzanordnungen (hält → Einkreisen, fällt zusammen → Durchstreichen) als Ausschlusskriterium für Probanden aufgenommen werden sollten, da bei fehlerhafter Lösung die Aufgabenstellung nicht verstanden wurde. Die Teilstichproben wurden in dieser Studie pro Klasse gewählt, wobei es aus erhebungsmethodischer Sicht wünschenswert wäre, mehrere Befragungsarten pro Klasse durchzuführen, um Klasseneffekte ausschließen zu können. Bei der Referenzstudie ist die Probandenanzahl einschränkend zu berücksichtigen. Insgesamt gilt es bei den Ergebnissen zu beachten, dass das erfolgreiche Abgleichen nicht direkt gemessen werden kann, das erfolgreiche Herstellen von Bezügen kann lediglich eine Interpretation einer hohen Anzahl korrekter Lösungen sein. Bedingt durch den fachlichen Hintergrund ergeben sich in dieser Studie zwei Antwortmöglichkeiten (stabil, nicht stabil), welche zu einem Zufallsniveau von 50% führen. Bei weiteren Auswertungen sollte durch Einbeziehung der Binomialverteilung die Wahrscheinlichkeit, eine bestimmte Anzahl an Aufgaben durch Raten zu lösen, festgelegt werden, z. B. <10%.

Gegenüber bisherigen Forschungsprojekten sind in dieser Studie verschiedene methodische Aspekte variiert: Durch die Durchführung der **Erhebung in Gruppen** wird die ökologische Validität erhöht, weil der Aufgabeneinsatz mehr dem im Unterricht entspricht. Dennoch muss berücksichtigt werden, dass die Erhebungsmethode (z. B. Ablenkung durch

Nebengeräusche) die Leistungen von Kindern beeinflusst (vgl. Town, 1922). Darüber hinaus markieren die Kinder in dieser Studie ihre **Antwortoption selbstständig** in einem Heft im Gegensatz zu bestehenden Studien, in welchen Kinder ihre Antwort handelnd oder verbal geben. In dieser Studie beurteilen Kinder erstmalig **beobachtungsbasiert zusammengesetzte Bauklotzanordnungen** hinsichtlich ihrer Stabilität; Beobachtungen von Bauwerken aus mehreren Bauklötzen sind nah an den Spielerfahrungen von Kindern. Der **mentale Vorgang**, der von den Kindern gefordert ist (Vorstellen, dass der dunkel gefärbte Bauklotz nicht vorhanden ist), könnte in einer Folgestudie vereinfacht werden, indem Kinder Bauklotzanordnungen ohne dunkel gefärbten Bauklotz präsentiert werden. In einer Rahmengeschichte könnte z. B. Zauber allen Bauklotzanordnungen zum Halten bringen und die Kinder sollen herausfinden, welche Bauklotzanordnungen ohne den Zauber nicht halten. Fragwürdig ist dabei die Präsentation von Bauklotzanordnungen, die entgegen der Realität stabil aussehen, obwohl sie es nicht sind. Dennoch sprechen die Leistungen der Kinder dafür, dass dieser mentale Vorgang keine Schwierigkeit für sie darstellt. Zudem ist der **Aufbau der Bauwerke** teilweise sehr komplex (z. B. spiegelbildlicher Aufbau). Dem wurde begegnet, indem die Bauklotzanordnungen so gewählt wurden, dass leichte und schwierige Aufgaben in der Befragung enthalten sind. Bei einzelnen Anordnungen lässt sich diskutieren, ob die Qualität der Fotoaufnahme der Bauklotzanordnung nicht ausreichend exakt ist und dadurch das Urteil hinsichtlich der Stabilität für Kinder erschwert wird. Auch bei diesen von Erwachsenen bei erster Betrachtung als schwierig eingestuften Items sprechen die Itemschwierigkeiten dafür, dass diese für Kinder unproblematisch sind (für eine genaue Analyse der Itemschwierigkeiten s. Teil 2 der Dissertation).

Ausblick auf weitere Studien

In weiteren Studien könnte die **verbale Beschreibung** variiert und diese Variationen genauer untersucht werden, z. B. ob unterschiedliche Gewichtungen in Aufmerksamkeitslenkung und Hinweise auf Unterschiede sich unterschiedlich auf die Leistung auswirken. Darüber hinaus könnte in Anlehnung an Loewenstein und Gentner (2005) untersucht werden, inwiefern die **Verwendung von relationalen Begriffen bzw. die Beschreibung räumlicher Relationen** in der verbalen Beschreibung (z. B. weiter, nah, eng) den Abgleich unterstützen.

Hinsichtlich der Vergleichsmöglichkeiten könnte die Ähnlichkeit der Situationen, das Medium (Vergleiche von realen Bauklotzanordnungen) oder die Komplexität der Bauklotzanordnungen variiert werden. Interpretiert man die Frage „Hält die Bauklotzanordnung oder fällt sie zusammen?“ als die **Frage nach einer Kategorie** (vgl. Gentner & Namy, 1999; Saalbach & Imai, 2006), könnte vorgegeben werden, dass eine

Anordnung hält, und bezüglich einer weiteren gefragt werden. Hierbei könnte auch eine forced-choice-Bedingung mit Distraktor-Antworten in Betracht gezogen werden. Solche Untersuchungen könnten auch im Hinblick auf die Anzahl der Vergleichsbeispiele untersucht werden (vgl. Gentner & Namy, 1999). Um den mentalen Vorgang zu entlasten, der von den Kindern bei einer Vorhersage (*Was passiert, wenn der schwarze Bauklotz entfernt wird?*) gefordert ist, könnten Kinder aus zusammengeklebten Bauklötzen konstruierte Anordnungen beurteilen.

In einer weiteren Studie könnte für einen tieferen Einblick in die Vorstellungen analysiert werden, welche Merkmale leichte von schwierigen Aufgaben unterscheiden (für eine genaue Analyse der Itemschwierigkeiten s. Studie 2b). Darüber könnten auch die Begründungen von Kindern Aufschluss geben, welche in einer weiteren Studie erfragt werden könnten (für eine erste Analyse von Begründungen s. Studie 2c).

Ferner ist auch eine Untersuchung hinsichtlich der Veränderung der Vorstellungen interessant (s. Teil 3 dieser Dissertation). Bei der einzelnen Präsentation der Bauklotzanordnungen zeigen die Kinder Leistungen kaum über Zufallsniveau. Kinder haben bereits einige konkrete Vorstellungen, es ist aber noch genügend Potenzial vorhanden, die Leistungen der Kinder weiterzuentwickeln. Dies deutet darauf hin, dass es mit dieser Erhebungsmethode möglich ist, eine Umstrukturierung der Vorstellungen zum Gleichgewicht, z. B. durch eine von außen angeregte Intervention, zu erfassen. Da die Kinder bessere Leistungen bei Vergleich und Beschreibung zeigen, können Vergleiche und verbale Impulse zur Unterstützung der Umstrukturierung der Vorstellung in einer von außen angeregten Intervention genutzt, wie es in Teil 3 dieser Dissertation vorgenommen wird (s. Studie 3).

Teil 2: Lösungsrelevante Dimensionen bezüglich der Beurteilung des Gleichgewichts von Bauklotzanordnungen bei drei- bis neunjährigen Kindern

2.1 Einleitung: Gleichgewicht als Phänomen

Kinder begegnen dem Phänomen Gleichgewicht in ihrem Alltag. Die Stabilität großer Bauwerke (z. B. Brücken, Türme) basiert auf dem Gleichgewicht der wirkenden Kräfte (Krings, 2011). Auch in weniger komplexen Situationen mit kleineren Objekten treten diese physikalisch-technischen Gesetzmäßigkeiten auf. Liegt ein Buch auf einem Tisch und ragt über dessen Kante hinaus, bleibt es in Abhängigkeit von der Lage der Gewichtskraftwirkungslinie liegen oder fällt herunter (vgl. Tipler, 1994). Das Verständnis physikalisch-technischer Gesetzmäßigkeiten in solchen komplexitätsreduzierten Situationen ist grundlegend, um zu erkennen, warum große Bauwerke stabil sind. Bei dem Bearbeiten des Phänomens Gleichgewicht können Vorerfahrungen (z. B. Bauen mit Bauklötzen) und bereits vorhandene Vorstellungen berücksichtigt werden. Erforscht werden Vorstellungen von Kindern zum Gleichgewicht unter Verwendung verschiedener Methoden (vgl. Andrews, Halford, Murphy & Knox, 2009; Flottmann, Naber, Plöger & Leuchter, 2014; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist, 2010; Messer, Pine & Butler, 2008; Needham & Baillargeon, 1993; Siegler, 1976). Auf dieser Basis wurden Vorstellungen von Kindern zu dem Phänomen identifiziert: Bezogen auf Balkenwaagen wurden *Abstand* und *Gewicht* als lösungsrelevante Dimensionen herausgearbeitet (vgl. Andrews et al., 2009; Siegler, 1978), bei dem Gleichgewicht von Objekten, wie z. B. Schachteln oder Bauklötzen, wurden *geometrische Mitte* und *Massenmittelpunkt* als lösungsrelevante Dimension von Kindern bei der Beurteilung eines Gleichgewichts ermittelt (Bonawitz, van Schijndel, Friel & Schulz, 2012; Flottmann et al., 2014; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist, Horz & Schönfeld, 2005; Krist, 2010; Pine & Messer, 1999). Ziel der vorliegenden Studie ist es herauszufinden, woran Kinder sich bei der Beurteilung des Gleichgewichts eines Objektes orientieren und welche Merkmale eine leichte bzw. schwierige Aufgabe hat. Um darüber Erkenntnisse zu gewinnen, werden auch die Begründungen von Kindern analysiert.

In dem folgenden Teil der Dissertation wird einführend kurz der fachliche Hintergrund zum Gleichgewicht von Objekten dargestellt (für eine ausführliche Beschreibung s. Teil 1 dieser Dissertation). Anschließend stehen Vorstellungen von Kindern zum Gleichgewicht im Fokus. Bisherige Forschungsbefunde liefern erste Erklärungsansätze, woran Kinder sich bei der Beurteilung des Gleichgewichts von Objekten orientieren und wie sie es erklären. Um

dieser Frage genauer nachzugehen, wurden im Rahmen dieser Forschungsarbeit Items konzipiert, welche einen Rückschluss auf von den Kindern berücksichtigte lösungsrelevante Dimensionen ermöglichen. Diese Items werden bei der Methode der Studie 2a genau beschrieben. Nach der Präsentation und Diskussion der Ergebnisse, wurde auch im Rahmen dieser Studie (2a) zur besseren Einschätzung der Ergebnisse der Kinder Studierende als Referenzgruppe befragt. Anschließend werden in Studie 2b schwierigkeitsbestimmende Merkmale und Studie 2c die Begründungen von Kindern genauer analysiert, um noch mehr Aufschluss über das Vorwissen der Kinder und über die von ihnen einbezogenen lösungsrelevanten Dimensionen zu erhalten.

2.2 Fachlicher Hintergrund: Gleichgewicht von Objekten

Im Folgenden wird zunächst der fachliche Hintergrund zum Gleichgewicht von Objekten beschrieben. Dieser ist von großer Bedeutung, um die Verknüpfung verschiedener Erhebungsmethoden, die in Studien zum Gleichgewicht genutzt werden, nachvollziehen zu können.

Das Phänomen Gleichgewicht lässt sich aus fachlicher Perspektive in Gesetzmäßigkeiten höherer Ordnung (z. B. Hebelgesetz) und Subaspekte (z. B. Kraft, Abstand) differenzieren. Zur Bezeichnung der Aspekte werden verschiedene Begriffe genutzt, welche als einer Klasse zugehörig angesehen werden können: Zum Beispiel werden statt *Kraft* die Begriffe *Gewicht* oder *Last* verwendet. *Distanz*, *Hebelarm* oder *geometrische Mitte* können zu einer Abstandskategorie zusammengefasst werden, wenn auch die Wortbedeutung bei einigen Begriffen eine andere ist (z. B. die geometrische Mitte ist kein Abstand, sondern wird durch zwei Abstände definiert). Diese Klassen stellen lösungsrelevante Dimensionen dar, die Kinder bei ihrem Urteil berücksichtigen.

Entscheidend für das Gleichgewicht von Objekten (z. B. Bauklotz, Schachtel) ist die Lage der Gewichtskraftwirkungslinie, die am Massenmittelpunkt ansetzt (vgl. Tipler, 1994). Bei Objekten mit gleichmäßiger Dichte ist die Lage des Massenmittelpunkts von deren Form abhängig (vgl. Kuchling, 2011). Bei symmetrischen Objekten fallen geometrische Mitte und Massenmittelpunkt zusammen (vgl. Kuchling, 2011; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist, 2010). Bei asymmetrischen Objekten ist der Massenmittelpunkt zu dem Objektende mit mehr Masse verschoben (vgl. Abb. 2.1; vgl. Gascha, 1998; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist, 2010; Kuchling, 2011).

Geometrische Mitte

● Massenmittelpunkt

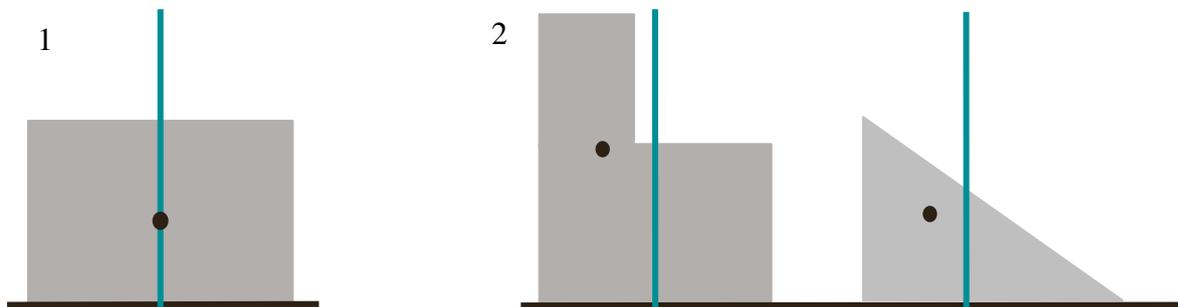


Abb. 2.1 Geometrische Mitte und Massenmittelpunkt bei symmetrischen (1) und asymmetrischen (2) Objekten

Ein Objekt (z. B. ein Bauklotz) bleibt in seiner Lage, solange die Gewichtskraft (vgl. Abb 2.2, rote Pfeile) lotrecht innerhalb seiner Auflagefläche wirkt (vgl. Abb 2.2, Situation 1, 2, 3 und 5; Tipler, 1994). Wirkt die Gewichtskraft lotrecht außerhalb seiner Auflagefläche, fällt das Objekt herunter (vgl. Abb 2.2, Situation 4 und 6; Tipler, 1994). Dies geschieht, weil das Kippmoment größer ist als das Standmoment des Objekts (vgl. Kuchling, 2011; Gascha, 1998). Damit ein Objekt im Gleichgewicht ist, muss die Summe aller wirkenden Kräfte und die Summe aller Momente gleich null sein (vgl. Abb. 2.2; Tipler, 1994).

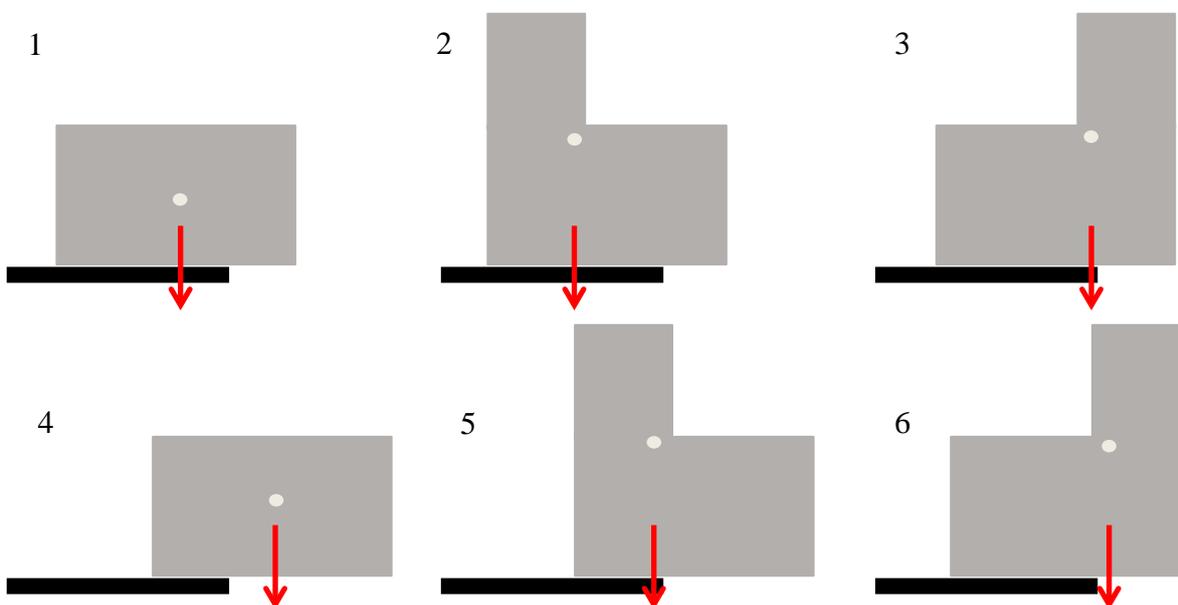


Abb. 2.2: Stabile (Situation 1, 2, 3 und 5) und instabile Gleichgewichtslagen (Situation 4 und 6) symmetrischer (1 und 4) und asymmetrischer Bauklötze (2, 3, 5 und 6) auf einer Auflagefläche

Zur erfolgreichen Beurteilung des Gleichgewichts symmetrischer Objekte ist der Einbezug der Dimension *Abstand* hinreichend, weil Massenmittelpunkt und geometrische Mitte übereinstimmen (vgl. Abb. 2.1). Bei asymmetrischen Objekten muss der Massenmittelpunkt berücksichtigt werden. Für ein erfolgreiches Handeln bzw. eine korrekte Beurteilung muss bei asymmetrischen Objekten folglich eine Integration der Abstands- und

Gewichtsdimension erfolgen. Dieser Tatsache, die sich aus den physikalischen Gesetzmäßigkeiten ergibt, wurde in bisherigen Studien wenig Bedeutung beigemessen. Dennoch konnten einige Studien bereits Vorstellungen von Kindern zum Gleichgewicht identifizieren, diese werden im folgenden Kapitel thematisiert.

2.3 Vorstellungen von Kindern zum Gleichgewicht

Im Folgenden wird kurz diSessas *Knowledge-in-pieces-Theorie* (1983; 1988; 1993) als Grundlage für Vorstellungen von Kindern dargestellt. Erhebungsmethoden zur Erfassung der Vorstellungen von Kindern bezüglich des Gleichgewichts von Objekten werden in Grundzügen aufgezeigt (für eine ausführliche Beschreibung s. Teil 1 dieser Dissertation). Daran schließt sich der Forschungsstand an, welche Vorstellungen bei Kindern bezüglich des Einbezugs lösungsrelevanter Dimensionen bei der Beurteilung des Gleichgewichts von Objekten bereits vorhanden sind.

2.3.1 Theoretische Grundlage: diSessas Knowledge-in-pieces-Theorie

Intuitive Vorstellungen, die sich in verschiedenen Situationen bewährt haben, können locker miteinander verbunden sein und als einer Klasse von Phänomenen zugehörig verstanden werden (diSessa, 1983; 1988; 1993). Sie entstehen ausgehend von konkreten Situationen und beschreiben, wie der Beobachtende ein Phänomen wahrnimmt und evtl. wie er sich dieses erklärt (diSessa, 1983; 1988; 1993). Sie werden als primitiv angesehen, weil sie selbst nicht im Rahmen des Wissenssystems erklärt werden (diSessa, 1983; 1988; 1993). Zum Beispiel bezogen auf eine Spielplatzwippe, geben Kinder an, dass die Wippe im Gleichgewicht ist; die Kinder können aber nicht erklären, dass Gleichgewicht dann vorliegt, wenn auf beiden Seiten das Produkt aus Gewicht und Abstand der auf der Wippe sitzenden Personen gleich ist. Aufgrund ihres primitiven Charakters sind nur einige Vorstellungen mit physikalischen Gesetzen vereinbar (diSessa, 1983; 1988; 1993). Vorstellungen können als intuitives Äquivalent zu fachlichen Gesetzmäßigkeiten und Aspekten verstanden werden (unpublished Paper diSessa 1983b, zitiert nach Fischbein, 1987). Als intuitives Äquivalent zum Hebelgesetz können bei Kindern bspw. die Vorstellungen Gleichgewicht oder Abstand oder Gewicht vorliegen (diSessa, 1983; 1988; 1993).

Viele Forschungsprojekte behandeln die Vorstellungen *Gewicht* und *Abstand*, beispielhafte Studienergebnisse werden im Folgenden aufgezeigt. Zur Vorstellung *Gewicht* hat Siegler (1976; 1978) herausgefunden, dass Kinder ab fünf Jahren diese Dimension an der Balkenwaage berücksichtigen. Mit dem Gewicht begründen 40% der sechseinhalbjährigen Kinder das Ausbalancieren eines Objekts (Pine, Lufkin, Kirk & Messer, 2007). Zum

Vorstellung *Abstand* zeigen Surber und Gzesh (1984), dass Kinder diese Dimension bei einer Wippe ab fünf Jahren einbeziehen. Beim Ausbalancieren eines Objekts ziehen 18% der sechseinhalbjährigen Kinder die Mitte und 4% den Abstand als Begründung heran (Pine et al., 2007). Den Abstand als Dimension an der Balkenwaage berücksichtigen Kinder ab acht Jahren, dies gibt Siegler (1976; 1978) an. Zum Vorstellung *Drehmoment* zeigen Andrews et al. (2009), dass fünfjährigen Kindern eine Integration von Gewicht und Abstand an einer einseitigen Balkenwaage gelingt. Siegler (1976; 1978) hingegen zeigt, dass Kindern die Integration an einer Balkenwaage mit 13 Jahren gelingt.

Diese einzelnen Vorstellungen von Kindern müssen für ein wissenschaftlich angemessenes Verständnis des Phänomens umstrukturiert, abstrahiert und in komplexere anschlussfähige kognitive Strukturen eingebunden werden müssen (diSessa, 1983; 1988; 1993). Bezogen auf Gleichgewicht lernen Kinder z. B. nicht nur eine Dimension (Gewicht oder Abstand) in ihr Urteil einzubeziehen, sondern diese miteinander zu verknüpfen. Bestehende Vorstellungen spielen daher eine bedeutende Rolle bei der Veränderung naturwissenschaftlichen Wissens (für die Entwicklung von Vorstellungen s. Teil 3 dieser Dissertation). Im Folgenden wird kurz aufgezeigt, mit welchen Methoden Vorstellungen von Kindern zum Gleichgewicht bisher erfasst werden (für eine ausführliche Beschreibung s. Teil 1 dieser Dissertation).

2.3.2 Erhebungsmethoden zur Erfassung

Vorstellungen von Kindern zum Thema Gleichgewicht werden mithilfe von Objekten erfasst. Ein in zahlreichen Untersuchungen verwendetes Objekt ist die Balkenwaage (z. B. Siegler, 1976). Darüber hinaus werden Objekte, wie z. B. Schachteln oder Bauklötze, zur Erfassung der Vorstellungen zum Gleichgewicht genutzt (Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Krist, 2010; Needham & Baillargeon, 1993; Pine & Messer, 1999; Pine, Messer & John, 2002; Pine & Messer, 2003). Auf Basis dieser ausgewählten Studien (mit eingeschränktem Material, begrenztes Alter) können interessante Befunde im Hinblick auf lösungsrelevante Dimensionen beim Beurteilen des Gleichgewichts von Objekten analysiert werden.

In bisherigen Studien zu Vorstellungen werden Leistungen ca. sechsjähriger Kinder fokussiert (Flottmann et al., 2014; Pine & Messer, 1999, Experiment 2; Pine et al., 2002; Pine & Messer, 2003) oder die Entwicklung der Leistung bei Kindern zwischen vier und neun Jahren analysiert (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Krist, 2010; Pine & Messer, 1999, Experiment 1). In diesen Studien schätzen Kinder das Gleichgewicht ein, indem sie handelnd Objekte ausbalancieren, beobachtungsbasiert beurteilen, ob Objekte auf einer Auflagefläche bzw. ob

Objektanordnungen stabil sind, oder begründen, warum Objekte auf einer Auflagefläche liegen bleiben oder nicht (für eine ausführliche Beschreibung s. Teil 1 dieser Dissertation). Begründungen von Kindern werden in Studien bezogen auf die gewählte Position beim Ausbalancieren erfragt. Die Kodierung der Erklärungen erfolgt je nach Studie unterschiedlich. Studienübergreifend werden die Kategorien „Mitte“, „Abstand“ und „Gewicht“ verwendet (Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2004; Pine et al., 2007), weitere Kategorien werden in der vorliegenden Arbeit unter „andere/keine“ zusammengefasst. Eine Aussage von Kindern für die Begründung „Mitte“ ist z. B. „der Bauklotz ist in der Mitte“ (Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2007). Kinder, welche mit dem „Gewicht“ begründen, sagen bspw. „die Seite ist schwerer“ (Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2007). „Die Seite ist länger“ wird z. B. als Begründung für den Abstand kodiert (Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2007). Unter „anderen/keine“ werden Kinder zusammengefasst, die sagen „ich weiß es nicht“ oder mit den Schultern zucken. Diese Kategorie umfasst auch Aussagen von Kindern, welche den Ausbalanciervorgang beschreiben oder sich auf eine zusätzliche Variable beziehen, wie z. B. einen Magnet (Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2007).

Aufgrund der Gegebenheit, dass bei symmetrischen Objekten der Einbezug der Dimension „Abstand“ zur erfolgreichen Beurteilung des Gleichgewichts hinreichend ist (vgl. Kap. 2.2) und nur bei asymmetrischen Objekten der Massenmittelpunkt berücksichtigt werden muss, werden im Folgenden vorwiegend Befunde bezogen auf asymmetrische Objekte (z. B. Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999) vorgestellt.

2.3.3 Forschungsstand

Auf Basis der Methoden (handelndes Ausbalancieren, beobachtungsbasiertes Beurteilen, Begründen) ergeben sich erste Hinweise auf lösungsrelevante Dimensionen, die Kinder in ihr Urteil bezüglich des Gleichgewichts von Objekten einbeziehen. Bezüglich des Alters, wann sich die Fähigkeit entwickelt, bestehen kontroverse Befunde.

Kinder zwischen drei und acht Jahren zeigen sowohl bei einzelnen Objekten als auch bei zusammengesetzten Objekten (z. B. Anordnungen aus mehreren Bauklötzen) bessere Leistungen bei der Beurteilung des Gleichgewichts symmetrischer als asymmetrischer Objekte (Flottmann et al., 2014; Krist et al., 2005; Krist, 2010; Pine et al., 2002; Pine & Messer, 2003). Fünf- bis Siebenjährige lösen ca. 80% der Aufgaben mit symmetrischen Objekten korrekt und zeigen damit Leistungen signifikant über dem Zufallsniveau (Flottmann et al., 2014; Pine et al., 2002; Pine & Messer, 2003). Bei Aufgaben mit

asymmetrischen Objekten beantworten Kinder ca. 50% der Aufgaben korrekt (Leistungen auf Zufallsniveau). Achtjährige lösen Aufgaben zu beiden Objektformen erfolgreich (Krist et al., 2005; Krist, 2010). Darüber hinaus konnte Krist (2013) zeigen, dass die Schwierigkeiten bei dem Beurteilen asymmetrischer Objekte bei Vierjährigen nicht allein von extrinsischen Aufgabenanforderungen abhängen. Die Antwortzeit der Kinder weist ebenfalls darauf hin, dass Kinder bessere Leistungen bei symmetrischen Objekten als bei asymmetrischen Objekten zeigen. Sie ist beim ersten Antworten für symmetrische (20.93s) und asymmetrische Objekte (18.80s) im Mittel gleich, die der symmetrischen Objekte sinkt jedoch in einer zweiten Serie (10.06s), nicht aber die der asymmetrischen (18.36s; Krist et al., 2005). Eine Analyse der Itemschwierigkeiten zeigt, dass Aufgaben mit symmetrischen Objektanordnungen von vielen Kindern korrekt beantwortet werden, während sich für asymmetrische Objektanordnungen keine eindeutige Aufgabenschwierigkeit ergibt (Flottmann et al., 2014).

Hinsichtlich der **Fähigkeit, ihr eigenes Verhalten zu begründen**, stellen Karmiloff-Smith und Inhelder (1974) in ihrer Studie ausgeprägte Unterschiede bei Kindern fest, analysieren diese aber nicht genauer. Die Studie von Pine et al. (2007) gibt den prozentualen Anteil der Kategorie an, wie oft diese in allen genannten Begründungen von Kindern vorkommt (s. Tab. 2.1). Die Studien von Bonawitz et al. (2012) sowie Pine und Messer (1999) geben hingegen den prozentualen Anteil der Kinder pro Studie an (s. Tab. 2.2).

Der prozentuale Anteil der Kinder, welche mithilfe der Mitte begründen, variiert in den Studien zwischen 10% und 31% (Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999). Auch in Bezug auf den prozentualen Anteil der Kinder, welche lösungsrelevante Dimension (Abstand, Gewicht) nennen, ergibt sich kein eindeutiges Ergebnis (Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999). Die Werte der Studien liegen zwischen 14% und 28%. Der Anteil der Kinder, welcher keiner Kategorie zugeordnet werden kann oder sich auf eine andere Variable bezieht, ist in allen Studien mit 53% bis 62% hoch (Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2007; vgl. Tab. 2.2).

Tab. 2.1 Prozentualer Anteil der Häufigkeit der Begründung

Studie	N	Alter	Mitte	Abstand	Gewicht	andere/keine
Pine et al., 2007	21	Ø 6.5	8	4	40	47

Tab. 2.2: Prozentualer Anteil (gerundet) der Kinder je Begründungskategorie

Studie	N	Alter	Mitte	Abstand x Gewicht	andere/keine
Bonawitz et al., 2012	126	4-7	25	22	53
Pine & Messer, 1999; Experiment 1	168	4.1-9.2	31	14	55
Pine & Messer, 1999; Experiment 2	58	Ø6.8	10	28	62

Bezieht man die Gegebenheit mit ein, dass zur Beurteilung des Gleichgewichts symmetrischer Objekte der Einbezug der geometrischen Mitte bzw. des Abstandes

ausreichend ist und nur bei asymmetrischen Objekten der Massenmittelpunkt entscheidend für die Beurteilung ist (vgl. Kap. 2.2), weisen die obengenannten Studien darauf hin, dass fünf- bis siebenjährige Kinder eher die geometrische Mitte bzw. den Abstand als lösungsrelevante Dimension in ihr Urteil einbeziehen.

Auch Ergebnisse von Pine und Messer (1999, Experiment 1) zeigen, dass der größte prozentuale Anteil die Mitte bzw. den Abstand anstelle des Gewichts bzw. des Gewichts in Verbindung mit dem Abstand als Begründung nennen, warum ein Objekt auf der Auflagefläche hält oder nicht.

Karmiloff-Smith und Inhelder (1974) identifizieren drei Vorgehensweisen, welche vier- bis neunjährige Kinder beim Ausbalancieren eines Objekts auswählen: 1) Trial-and-Error-Vorgehen, 2) Ausrichtung an geometrischer Mitte, 3) Einbezug des Massenmittelpunkts. Diese Vorgehensweisen werden in anderen Studien (Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999) ebenfalls untersucht:

1) Trial-and-Error-Vorgehen: Ausrichtung an keiner spezifischen Position

Einige Kinder probieren so lange, bis sie erfolgreich sind. Ihnen gelingt es nach einiger Zeit, symmetrische und asymmetrische Objekte auszubalancieren. Bei diesem Trial-and-Error-Vorgehen kann keine spezifische Position identifiziert werden, an welcher Kinder die Objekte auf die Auflagefläche legen, und somit auch keine lösungsrelevante Dimension erkannt werden.

2) Ausrichtung an der geometrischen Mitte

Weiter beobachten Bonawitz et al. (2012), Karmiloff-Smith und Inhelder (1974) sowie Pine und Messer (1999) Kinder, die bei symmetrischen Objekten beständig erfolgreich sind und systematisch an asymmetrischen Objekten scheitern. Sie richten alle Objekte an ihrer geometrischen Mitte aus. Erfolgreiches Lösen asymmetrischer Objekte gelingt diesen Kindern deshalb auch nach mehreren Versuchen nicht. Kinder ignorieren sogar Beweise (z. B. propriozeptives Feedback) und lehnen ab, dass es möglich sei, asymmetrische Objekte auszubalancieren (Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974). Die Wahl der mittigen Position können Kinder überwinden, wenn sie die Aufgaben mit geschlossenen Augen absolvieren (Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974).

3) Einbezug des Massenmittelpunkts

Wieder anderen Kindern gelingt es meistens auf Anhieb, Aufgaben zu symmetrischen und asymmetrischen Objekten richtig zu lösen. Sie berücksichtigen die Verteilung des Gewichts eines Objekts (Massenmittelpunkt), indem sie das Objekt zunächst in ihren Händen „wiegen“, oder legen Objekte erst mittig auf und

verschieben asymmetrische nach der erst gewählten Position schnell zur korrekten Lösung (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Pine & Messer, 1999).

Hinsichtlich der von Kindern einbezogenen lösungsrelevanten Dimensionen (keine spezifische Position, geometrische Mitte oder Massenmittelpunkt) zum Ausbalancieren der Objekte wird in den bestehenden Studien einerseits der *prozentuale Anteil* und andererseits das *Alter der Kinder* analysiert, welche konsistent dieselbe lösungsrelevante Dimension beim Ausbalancieren wählen. Zu beidem werden im Folgenden die Ergebnisse dargelegt.

Prozentualer Anteil der Kinder je lösungsrelevanter Dimension

Wie groß der prozentuale Anteil der drei- bis neunjährigen Kinder ist, die konsistent eine lösungsrelevante Dimension wählen, variiert in den Studien (Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999; vgl. Tab. 2.3): Der Anteil der Kinder ohne Ausrichtung an einer spezifischen Position kann mit 28% bis 39% als ungefähr gleich groß betrachtet werden. Etwa die Hälfte der Kinder bezieht die geometrische Mitte mit ein. Hinsichtlich der Berücksichtigung des Massenmittelpunkts variiert der Anteil der Kinder zwischen 12% und 30% (Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999). Der Anteil der Kinder, die den Massenmittelpunkt einbeziehen, ist in allen Studien im Vergleich zu anderen lösungsrelevanten Dimensionen am geringsten (Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999). In allen Studien ist der Anteil der Kinder, welche kein konsistentes Antwortverhalten zeigen und damit keiner der Positionen zugeordnet werden können, relativ groß (zwischen 28% und 39%; Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999, Experiment 1; vgl. Tab. 2.3).

Tab. 2.3: Prozentualer Anteil der Kinder je lösungsrelevanter Dimension

Studie	N	Alter	Anzahl der Kinder in %		
			Antwortverhalten konsistent korrekt → <i>Orientierung am Massenmittel- punkt</i>	Inkonsistentes Antwortverhalten → <i>Orientierung unklar</i>	Antwortverhalten konsistent falsch → <i>Orientierung an geometrischer Mitte</i>
Bonawitz et al., 2012	95	Ø 7.0	29.5	36.8	33.7
Pine & Messer, 1999, Experiment 1	168	4.1 bis 9.2	13.7	38.7	47.6

Bei diesem Vergleich ist unbedingt zu berücksichtigen, dass sowohl die Stichprobengröße, das Alter, die methodischen Rahmenbedingungen sowie Auswertungskriterien der Studien stark voneinander abweichen. Neben dem prozentualen Anteil der Kinder je lösungsrelevanter Dimension werden in den bestehenden Studien auch Auswertungen bezüglich der Entwicklung der Fähigkeit, das Gleichgewicht von Objekten zu beurteilen, im Verhältnis zum Alter gemacht.

Altersangaben bezogen auf die lösungsrelevanten Dimensionen

Angaben zum Alter, in welchem Kinder eine lösungsrelevante Dimension berücksichtigen, sind nicht eindeutig (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Pine & Messer, 1999).

Einerseits deuten Studien auf einen **u-förmigen Verlauf** der Leistungen hin (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974). In diesen Studien erreichen jüngere Kinder (ab ca. vier Jahre) mit dem Trial-and-Error-Vorgehen Leistungen auf einem Niveau. Ältere Kinder (ab ca. sechs Jahren) zeigen Leistungen unterhalb dieses Niveaus (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974). Als Grund dafür wird ihre Ausrichtung aller Objekte an der geometrischen Mitte angesehen. Bei noch älteren Kindern (ab ca. sieben bzw. acht Jahren) werden wieder Leistungen auf diesem Niveau oder sogar oberhalb beobachtet, weil sie den Massenmittelpunkt berücksichtigen (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974). Demnach führen Trial-and-Error-Vorgehen und die Orientierung am Massenmittelpunkt zu fast gleicher Leistung. Erst später berücksichtigen Kinder konsistent den Massenmittelpunkt, wobei Altersangaben bezüglich dieser Vorstellungsveränderung zwischen siebeneinhalb (Bonawitz et al., 2012) und acht bis neun Jahren (Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974) variieren.

Andererseits liefern Studien Belege für annähernd **lineare Verbesserungen der Leistungen** bei Kindern zwischen vier und acht Jahren (Krist et al., 2005; Pine & Messer, 1999). Auch für eine lineare Entwicklung der Leistung spricht, dass der Einbezug der geometrischen Mitte nicht nur von sechs- und siebenjährigen Kindern, sondern auch bei vier- bis neunjährigen mit gleicher Häufigkeit auftritt (Krist et al., 2005; Pine & Messer, 1999, Experiment 1). Krist et al. (2005) belegen dies mit einer Analyse der Häufigkeit, mit der Kinder ein Objekt *erstmalig* in der geometrischen Mitte platzieren. Für symmetrische Objekte ergibt sich eine steigende Anzahl mittiger Platzierungen mit steigendem Alter bei der *erstmaligen* Platzierung des Bauklotzes auf der Auflagefläche und für asymmetrische eine sinkende Anzahl. Annähernd kontinuierliche Verbesserungen mit dem Alter sind Ergebnis der Analysen (Krist et al., 2005; Krist, 2010).

2.3.4 Zusammenfassung: Vorstellungen von Kindern zum Gleichgewicht

Zusammenfassend kann als erwiesen angesehen werden, dass Kinder bereits ab ca. vier Jahren erste Vorstellungen zum Gleichgewicht von Objekten entwickeln (Andrews et al., 2009; Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2007; Siegler, 1976; 1978; Surber & Gzesh, 1984). Unter Verwendung der verschiedenen Methoden identifizieren die bestehenden Studien lösungsrelevante

Dimensionen, wie z. B. *geometrische Mitte* oder *Massenmittelpunkt* (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2007). Die Studien geben allerdings sehr variierende Werte für den Anteil der Kinder an, die sich an der geometrischen Mitte oder dem Massenmittelpunkt orientieren (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2007). Zudem ist bei einem Großteil der Kinder, die kein konsistentes Antwortverhalten zeigen, kein Rückschluss auf in ihr Urteil einbezogene lösungsrelevante Dimensionen möglich (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2007). Bezüglich des Alters ist ebenfalls unklar, wie sich die Fähigkeit, das Gleichgewicht von Objekten zu beurteilen, entwickelt (u-förmiger Verlauf oder kontinuierliche Leistungsverbesserung mit dem Alter; Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Pine & Messer, 1999). Dennoch zeigen die Befunde, dass sich bei Kindern zwischen vier und acht Jahren eine deutliche Veränderung der Vorstellungen zum Gleichgewicht vollzieht, die es lohnt, mit weiteren Analysen z. B. bezüglich der schwierigkeitsbestimmenden Merkmale oder den Begründungen von Kindern genauer in den Blick zu nehmen.

2.4 Forschungslücke und Ausblick auf eigenes Forschungsvorhaben

Da sich das Wissen von Kindern zum Gleichgewicht von Objekten in dem Alter zwischen vier und neun Jahren maßgeblich entwickelt (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2007), wird in dieser Studie die Fähigkeit, das Gleichgewicht von Objekten zu beurteilen, genauer erforscht. Insgesamt ergeben sich aus bestehenden Studien erste Hinweise auf lösungsrelevante Dimensionen, welche Kinder in ihr Urteil bezüglich des Gleichgewichts von Objekten einbeziehen: Sie orientieren sich an der **geometrischen Mitte**, dem **Massenmittelpunkt** oder an **keiner spezifischen lösungsrelevanten Dimension** (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2007). Die bisherigen Studien ergeben allerdings sehr unterschiedliche Werte im Hinblick auf den prozentualen Anteil der Kinder, die dieselbe lösungsrelevante Dimension wählen (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2007). Es ist somit noch unklar, wie groß der prozentuale Anteil der Kinder ist, welche das Gleichgewicht bereits korrekt unter Einbezug des Massenmittelpunkts beurteilen und welche sich an der geometrischen Mitte orientieren. Auch bezüglich des Alters, wann sich diese Fähigkeit bei Kindern ausprägt, besteht keine Einigkeit in den bestehenden Studien (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Pine & Messer, 1999). Daher werden in der vorliegenden Studie mehrere Altersstufen in den Blick genommen.

Von großer Bedeutung ist dafür die Berücksichtigung der Tatsache, dass geometrische Mitte und Massenmittelpunkt bei symmetrischen Objekten übereinstimmen und dadurch bei dieser Form die zur Lösung einbezogenen Dimensionen nicht eindeutig bestimmt werden kann (vgl. Kap. 2.2). Nur die Studien von Bonawitz et al. (2012) und Krist (2013) berücksichtigen diese Gegebenheit und verwenden nur asymmetrische Objekte. Nur mit diesen kann herausgefunden werden, woran sich Kinder orientieren (vgl. Kap. 2.2). Entweder urteilen sie mithilfe der geometrischen Mitte und beziehen so ausschließlich die Abstandsdimension ein oder sie nutzen den Massenmittelpunkt als Referenz und berücksichtigen demzufolge Abstands- und Gewichtsdimension verknüpft miteinander. Konkret bedeutet dies, dass asymmetrische Objekte (z. B. ein Bauklotz) so auf einer Auflagefläche platziert werden, dass die geometrische Mitte innerhalb der Auflagefläche liegt, der Massenmittelpunkt allerdings außerhalb. Kinder, welche sich an der geometrischen Mitte orientieren, behaupten in diesem Fall, dass der Bauklotz auf seiner Auflagefläche liegen bleibt. Kinder, die bereits den Massenmittelpunkt in ihr Urteil einbeziehen, geben korrekt an, dass der Bauklotz fällt. Mit solchen Situationen ist mittels des Urteils von Kindern ein Rückschluss darauf möglich, woran sie sich orientieren oder welche lösungsrelevanten Dimensionen sie einbeziehen. Daher werden in der vorliegenden Untersuchung (2a) nur asymmetrische Objekte verwendet. Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, Bauklotzanordnungen zu entwickeln, welche diesen Rückschluss ermöglichen.

Methodisch wird darüber hinaus in dieser Studie die beobachtungsbasierte Beurteilung von Fotos aufgrund ihrer relativ einfachen Realisierungsmöglichkeit adaptiert (vgl. Teil 1 dieser Dissertation). Dadurch wird ausgeschlossen, dass die Leistungen der Kinder von ihrem propriozeptiven Feedback abhängen (Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974). Bisherige Studien haben zudem eine geringe Itemanzahl, auch dies soll in dem vorliegenden Forschungsvorhaben für eine höhere Reliabilität gesteigert werden. Ziel der vorliegenden Untersuchung (2a) ist es, auf Basis der beobachtungsbasierten Beurteilung herauszufinden, wie groß der prozentuale Anteil der Kinder ist, die sich konsistent an einer lösungsrelevanten Dimension orientieren und wie alt sie sind.

Ferner werden in diesem Teil der Dissertation weitere Analyse (schwierigkeitsbestimmende Merkmale, Begründungen) bezüglich des Vorwissens der Kinder durchgeführt. Studien, welche die beobachtungsbasierte Beurteilung verwenden, erforschen das Gleichgewicht einzelner Bauklötze (Krist, 2010; 2013) und nicht Bauwerke aus mehreren Bauklötzen, wie Kinder sie beim Spielen bauen. Weil von Kindern erbaute Bauklotzbauwerke aus mehreren Bauklötzen zusammengesetzt sind, wird in diesem Forschungsvorhaben das Wissen von Kindern hinsichtlich der Stabilität zusammengesetzter Bauklotzanordnungen untersucht.

Die Kinder werden in Anlehnung an Krist (2010; 2013, vgl. Teil 1 dieser Dissertation) vorhersagen, ob eine Bauklotzanordnung stabil bleibt.

In bisherigen Studien wurden bereits *Symmetrie* und *Asymmetrie* als **schwierigkeitsbestimmende Merkmale** (Krist et al., 2005; Krist, 2010; 2013; Pine & Messer, 2000; Pine & Messer, 2003). Bisher wurde nicht untersucht, welche schwierigkeitsbestimmenden Merkmale sich bei Bauklotzanordnungen ergeben. Das Ziel der Studie 2b ist, zu prüfen, ob *Symmetrie* und *Asymmetrie* schwierigkeitsbestimmende Merkmale für Kinder bei der Beurteilung von Bauklotzanordnungen hinsichtlich ihrer Stabilität sind. Die Itemschwierigkeit ist für die Auswahl geeigneter Bauklotzanordnungen für eine geplante Lerneinheit von Bedeutung (s. Teil 3 dieser Dissertation).

Darüber hinaus können die Begründungen Aufschluss über wichtige lösungsrelevante Dimensionen geben, welche Kinder bei ihrer Beurteilung einbeziehen. In bestehenden Studien ergeben sich unterschiedliche Werte für die Begründungen Abstand und Gewicht (Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2007). Auch die Wortwahl von Kindern bei den Begründungen kann für die Gestaltung einer Lerneinheit, u. a. für die sprachlichen Instruktionen, von Interesse sein (s. Teil 3 dieser Dissertation). Daher werden die Begründungen einzelner Kinder erfragt. Dies ist Ziel von Studie 2c.

Im Folgenden werden drei Studien präsentiert:

- Studie 2a: Analyse lösungsrelevanter Dimensionen (mit Hilfe neuentwickelter Items)
- Studie 2b: Analyse von schwierigkeitsbestimmenden Merkmalen (Symmetrie, Asymmetrie)
- Studie 2c: Analyse von Begründungen

Fragestellung und forschungsleitende Annahmen werden in dem Kapitel der jeweiligen Studie thematisiert.

2.5 Studie 2a: Analyse lösungsrelevanter Dimensionen

Im Folgenden wird die Forschungsfrage der Studie 2a benannt sowie die forschungsleitenden Annahmen unter Rückgriff auf bestehende Forschungsergebnisse hergeleitet. Auf dieser Basis können nach der Darstellung der Studie die Annahmen bestätigt oder widerlegt werden.

2.5.1 Forschungsfrage und forschungsleitende Annahme

Im Folgenden wird die Forschungsfrage der Studie 2a benannt sowie die forschungsleitenden Annahmen unter Rückgriff auf bestehende Forschungsergebnisse

hergeleitet. Auf dieser Basis können die Annahmen nach der Darstellung der Studie sowie der Referenzstudie bestätigt oder widerlegt werden.

Die vorliegende Studie (2a) untersucht, woran sich drei- bis neunjährige Kinder bei der Beurteilung der Stabilität von Bauklötzanordnungen orientieren und ob sich die Orientierung der Kinder kontinuierlich mit dem Alter entwickelt.

Aus den genannten Befunden können zwei forschungsleitende Annahmen abgeleitet werden:

Bisherige Studien geben zwar Aufschluss darüber, ob Kinder sich an **geometrischer Mitte**, **Massenmittelpunkt** oder **keiner spezifischen lösungsrelevanten Dimension** orientieren (vgl. Kap. 2.3; Bonawitz et al., 2012; Flottmann et al., 2014; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Krist, 2010; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2002; Pine & Messer, 2003). Viele dieser Erkenntnisse basieren allerdings auf beiden Objektarten (symmetrisch/asymmetrisch; vgl. Kap. 2.3). Teilweise ist auch das Zuordnungskriterium hinsichtlich der lösungsrelevanten Dimensionen nicht streng genug definiert (z. B. Pine & Messer, 1999). Die Studie von Bonawitz et al. (2012) genügt diesen Vorgaben und liefert wichtige Hinweise unter Verwendung der Methode des Ausbalancierens. Hinsichtlich des prozentualen Anteils der siebenjährigen Kinder, die sich konsistent an einer lösungsrelevanten Dimension orientieren, kann auf Basis der Studie von Bonawitz et al. (2012) vermutet werden, dass ein sehr geringer Teil der Kinder den Massenmittelpunkt einbezieht. Ein großer Anteil der siebenjährigen Kinder kann keiner lösungsrelevanten Dimension zugeordnet werden.

Annahme 2.1: Massenmittelpunkt < geometrische Mitte < keine lösungsrelevante Dimension

In Bezug auf das Alter der Kinder stehen die bisherigen Forschungsbefunde nicht im Einklang (vgl. Kap. 2.3; Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Pine & Messer, 1999). Offen bleibt, ob sich die Leistungen in einem **u-förmigen Verlauf** entwickeln oder **kontinuierlich mit steigendem Alter**. Die Studie von Bonawitz et al. (2012) spricht in diesem Fall für einen u-förmigen Verlauf. Andere Studien liefern Befunde für eine kontinuierliche Entwicklung und untermauern dies mit vielfältigen Analysen (z. B. bezüglich der Antwortzeit, der ersten Positionierung beim Ausbalancieren; Krist et al., 2005; Krist, 2010). In der vorliegenden Arbeit wird angenommen, dass sich die Leistung, das Gleichgewicht von Objekten zu beurteilen, kontinuierlich mit dem Alter zwischen fünf und neun Jahren verbessert.

Annahme 2.2: kontinuierliche Entwicklung mit dem Alter

Diese Annahmen werden mithilfe der folgenden Studie (2a) geprüft.

2.5.2 Stichprobe, Methode und Durchführung

Im folgenden Abschnitt wird die Untersuchungsmethodik der Studie (2a) beschrieben, die zur Überprüfung der Forschungsfragen und Annahmen (2.1 und 2.2) durchgeführt wurde. Zunächst werden Stichprobe, Erhebungsmethode sowie Durchführung detailliert erläutert. Anschließend werden die Ergebnisse präsentiert. Darüber hinaus werden Ergebnisse einer Referenzstudie mit Studierenden als Probanden vorgestellt, um die Ergebnisse der Kinder besser einschätzen zu können.

Stichprobe

Die Stichprobe wurde im Stadtgebiet von Münster (NRW) und der näheren Umgebung an drei Grundschulen in zwölf Klassen und einer Kita durchgeführt. Die Daten wurden im November und Dezember 2014 erhoben. Kinder wurden aus der Stichprobe ausgeschlossen, wenn mindestens eines der folgenden Kriterien auf sie zutraf: Extremwert in Bezug auf Alter, kognitive Fähigkeiten, Sprachverständnis oder zu viele fehlende Werte (z. B. aufgrund einer unvollständigen Teilnahme an der Befragung). Die verbleibende Stichprobe umfasst insgesamt $N = 232$ Kinder (Alter in Jahren: $M = 7.8$ ($SD = 1.4$), $Min = 5.3$, $Max = 10.8$; 47% weiblich). Aus der Stichprobe werden fünf Teilstichproben für die Altersgruppen gezogen. Zur besseren Einschätzung der Leistungen der Kinder wurde die Studie mit gleicher Methode und unter den gleichen Durchführungsbedingungen mit Studierenden im ersten Semester (Fachrichtung: Didaktik des Sachunterrichts) ebenfalls in Münster durchgeführt. Weitere Parameter der Studierenden (Geschlecht, Alter, kognitive Fähigkeiten, Sprachfähigkeit) wurden nicht erhoben. Die Stichprobe umfasst insgesamt $N = 93$ Studierende.

Pilotierung

Pilotiert wurde die Studie mit 47 Kindern (Alter in Jahren: $\bar{M} = 7.03$ ($SD = .41$); 62% weiblich). Auf Basis der Pilotierung hat sich ergeben, dass weder CFT (Module: Labyrinth, Matrizen) noch die eingeschätzte Sprachfähigkeit mit der Anzahl der korrekten Lösungen der Kinder korrelieren ($CFT_{Labyrinth} r = .096$, $p = .527$; $CFT_{Matrizen} r = .235$, $p = .116$; Sprachfähigkeit $r = .043$, $p = .775$). Daher werden diese beiden Kovariaten in der Hauptuntersuchung nicht miterhoben.

Erhebungsmethode

Kinder betrachten nacheinander 20 Fotos mit je einer asymmetrischen Bauklotzanordnung. Sie beurteilen, ob die roten Bauklötze auf dem hellen Stein stabil bleiben, wenn der dunkel gefärbte Bauklotz entfernt wird (s. Abb. 2.3). Die Anordnungen variieren hinsichtlich der Lage von geometrischer Mitte und Massenmittelpunkt.

Je nachdem, welches Urteil die Kinder abgeben, kann auf die Orientierung an geometrischer Mitte oder Massenmittelpunkt geschlossen werden. Bezogen auf eine beispielhafte Anordnung (s. Abb. 2.3, links) bedeutet dies: Vermutet ein Kind, die Anordnung „hält“, deutet das Urteil auf eine Orientierung am Massenmittelpunkt hin. Durch das Wirken der Gewichtskraft innerhalb der Auflagefläche bleibt die Anordnung stabil. Das Urteil „hält nicht“ weist hingegen auf eine Orientierung an der geometrischen Mitte hin, welche außerhalb der Auflagefläche liegt und zum falschen Urteil führt. Bei Abb. 2.3 rechts ist es hingegen so, dass die Einschätzung, die Anordnung würde nicht halten, auf eine Orientierung am Massenmittelpunkt hinweist, da dieser nicht über der Auflagefläche liegt. Das Urteil „hält“, weist bei Anordnung 2.3 rechts hingegen auf eine Orientierung an der geometrischen Mitte hin. Die Hälfte der Anordnungen bleibt stabil, wenn der dunkel gefärbte Bauklotz entfernt wird.



Abb. 2.3: Beispiel für stabile (links) und instabile Bauklotzanordnung (rechts)

20 Items ergeben sich aus fünf roten Bauklotzanordnungen, welche jeweils anders zusammengesetzt sind. Jede der roten Bauklotzanordnungen ist einmal mit ca. 25% und einmal mit 75% auf der Auflagefläche positioniert. Beide Items werden darüber hinaus zur Erhöhung der Itemanzahl gespiegelt befragt (s. Abb. 2.4).

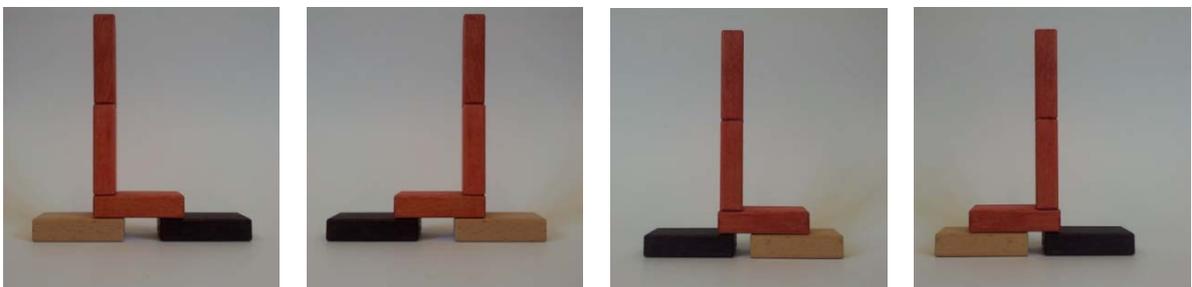


Abb. 2.4: Variationen einer roten Kombination: stabil und gespiegelt (links) und instabil und gespiegelt (rechts)

Die Itemschwierigkeiten liegen zwischen 0.21 und 0.74. Werte für interne Konsistenz (Guttman's λ) betragen für alle Items .88, für stabile Anordnungen .85 und für instabile Anordnungen .87.

Durchführung

Ein geschulter Versuchsleiter führte die Befragung in Kleingruppen mit ca. sechs Kindern durch. Einführend (nicht Teil der späteren Befragung) baute der Versuchsleiter zwei rote symmetrische (und damit nicht Teil der späteren Befragung) Anordnungen als Beispiel auf, von denen die eine hielt und die andere nicht hielt, wenn der dunkel gefärbte Bauklotz entfernt wird. Anschließend beurteilten die Kinder die Fotos der randomisierten Bauklotzanordnungen, indem sie diese durch Einkreisen (Anordnung stabil) oder Durchstreichen (Anordnung nicht stabil) in einem Antwortheft markierten (vgl. IX Anhang, Teil 2, 2.1 Antworthefte der Kinder Studie 2a). Um das Abgucken der Kinder zu verhindern, wurden zwei unterschiedliche Heftversionen verwendet, bei denen die Reihenfolge der Items variierte. Die Instruktion (vgl. IX Anhang, Teil 2, 2.2 Leitfaden zur Durchführung der Erhebung Studie 2a) bezog sich auf beide Versionen. Die Befragung dauerte ca. zehn Minuten.

2.5.3 Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt wird zunächst die Auswertungsmethode genau erläutert, bevor die Ergebnisse der einzelnen Altersstichproben aufgezeigt und zueinander in Bezug gesetzt werden. Zur besseren Einschätzung der Ergebnisse der Kinder wird dieselbe Untersuchung mit Studierenden präsentiert.

Auswertungsmethode

Für die Auswertung der Ergebnisse wird die durchschnittliche Anzahl korrekter Lösungen pro Teilstichprobe analysiert. Maximal können die Kinder 20 Bauklotzanordnungen korrekt beurteilen. Bei den erreichten Leistungen ist zu berücksichtigen, dass bei 50% das Zufallsniveau liegt, da die Kinder die Wahl zwischen zwei Antwortmöglichkeiten (Anordnung bleibt stabil, Anordnung fällt zusammen) haben.

Eine hohe Anzahl korrekter Lösungen deutet (aufgrund der entsprechend konstruierten Items) auf eine Orientierung am Massenmittelpunkt hin, eine geringe Anzahl deutet hingegen auf eine Orientierung an geometrischer Mitte hin. Auf Basis der Binomialverteilung wird als Zuordnungskriterium bestimmt, dass die Wahrscheinlichkeit, zufällig diese Anzahl an Aufgaben zu lösen, unter 10% liegt: Von einer konsistent korrekten Beantwortung der Aufgaben kann ausgegangen werden, wenn die Kinder mindestens 13 von 20 Aufgaben korrekt lösen; bei einer konsistent falschen Beantwortung lösen die Kinder maximal sieben Aufgaben korrekt. Kinder mit einer mittleren Anzahl korrekter Lösungen werden dem unklaren Antwortverhalten zugeordnet (vgl. Tab. 2.4).

Tab. 2.4 Konsistenzkriterium unter Einbezug der Binomialverteilung

Anzahl korrekter Lösungen	Konsistenzkriterium Aufgaben Binomialverteilung: Raten <10%	Hinweis auf Orientierung
Hoch	>12 korrekte Lösungen	Am Massenmittelpunkt
Mittel		Unklar
Gering	<8 korrekte Lösungen	An geometrischer Mitte

Deskriptive Auswertung

Für die Altersgruppen ergeben sich unter Anwendung des oben genannten Zuordnungskriteriums folgenden Resultate für die Beurteilung der Stabilität von Bauklotzanordnungen (vgl. Tab. 2.5): Kein Fünfjähriger erreicht eine hohe Anzahl korrekter Lösungen (über 12 , Hinweis auf Orientierung am Massenmittelpunkt) bei der Beurteilung der Stabilität von Bauklotzanordnungen. 57.14% der Fünfjährigen erreichen eine geringe Anzahl korrekter Lösungen (weniger als 8 korrekte Lösungen, Hinweis auf Orientierung an geometrischer Mitte). 10.71% der Sechsjährigen erreichen eine hohe Anzahl korrekt gelöster Aufgaben, 44.46% lösen eine geringe Anzahl korrekt. 26.98% der Siebenjährigen erreichen eine hohe Anzahl korrekter Lösungen, 31.75% lösen eine geringe Anzahl korrekt. 41.67% der Achtjährigen erreichen eine hohe Anzahl korrekter Lösungen, 25.00% lösen eine geringe Anzahl korrekt. 52.94% der Neunjährigen erreichen eine hohe Anzahl korrekter Lösungen, 20.59% lösen eine geringe Anzahl korrekt. Bei den zur besseren Einschätzung der Ergebnisse befragten Studierenden erreichen 61.29% eine hohe Anzahl korrekter Lösungen, 6.45% lösen eine geringe Anzahl korrekter Lösungen.

Tab. 2.5 Ergebnisse der Studie – prozentualer Anteil der Kinder je Antwortverhalten pro Altersgruppe

Alter in Jahren	5	6	7	8	9	Studierende
N	21	56	63	24	68	93
Geringe Anzahl korrekter Lösungen (<8 von 20 Aufgaben), Hinweis auf Orientierung an geometrischer Mitte	57.14%	44.64%	31.75%	25%	20.59%	6.45%
Mittlere Anzahl korrekter Lösungen, (inkonsistentes Antwortverhalten), Orientierung unklar	42.86%	44.64%	41.27%	33.33%	26.47%	32.26%
Hohe Anzahl korrekter Lösungen (>12 von 20 Aufgaben), Hinweis auf Orientierung am Massenmittelpunkt	0%	10.71%	26.98%	41.67%	52.94%	61.29%

Vergleich der Altersgruppen

Die die vorliegende Studie liefert in Bezug auf die Entwicklung der Fähigkeit, die Stabilität der Bauklotzanordnungen korrekt zu beurteilen, ein bedeutsames Ergebnis (vgl. Tab. 2.5): Es handelt sich um eine kontinuierliche Entwicklung (vgl. Abb. 2.5). Mit dem Alter steigt der prozentuale Anteil der Kinder, welche eine hohe Anzahl korrekter Lösungen erreichen (>12 von 20 Aufgaben, Hinweis auf Orientierung am Massenmittelpunkt), von den Fünfjährigen von 0% auf bis zu 52.94% bei den Neunjährigen (vgl. Abb. 2.5). Auch die Studierenden im Erwachsenenalter fügen sich mit 61.29% in diesen stetigen Entwicklungsverlauf ein. Der prozentuale Anteil der Kinder, die eine geringe Anzahl korrekter Lösungen erreichen (<8 von 20 Aufgaben, Hinweis auf Orientierung an geometrischer Mitte), nimmt kontinuierlich von den Fünfjährigen von 57.14% bis zu den Neunjährigen bis auf 20.59% ab. Die Studierenden im Erwachsenenalter fügen sich auch hier mit 6.45% in den kontinuierlichen Entwicklungsverlauf ein. Der prozentuale Anteil mit einer mittleren Anzahl korrekter Lösungen (unklares Antwortverhalten) ist in allen Altersgruppen etwa gleich groß (vgl. Abb. 2.5, vgl. IX Anhang, Teil 2, 2.3 Ergebnisse der Studie 2a– Anzahl korrekter Lösungen je Altersgruppe).

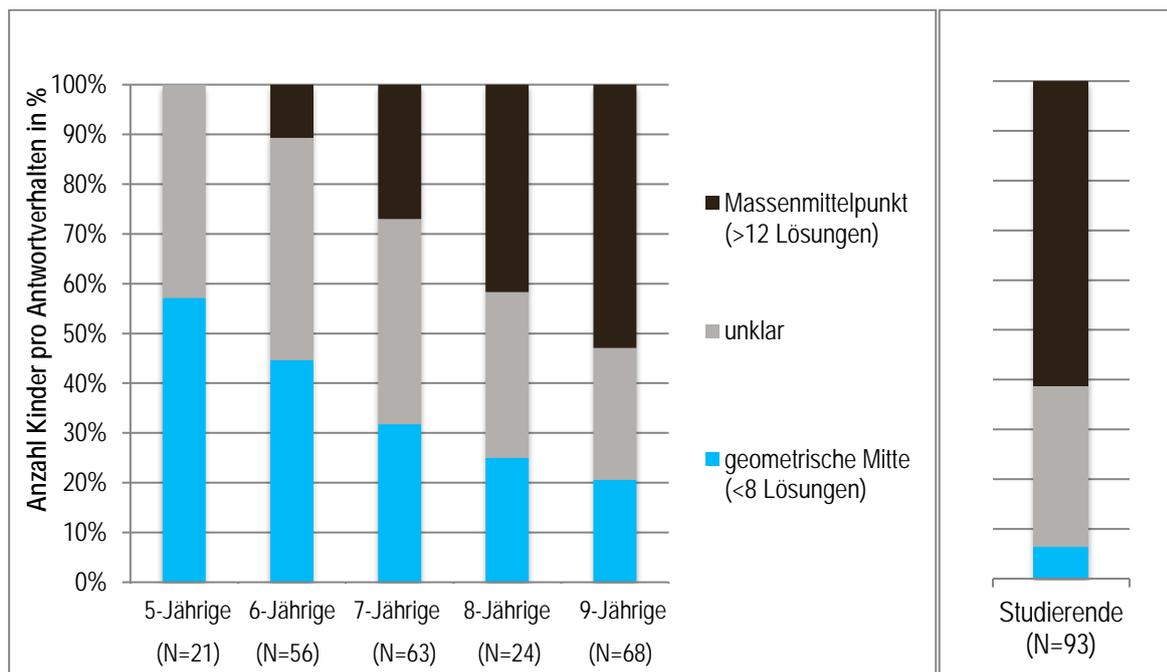


Abb. 2.5: Ergebnisse der Studie – Anzahl korrekter Lösungen je Altersgruppe

2.5.4 Diskussion und Schlussfolgerungen

Das Ziel der vorliegenden Studie bestand darin, Items zu entwickeln und zu erproben, welche einen theoretisch-fachlich validen Hinweis auf die Orientierung drei- bis neunjähriger Kinder bei der Beurteilung der Stabilität von Bauklotzanordnungen geben. Dafür wurden 20 Bauklotzanordnungen entwickelt, bei denen die Orientierung an

geometrischer Mitte oder am Massenmittelpunkt zu einem unterschiedlichen Urteil führt. Die Kinder beurteilten die Stabilität der Bauklotzanordnungen anhand von Fotos, die ihnen einzeln nacheinander präsentiert wurden. Die Studie beabsichtigte herauszufinden, ob sich die Fähigkeit, die Stabilität von Bauklotzanordnungen zu beurteilen, kontinuierlich mit dem Alter entwickelt.

Im Folgenden erfolgt zunächst die Diskussion im Hinblick auf die forschungsleitenden Annahmen und die Methode. Daran schließt sich ein Ausblick auf weitere Studien an.

Diskussion im Hinblick auf die forschungsleitenden Annahmen

Die **Annahme 2.1 (Massenmittelpunkt < geometrische Mitte < keine lösungsrelevante Dimension)** basiert hinsichtlich der verwandten Methodik (Zuordnungskriterium, asymmetrische Objekte) zu großen Teilen auf der Studie von Bonawitz et al. (2012), wengleich viele weitere Studien dieselben lösungsrelevanten Dimensionen identifizieren (geometrische Mitte, Massenmittelpunkt oder keiner lösungsrelevanten Dimension; vgl. Kap. 2.3; Bonawitz et al., 2012; Flottmann et al., 2014; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Krist, 2010; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2002; Pine & Messer, 2003). Da die Studie (Bonawitz et al., 2012) sich auf Siebenjährige bezieht, wird zunächst diese Altersgruppe fokussiert. Im Hinblick auf die **Annahme 2.1 (Massenmittelpunkt < geometrische Mitte < keiner lösungsrelevanten Dimension)** ergibt sich erwartungsgemäß, dass der kleinste Anteil der Kinder (ca. 27%) eine hohe Anzahl korrekter Lösungen erreicht, was auf eine Orientierung am Massenmittelpunkt hindeutet. Ein etwas größerer Anteil (ca. 32%) der Siebenjährigen löst eine geringe Anzahl korrekt, was auf eine Orientierung an der geometrischen Mitte hindeutet. Ein noch größerer Anteil der siebenjährigen Kinder (ca. 41%) zeigt ein inkonsistentes Antwortverhalten, wodurch unklar bleibt, woran die Kinder sich orientieren. Analog zu den Ergebnissen von Bonawitz et al. (2012) ist der Unterschied zwischen den Gruppen je Orientierung bzw. lösungsrelevanter Dimension allerdings nicht sehr groß. Insgesamt ist eine Orientierung am Massenmittelpunkt bei siebenjährigen Kindern noch kaum gegeben, weder beim handelnden Ausbalancieren (Bonawitz et al., 2012) noch bei der hier vorliegenden beobachtungsbasierten Beurteilung von Bauklotzanordnungen.

Betrachtet man die weiteren Altersgruppen im Hinblick auf die **Annahme 2.1 (Massenmittelpunkt < geometrische Mitte < keiner lösungsrelevanten Dimension)**, so ergibt sich Folgendes: Bei den Fünfjährigen ist der prozentuale Anteil der Kinder, welche eine hohe Anzahl korrekter Lösungen erreichen, zwar der kleinste (0%), aber der größte Anteil der Fünfjährigen (ca. 57%) erreicht eine niedrige Anzahl korrekter Lösungen, was auf eine Orientierung an der geometrischen Mitte hindeutet. In dieser Altersgruppe ist der

prozentuale Anteil der Kinder mit einem inkonsistenten Antwortverhalten kleiner (ca. 43%). Folglich kann die Annahme 2.1 für diese Altersgruppe nicht bestätigt werden.

Bei den Sechsjährigen ist der prozentuale Anteil der Kinder, die eine hohe Anzahl korrekter Lösungen erreichen, zwar ebenfalls der kleinste (ca. 11%), aber die anderen beiden Gruppen (Orientierung an geometrischer Mitte/unklare Orientierung) sind gleich groß (beide ca. 45%). Somit kann die Annahme 2.1. auch für diese Altersgruppe nicht bestätigt werden.

Bei den Achtjährigen und bei den Neunjährigen wird die Annahme 2.1 deutlich widerlegt. Diese beiden Altersgruppen erreichen Resultate, bei welchen der prozentuale Anteil der Kinder, welche sich am Massenmittelpunkt orientieren, der größte ist (Achtjährige: ca. 42%, Neunjährige: ca. 53%). Der prozentuale Anteil der Kinder, welche sich an der geometrischen Mitte orientieren, ist der kleinste (Achtjährige: ca. 25%, Neunjährige: ca. 21%; vgl. Tab. 2.5).

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie weisen somit darauf hin, dass sich Fünf- und Sechsjährige eher an der geometrischen Mitte orientieren, viele Acht- und Neunjährige aber bereits beide lösungsrelevanten Dimensionen in ihr Urteil einbeziehen. Diese Ergebnisse deuten erneut auf eine Entwicklung der Fähigkeit, die Stabilität von Bauklotzanordnungen korrekt zu beurteilen, hin. Es bleibt zu prüfen, wie sich die Fähigkeit mit dem Alter entwickelt.

Im Hinblick auf die **Annahme 2.2 (kontinuierliche Entwicklung mit dem Alter)** ergibt sich eine kontinuierliche Entwicklung mit dem Alter (s. Abb. 2.5). Somit kann die Annahme 2.2 als bestätigt angesehen werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stimmen damit weitgehend mit Krist (2010) sowie Krist et al. (2005) überein, stehen allerdings im Widerspruch zu anderen Studien, die einen u-förmigen Verlauf angeben (Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974) bzw. nachweisen (Bonawitz et al., 2012).

Diskussion der Methode

In der vorliegenden Studie wurden Items entwickelt und erprobt, die einen Rückschluss auf die Orientierung der Kinder zulassen. Einschränkend muss bei den Ergebnissen berücksichtigt werden, dass die Orientierung der Kinder nicht direkt gemessen wird, es bleibt eine Interpretation der Anzahl korrekter Lösungen.

Bezüglich der Auswertungsmethode ist in vielen bisherigen Studien das Zuordnungskriterium hinsichtlich der lösungsrelevanten Dimensionen nicht streng genug definiert (z. B. Pine & Messer, 1999). Durch den Einbezug der Binomialverteilung kann die Wahrscheinlichkeit des Ratens unter 10% gehalten werden, allerdings werden dann sehr viele Kinder der Kategorie „Orientierung unklar“ zugeordnet, weil ihr Antwortverhalten nicht als konsistent angesehen werden kann.

Hinsichtlich der Erhebungsmethode ist es aufgrund des fachlichen Hintergrunds notwendig, sich auf asymmetrische Items zu beschränken (vgl. Kap. 2.2). Die Itemzahl ist in dieser Studie deutlich höher als in bisherigen (z. B. Bonawitz et al., 2012). Zu diskutieren ist allerdings, ob der Abstand zwischen geometrischer Mitte und Massenmittelpunkt möglicherweise nicht groß genug ist (~1cm bei 6cm Bauklötzen). Auch über die Salienz der lösungsrelevanten Dimensionen (Abstand und Gewicht) kann diskutiert werden (vgl. Messer et al., 2008). Hier lohnt sich besonders der Vergleich zu Sieglers Balkenwaagenstudien (vgl. Siegler, 1976; 1978), welche nachweisen, dass Kinder zuerst die Gewichts- und später die Abstandsdimension bzw. die Verknüpfung beider berücksichtigen. Ein anderes Bild zeigt sich bei der vorliegenden Studie (2a). Hier beziehen die jüngeren Kinder zunächst die geometrische Mitte, also die Abstandsdimension, und erst dann den Massenmittelpunkt (Verknüpfung von Abstand und Gewicht) in ihr Urteil ein. Möglicherweise tritt die Abstandsdimension durch den roten liegenden Bauklotz mehr hervor als bei klassischen Balkenwaagenstudien (vgl. Siegler, 1976; 1978). Dieser Bauklotz ist zentral für die Entscheidung, ob die Anordnung hält. Weitere Bauklötze, die als zusätzliche Gewichte auf ihm stehen, können anschließend einbezogen werden. Diese Bauklötze können als vergleichbar mit den Gewichten in den Balkenwaagenstudien angesehen werden.

Zur weiteren Analyse des Vorwissens können schwierigkeitsbestimmende Merkmale (Symmetrie, Asymmetrie) sowie die Begründungen der Kinder untersucht werden. Die ist Forschungsgegenstand der folgenden Studien (2b und 2c).

2.6 Studie 2b: Schwierigkeitsbestimmende Merkmale Symmetrie und Asymmetrie bei zusammengesetzten Bauklotzanordnungen

Im Folgenden wird die Forschungsfrage der Studie 2b benannt sowie die forschungsleitende Annahme unter Rückgriff auf bestehende Forschungsergebnisse hergeleitet. Auf dieser Basis kann nach der Darstellung der Studie die Annahme bestätigt oder widerlegt werden.

2.6.1 Forschungsfrage und forschungsleitende Annahme

Die vorliegende Studie untersucht, wie sechs- bis siebenjährige Kinder die Stabilität von Bauklotzanordnungen beurteilen und ob die Merkmale Symmetrie und Asymmetrie die Leistungen von sechs- bis siebenjährigen Kindern bei der Beurteilung der Stabilität zusammengesetzter Bauklotzanordnungen beeinflussen.

Die Forschungsbefunde bei Einzelobjekten deuten darauf hin, dass Symmetrie und Asymmetrie der Objekte schwierigkeitsbestimmende Merkmale bei der Beurteilung des Gleichgewichts von Bauklötzen sein könnten (Krist et al., 2005; Krist, 2010; 2013). Daher wird angenommen, dass Kinder auch bei der Beurteilung der Stabilität zusammengesetzter Bauklotzanordnungen bessere Leistungen bei symmetrischen als bei asymmetrischen Anordnungen zeigen. Es wird erwartet, dass sechs- bis siebenjährige Kinder mehr symmetrische Bauklotzanordnungen korrekt beurteilen als asymmetrische.

Annahme 2.3: Symmetrie > Asymmetrie

Diese Annahme 2.3 wird mithilfe der folgenden Studie (2b) geprüft.

2.6.2 Stichprobe, Methode und Durchführung

Im folgenden Abschnitt wird die Untersuchungsmethodik der Studie 2b beschrieben, die zur Überprüfung der Forschungsfrage und Annahme 2.3 durchgeführt wurde. Zunächst werden Stichprobe, Erhebungsmethode sowie Durchführung erläutert. Anschließend werden die Ergebnisse präsentiert und diskutiert.

Stichprobe

Die Studie wurde im Stadtgebiet Münster in NRW an acht Grundschulen in 19 ersten Klassen durchgeführt. Die Daten wurden im November 2012, Januar 2013 und November 2013 erhoben. Keine Schulklasse behandelte zuvor das Inhaltsgebiet Gleichgewicht von Bauklötzen im Unterricht. Kinder wurden aus der Stichprobe ausgeschlossen, wenn mindestens eines der folgenden Kriterien auf sie zutraf: Extremwert in Bezug auf das Alter, kognitive Fähigkeiten, Sprachverständnis oder zu viele fehlende Werte (z. B. aufgrund einer unvollständigen Teilnahme an der Befragung). Die verbleibende Stichprobe umfasst $N = 274$ Kinder (Alter in Jahren: $M = 6.6$, ($SD = .3$), $Min = 5.7$, $Max = 7.7$; 47% weiblich).

Erhebungsmethode

Soll in einem weiteren Schritt die Entwicklung der Vorstellungen zum Gleichgewicht von Kindern untersucht werden (Studie 3), wird ein Erhebungsinstrument benötigt, welches die Vorstellungen von Kindern angemessen abbildet. Es ist wichtig, dass die Kinder noch nicht alle Aufgaben korrekt lösen, sondern im Rahmen der Untersuchung auch der Fortschritt der Kinder erfasst werden kann. Ein solches Erhebungsinstrument wurde bereits im Rahmen dieser Dissertation entwickelt (s. Teil 1 dieser Dissertation, Kap. 1.8, Test ohne Vergleichsmöglichkeit, ohne Sprache). Ein vergleichbarer Test fand im Rahmen dieser Untersuchung (Studie 2b) zur detaillierteren Analyse des Vorwissens Verwendung.

Kinder betrachten nacheinander zehn Fotos (schwarz-weiß) mit je einer Bauklotzanordnung. Sie beurteilen, ob die Anordnung stabil bleibt, wenn ein bestimmter dunkel gefärbter Bauklotz entfernt wird. Die Anordnungen variieren hinsichtlich ihrer Stabilität und ihrer Symmetrie (vgl. Abb. 2.6).

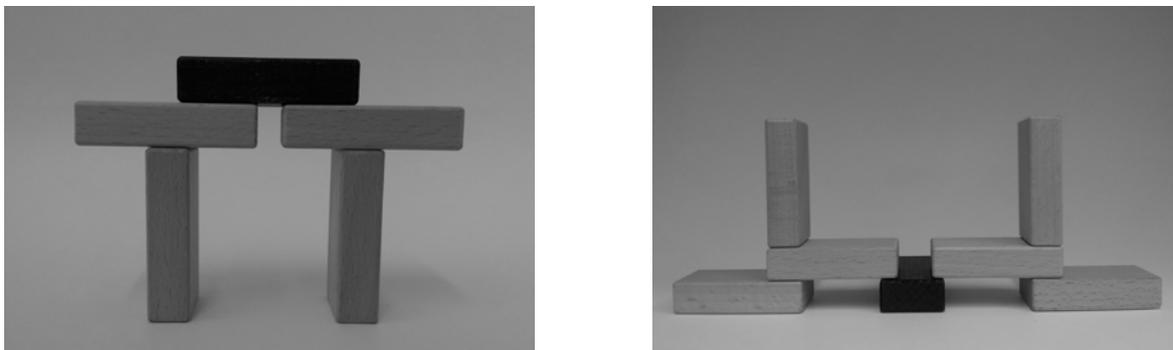


Abb. 2.6: Beispiel für stabile (links) und instabile Anordnungen (rechts)

Symmetrisch oder asymmetrisch ist der weiß umrandete Teil der zusammengesetzten Bauklotzanordnungen (vgl. Abb. 2.7 und 2.8). Dargestellt in blau ist die Auflagefläche, welche zur Beurteilung der Stabilität einbezogen werden muss (vgl. Abb. 2.7 und 2.8). Einige Anordnungen sind von zwei Seiten spiegelbildlich aufgebaut (vgl. zweite Anordnung von links in Abb. 2.7 und 2.8); dadurch entsteht Aufgabenvariabilität. Werte für die interne Konsistenz (Guttmans λ) betragen für symmetrische Anordnungen .559 und für asymmetrische .560.

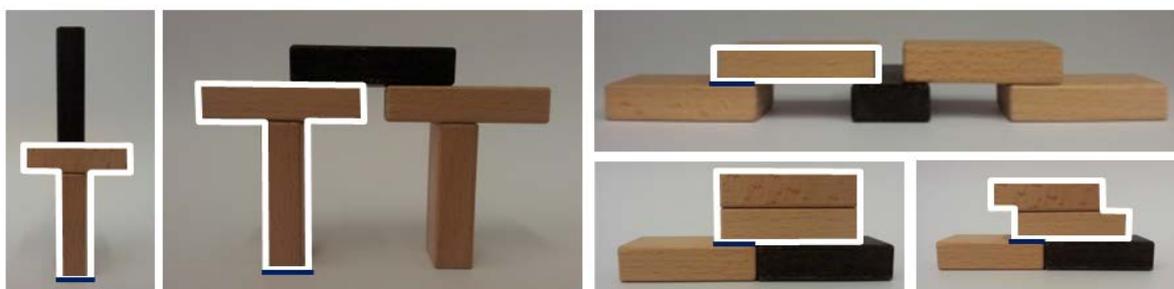


Abb. 2.7: Symmetrische Anordnungen

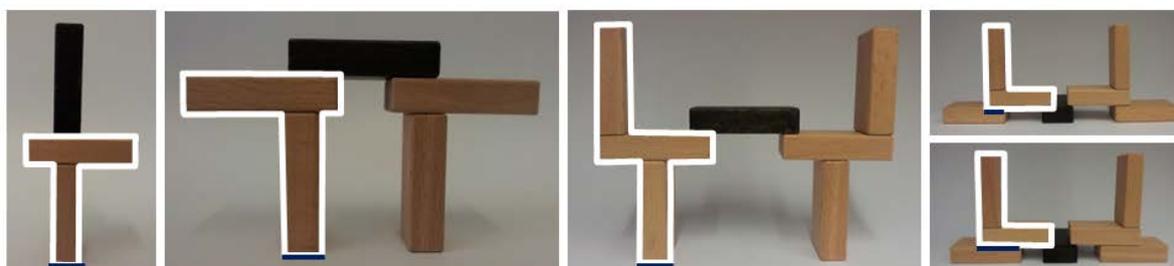


Abb. 2.8: Asymmetrische Anordnungen

Geschulte Versuchsleiter führten die Befragung, eingebettet in eine 15-minütige Untersuchung, mit Gruppen von ca. acht Kindern durch (vgl. IX Anhang, Teil 2, 2.4 Leitfaden zur Durchführung der Befragung Studie 2b). Einführend (nicht Teil der späteren

Befragung) baute der Versuchsleiter eine Anordnung auf, die hielt, wenn der dunkel gefärbte Bauklotz entfernt wird, und eine, die nicht hielt. Anschließend beurteilten die Kinder die Fotos der Bauklotzanordnungen, indem sie diese durch Einkreisen (Anordnung stabil) oder Durchstreichen (Anordnung instabil) markierten (vgl. IX Anhang, Teil 2, 2.5 Antworthefte der Kinder Studie 2b). Um das Abgucken der Kinder zu verhindern, wurden zwei Heftversionen verwendet, bei denen die Reihenfolge der Fotos variierte. Die Instruktion bezog sich auf beide Versionen.

Neben der Befragung zur Stabilität der Bauklotzanordnungen wurden zwei Module (Labyrinth, Matrizen) des CFT1 (Cattel, Weiß & Osterland, 1997) durchgeführt und eine Einschätzung der Sprachfähigkeit der Kinder vonseiten der Lehrperson vorgenommen (vgl. IX Anhang, Teil 1, 1.1 Fragebogen zur Sprachfähigkeitserfassung).

2.6.3 Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt werden zunächst die zur Auswertung herangezogenen Werte benannt. Anschließend werden die Ergebnisse präsentiert, um auf dieser Basis in der Diskussion die Annahme 2.3 bestätigen oder widerlegen zu können.

Auswertungsmethode

Für die Ergebnisse wird die durchschnittliche Anzahl korrekter Lösungen analysiert. Maximal können die Kinder zehn Bauklotzanordnungen (fünf symmetrische und fünf asymmetrische) korrekt beurteilen. Bei den erreichten Leistungen ist zu berücksichtigen, dass bei 50% das Zufallsniveau liegt, da die Kinder die Wahl zwischen zwei Antwortmöglichkeiten (Anordnung stabil, Anordnung fällt zusammen) haben. Bei Tests bezüglich der Signifikanz sind alle p zweiseitig getestet mit dem Signifikanzniveau $\alpha=0.05$. Darüber hinaus werden die Itemschwierigkeiten (Verhältnis Anzahl richtiger Löser zu Anzahl der Probanden insgesamt) analysiert. Eine Aufgabe kann als leicht angesehen werden, wenn prozentual von der befragten Gruppe sehr viele Kinder eine Aufgabe korrekt lösen. Als schwierig wird eine Aufgabe eingestuft, wenn prozentual von der gesamten Gruppe sehr wenige Kinder eine Aufgabe korrekt lösen.

Deskriptive Auswertung

Es ergeben sich die folgenden Resultate (vgl. Abb. 2.9). Die Kinder beurteilen durchschnittlich 6.80 ($SD = 1.44$) von zehn Anordnungen korrekt. Von fünf symmetrischen Anordnungen beurteilen die Kinder durchschnittlich 4.29 ($SD = .97$) korrekt, bei asymmetrischen Anordnungen liegt der Wert bei 2.51 ($SD = 1.24$).

Auswertung in Bezug auf das Zufallsniveau

Bezogen auf alle zehn Bauklotzanordnungen unterscheiden sich die Leistungen der Kinder signifikant vom Zufallsniveau (50%) ($t(273) = 20.669, p < .001, d = 1.77$). Auch für die symmetrischen Bauklotzanordnungen unterscheiden sich die Leistungen der Kinder signifikant vom Zufallsniveau (50%) ($t(273) = 30.283, p < .001, d = 2.59$). Bei den asymmetrischen Bauklotzanordnungen zeigen die Kinder bei der Beurteilung Leistungen auf Zufallsniveau (50%) ($t(273) = .146, p = .884, d = .01$) (vgl. Abb. 2.9).

Im Vergleich zeigt sich, dass die Kinder bei symmetrischen Bauklotzanordnungen signifikant bessere Leistungen zeigen als bei asymmetrischen ($t(273) = 17.195, p < .001, d = 1.59$) (vgl. Abb. 2.9).

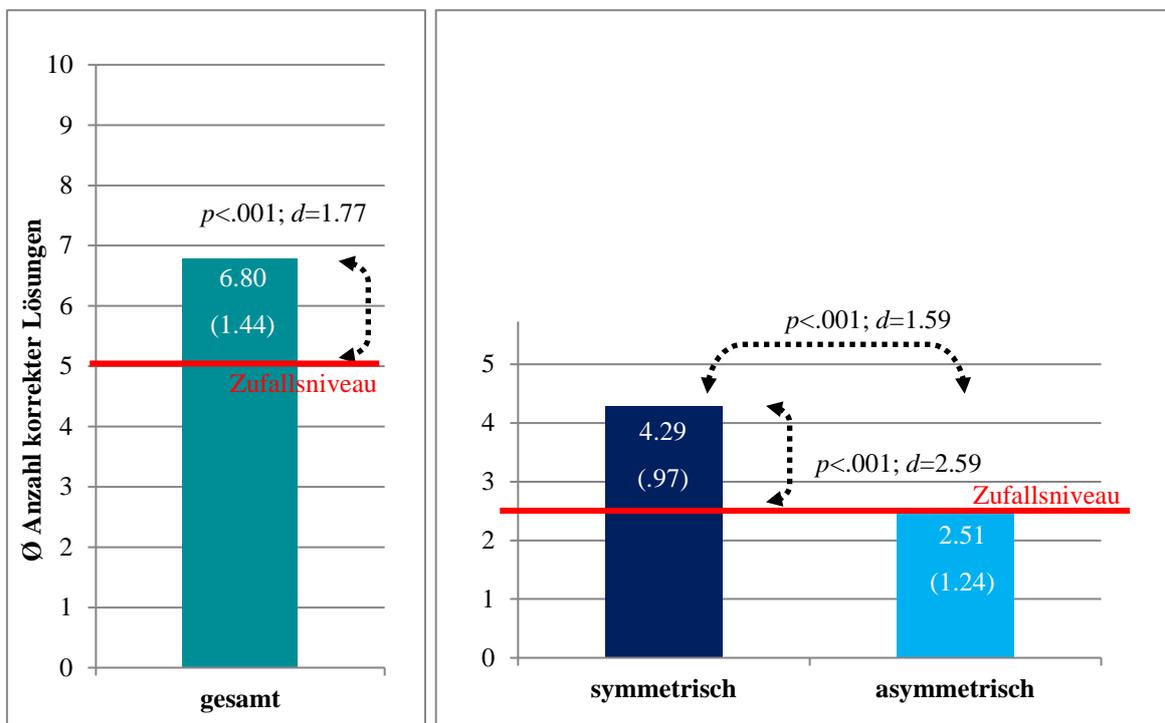
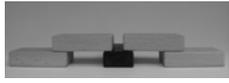
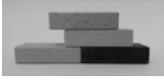
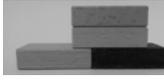


Abb. 2.9: Ergebnisse der Studie – Anzahl korrekter Lösungen für symmetrische und asymmetrische Anordnungen

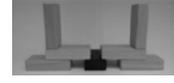
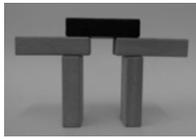
Itemschwierigkeiten

Für symmetrische Anordnungen ergeben sich Itemschwierigkeiten zwischen .75 und .92 (vgl. Tab. 2.6). Für asymmetrische Anordnungen ergeben sich Itemschwierigkeiten zwischen .25 und .93 (vgl. Tab. 2.7).

Tab. 2.6: Itemschwierigkeiten symmetrischer Anordnungen (von schwierig nach leicht):

Symmetrische Anordnung					
Itemschwierigkeit	.757	.892	.911	.915	.922

Tab. 2.7: Itemschwierigkeiten asymmetrischer Anordnungen (von schwierig nach leicht):

Asymmetrische Anordnungen					
Itemschwierigkeit	.252	.419	.491	.577	.934

2.6.4 Diskussion und Schlussfolgerung

Das Ziel der vorliegenden Studie (2b) bestand darin, herauszufinden, ob die Merkmale Symmetrie und Asymmetrie die Leistungen von sechs- bis siebenjährigen Kindern bei der Beurteilung der Stabilität zusammengesetzter Bauklotzanordnungen beeinflussen. Dafür wurden den Kindern einzelne Fotos der Bauklotzanordnungen nacheinander präsentiert.

Es folgt zunächst die Diskussion im Hinblick auf die forschungsleitende Annahme 2.3 und die Methode. Daran schließen sich Schlussfolgerungen für die weiteren Studien (2c und 3) an.

Mit dieser Studie konnten die Ergebnisse von Untersuchungen bezogen auf Einzelobjekte repliziert werden (Krist et al., 2005; Krist, 2010). Sowohl die deskriptive Auswertung unter Berücksichtigung des Zufallsniveaus als auch die sich daraus ergebenden Itemschwierigkeiten liefern Hinweise dafür, dass die **Annahme 2.3 (Symmetrie > Asymmetrie)**, d. h. Kinder zeigen bessere Leistungen bei symmetrischen als bei asymmetrischen Bauklotzanordnungen, als bestätigt angesehen werden kann. Somit können Symmetrie und Asymmetrie auch bezogen auf zusammengesetzte Objekte als schwierigkeitsbestimmende Merkmale betrachtet werden, welche die Leistung von Kindern beeinflussen. Es zeigt sich kein eindeutiger Schwierigkeitsgrad. Symmetrische Anordnungen sind für die Kinder somit eher leicht zu lösen. Es gibt bei den asymmetrischen Anordnungen einige, die leicht, aber auch einige, die schwer zu lösen sind. Allerdings kann das Item mit dem Schwierigkeitsgrad .934 als Ausreißer verstanden werden, da alle anderen asymmetrischen Items schwieriger sind als die symmetrischen. Fragwürdige Werte für Guttman's Lambda weisen allerdings darauf hin, dass Kinder die Kategorien nicht klar getrennt voneinander wahrnehmen.

Zur Erlangung detaillierter Kenntnis über die schwierigkeitsbestimmenden Merkmale können auch die Begründungen von Kindern hinsichtlich ihrer Vorstellungen herangezogen werden. Die Begründungen von Kindern stehen im Fokus der folgenden Studie (2c).

2.7 Studie 2c: Begründungen von Vorstellungen

Im Folgenden wird die Forschungsfrage der Studie 2c benannt sowie die forschungsleitende Annahme unter Rückgriff auf bestehende Forschungsergebnisse hergeleitet. Auf dieser Basis kann nach der Darstellung der Studie die Annahme bestätigt oder widerlegt werden.

2.7.1 Forschungsfrage und forschungsleitende Annahme

Die vorliegende Studie untersucht, wie vier- bis achtjährige Kinder ihr Urteil hinsichtlich der Stabilität symmetrischer und asymmetrischer Bauklotzanordnungen begründen. Die bisherigen Befunde identifizieren bei der Erforschung der Begründungen von Kindern erste Orientierungspunkte, wie z. B. *Mitte*, *Abstand* oder *Gewicht* (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2007). Bisherige Studien ergeben sehr variierende Werte für den Anteil der Kinder, welche mit der Mitte, dem Abstand oder dem Gewicht begründen.

In der Studie 2b wurde nachgewiesen, dass Symmetrie und Asymmetrie als schwierigkeitsbestimmende Merkmale gelten können (vgl. Kap. 2.6). Da bei symmetrischen Bauklotzanordnungen geometrische Mitte und Massenmittelpunkt übereinstimmen, können Mitte bzw. Abstand als Begründungen für diese Anordnungen herangezogen werden. Bei asymmetrischen Bauklotzanordnungen weicht der Massenmittelpunkt zu der Seite mit mehr Masse ab (für eine detaillierte Erklärung vgl. Kap. 2.2), sodass nur der Massenmittelpunkt als Begründung herangezogen werden kann. Kinder würden in diesem Fall als Begründung sowohl mit dem Gewicht als auch mit dem Abstand argumentieren.

Weil Kinder bei der Beurteilung symmetrischer Bauklotzanordnungen bessere Leistung zeigen als bei asymmetrischen, wird angenommen, dass der größere prozentuale Anteil der vier- bis achtjährigen Kinder die Mitte bzw. den Abstand statt das Gewicht bzw. Gewicht in Verbindung mit dem Abstand als Begründung dafür nennen, warum die Bauklotzanordnung hält oder zusammenfällt. Dies zeigt sich auch in der Studie von Pine und Messer (1999, Experiment 1). Die Studie von Bonawitz et al. (2012) liefert in dieser Hinsicht kein eindeutiges Ergebnis. Bezüglich der Häufigkeiten der Nennungen zeigt sich in der Studie von Pine et al. (2007), dass Kinder das Gewicht am häufigsten nennen. Diese widersprüchlichen Ergebnisse führen dazu, dass die Annahme nicht abschließend empirisch fundiert werden kann. Dennoch wird angenommen, dass die Kinder eher mit dem Abstand argumentieren, da die Erhebung bildbasiert stattfindet und der Abstand auf den Bildern möglicherweise eher wahrnehmbar ist als das Gewicht.

Annahme 2.4: Mitte/Abstand > Gewicht bzw. Gewicht x Abstand

Diese Annahme 2.4 wird mithilfe der folgenden Studie (2c) geprüft.

2.7.2 Stichprobe, Methode und Durchführung

Im folgenden Abschnitt wird die Untersuchungsmethodik der Studie 2c dargestellt, die zur Überprüfung der Forschungsfrage und Annahme 2.4 durchgeführt wurde. Zunächst werden Stichprobe, Erhebungsmethode und Durchführung sowie die Auswertungsmethode beschrieben. Anschließend werden die Ergebnisse dargelegt und diskutiert.

Stichprobe

Die Studie wurde in NRW an vier Kindergärten und Grundschulen in vier Gruppen bzw. Klassen durchgeführt. Die Daten wurden im Dezember 2013 und Februar 2014 erhoben. Keine Lerngruppe behandelte zuvor das Thema Gleichgewicht von Bauklötzen im Unterricht. Kinder wurden aus der Stichprobe ausgeschlossen, wenn mindestens eines der folgenden Kriterien auf sie zutraf: Extremwert in Bezug auf Alter, kognitive Fähigkeiten, Sprachverständnis oder zu viele fehlende Werte (z. B. aufgrund einer unvollständigen Teilnahme an der Befragung). Die verbleibende Stichprobe umfasst insgesamt $N = 25$ Kinder (Alter in Jahren: $M = 6.6$ ($SD = .99$), $Min = 4.25$, $Max = 7.92$; 48% weiblich).

Durchführung

Die Kinder betrachten nacheinander vier Bauklotzanordnungen und erhalten eine kurze Beschreibung ebendieser (vgl. IX Anhang, Teil 2, 2.6 Leitfaden zur Durchführung der Befragung Studie 2c). Sie beurteilen, ob die Bauklotzanordnungen stabil bleiben, wenn ein bestimmter dunkel gefärbter Klotz entfernt wird. Anschließend stellt der Versuchsleiter dem Kind die Frage, warum die Bauklotzanordnung hält bzw. nicht hält (je nach Antwort des Kindes in der vorherigen bildbasierten Testung). Ggf. wird mit ähnlichen Anschlussfragen wiederholt nachgefragt, um tieferen Einblick in die Begründung des Kindes zu bekommen. Mit zusätzlich vor den Anordnungen liegenden Fotos wird eine zweite Möglichkeit gegeben, worauf die Kinder sich bei ihrer Erklärung beziehen können. Die Anordnungen variieren hinsichtlich der Lage der geometrischen Mitte und des Massenmittelpunkts (vgl. Abb. 2.10).

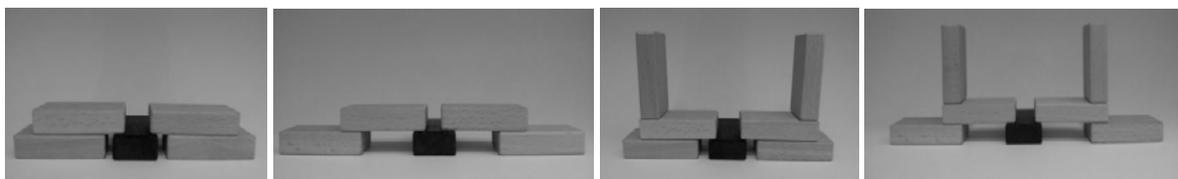


Abb. 2.10: Jeweils zwei symmetrische (links) und asymmetrische (rechts) Bauklotzanordnungen, wobei jeweils die linke Anordnung stabil bleibt und die rechte nicht.

Geschulte Versuchsleiter führten die Befragung mit den Kindern einzeln durch (vgl. IX Anhang, Teil 2, 2.6 Leitfaden zur Durchführung der Befragung Studie 2c). Anordnungen und Fotos standen aufgebaut bereit, waren aber noch abgedeckt. Die bildbasierte Befragung dauerte ca. zehn Minuten (vgl. IX Anhang, Teil 2, 2.7 Antworthefte der Kinder Studie 2c),

das anschließende Erfragen der Begründungen dauerte pro Kind etwa fünf Minuten und wurde auf Video aufgezeichnet.

Kodierung und Auswertungsmethode

Die Begründungen der Kinder werden anschließend in Anlehnung an bisherige Studien kodiert (Bonawitz et al., 2012; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2007; vgl. Kap 2.3.3). 100 Aussagen von Kindern werden den Kategorien *andere*, *Mitte*, *Gewicht* und *Abstand* zugeordnet (vgl. Tab. 2.8). Doppelkodiert wird in 25% der Fälle. Für die Interraterreliabilität ergibt sich 83% Übereinstimmung (Kappa .731).

Tab. 2.8: Kodierungsschema

Kodierung	Mitte/Abstand	Gewicht	Abstand x Gewicht	andere
Ankerbeispiel	Es ist wichtig, den Klotz in der Mitte zu platzieren. Auf dieser Seite ist mehr vom Klotz als auf der anderen.	Es ist auf beiden Seiten gleich schwer.	Es steht zwar weit über, aber der Klotz drückt hinten noch darauf.	Ich weiß es nicht.

Auf Basis der Binomialverteilung wird als Kriterium bestimmt, dass die Wahrscheinlichkeit, zufällig diese Aufgaben zu begründen, unter 10% liegt. Von einer konsistenten Begründung kann ausgegangen werden, wenn Kinder bei mindestens drei von vier Aufgaben der gleichen Kategorie zugeordnet wurden.

2.7.3 Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse präsentiert, um auf dieser Basis in der Diskussion die Annahme 2.4 bestätigen oder widerlegen zu können.

Die Auswertung des prozentualen Anteils der Kinder ergibt, dass 52% der Kinder mit der Mitte bzw. dem Abstand, 8% der Kinder mit Gewicht und 12% der Kinder mit einer Verknüpfung aus Abstand und Gewicht begründen. Kein konsistentes Antwortverhalten zeigen 28% der Kinder (vgl. Tab. 2.9).

Tab. 2.9: Prozentualer Anteil der Kinder pro Vorstellung

N = 25; Alter in Jahren: $M = 6.6$ ($SD = .99$), $Min = 4.25$, $Max = 7.92$				
Kodierung	Mitte/Abstand	Gewicht	Abstand x Gewicht	kein konsistentes Antwortverhalten
Kinder in %	52	8	12	28

2.7.4 Diskussion und Schlussfolgerung

Das Ziel der vorliegenden Studie (2c) bestand darin, herauszufinden, wie vier- bis achtjährige Kinder ihr Urteil hinsichtlich der Stabilität symmetrischer und asymmetrischer Bauklotzanordnungen begründen. Dafür wurden 25 Kindern aufgebaute Bauklotzanordnungen und Fotos ebendieser nacheinander präsentiert, anschließend stellte der Versuchsleiter dem Kind die Frage, warum die Bauklotzanordnung hält bzw. nicht hält.

Es folgt zunächst die Diskussion im Hinblick auf die forschungsleitende Annahme 2.4 und die Methode. Daran schließen sich Schlussfolgerungen für die Studie 3 an.

Bezogen auf die **Annahme 2.4 (Mitte/Abstand > Gewicht bzw. Gewicht x Abstand)**, dass ein größerer prozentualer Anteil der Kinder mit der Mitte/dem Abstand argumentieren gegenüber dem Anteil der Kinder, welche mit dem Gewicht bzw. einer Verknüpfung aus Gewicht und Abstand argumentieren, gelangt diese Studie (2c) zu ähnlichen Ergebnissen wie die Studie von Pine und Messer (1999). Auch die Forschungsbefunde bezüglich der schwierighkeitsbestimmenden Merkmale Symmetrie bzw. Asymmetrie stehen mit den vorliegenden Ergebnissen im Einklang (Krist, 2010): Für das erfolgreiche beurteilen symmetrischer Objekte reicht der Einbezug der Abstanddimension, während bei asymmetrischen Objekten die Verknüpfung von Abstands- und Gewichtsdimension einbezogen werden muss. Somit stimmen Krist (2010) Ergebnisse, dass drei- bis sechsjährige Kinder mehr symmetrische Objekte richtig beurteilen mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie zu vier- bis achtjährigen Kindern, bei denen die Hälfte mit der Mitte begründet (52%) und nur wenige Kinder mit einer Verknüpfung aus Abstand und Gewicht (12%) argumentieren, überein. Die Werte für die Kategorie Gewicht weichen von der Studie von Pine et al. (2007) weit ab, wobei dies an der unterschiedlichen Auswertungsmethode (bezogen auf die Häufigkeit der Nennung oder auf den prozentualen Anteil der Kinder) liegen kann. Somit kann die **Annahme 2.4 (Mitte/Abstand > Gewicht bzw. Gewicht x Abstand)** als bestätigt angesehen werden.

Das Ausbalancieren eines Objektes auf einer Leiste regt Kinder evtl. eher dazu an, diese in die Mitte zu legen, als bei der Beurteilung einer Bauklotzanordnung die Mitte als Grund anzugeben.

Zu berücksichtigen ist jedoch, dass es sich nur um eine explorative Studie handelt, mit wenigen Probanden. Auch die Altersspanne ist zu groß, um konkrete Rückschlüsse treffen zu können im Hinblick auf hinter den Begründungen stehende Konzepte. Diese Studie ermöglicht es, Begründungen von Kindern als weiteren Ausgangspunkt für die Entwicklung von Unterricht einzubeziehen.

2.8 Ausblick auf weitere Studien

Die Ergebnisse dieser Studien (2a, 2b und 2c) weisen darauf hin, dass es sich lohnen könnte, **Lernangebote zu entwickeln**, welche die Unterscheidung von geometrischer Mitte und Massenmittelpunkt herausfordern (s. Kap. III Fazit). Dies ist für den Sachunterricht in der Grundschule relevant, da das Wissen zum Massenmittelpunkt für verschiedene Themen des Lehrplans eine Rolle spielt (z. B. Gleichgewicht, Brücken, Türme). Ein Ziel kann hier sein,

die **Entwicklung von Vorstellungen zum Gleichgewicht anzuregen** (vgl. Teil 3 dieser Dissertation). Auf der Basis der Kenntnis der schwierigkeitsbestimmenden Merkmale (vgl. z. B. Studie 2b) sowie der vorhandenen Vorstellungen (vgl. Kap. 2.3) kann der Versuch unternommen werden, die Umstrukturierung der Vorstellungen anzuregen (Stern, 2006). Im Hinblick auf die Erforschung der Entwicklung der Vorstellungen (Studie 3) kann die kindliche Wortwahl bei den Begründungen bei den verbalen Unterstützungsmaßnahmen in der Lerneinheit berücksichtigt werden. Darüber hinaus ist es sinnvoll, insbesondere die schwierigen Items in der Befragung und der spielbasierten Intervention aufzunehmen, damit eine mögliche Entwicklung erfasst werden kann. Es können verschiedene Interventionen gegenübergestellt werden, so hat sich z. B. der Einbezug von Vergleichsmöglichkeiten oder Sprache bei der Erfassung der Vorstellungen als Prädiktor erwiesen (vgl. Teil 1 dieser Dissertation). Auch ein **systematischer Vergleich verschiedener Erhebungsmethoden** (Ausbalancieren, beobachtungsbasierte Beurteilung bzw. Bauklötze, Balkenwaage) wäre interessant.

Teil 3: Gleichgewicht als Lerngegenstand in der Schuleingangsphase: Ein Vergleich verschiedener Unterstützungsmaßnahmen

3.1 Einleitung

Statik als Teilgebiet der Mechanik, das sich mit dem Gleichgewicht von Kräften beschäftigt, bietet für den naturwissenschaftlich-technischen Unterricht der Schuleingangsphase einen geeigneten Lerngegenstand, der sowohl die Erlebniswelt von Kindern berücksichtigt (z. B. Bauen mit Bauklötzen) als auch das Bearbeiten wichtiger Lernziele erlaubt. Beim Bauen mit Bauklötzen sammeln Kinder bereits früh Erfahrungen mit Aspekten der Stabilität von Bauwerken, wie z. B. Kräfteverteilung, Standfestigkeit sowie Gleich- und Gegengewicht. Das Bearbeiten solcher Kompetenzen wird auch in curricularen Vorgaben gefordert (z. B. Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW, 2008; Ministerium für Schule, Jugend und Kinder des Landes NRW, 2003). Obwohl es verschiedene Studien und Praxisratgeber gibt, die den fachübergreifenden Lerngehalt vom Bauen mit Bauklötzen hervorheben (Adams & Nesmith, 1996; Bullock, 1992; Cartwright, 1988; Casey et al., 2008; Chalufour & Worth, 2004; Einsiedler, 1985; 1999; Hanline, Milton & Phelps, 2010; Hensel, 1977; MacDonald, 2001; Montopoli, 1999; Pfitzner, 1994; Provenzo & Brett, 1984; Rogers, 1985; Sarama & Clements, 2009; Trautmann, Trautmann & Lee, 2011; Wellhausen & Kieff, 2001; Wolfgang & Stakenas, 1985), ist das Verständnis von Kindergarten- und Grundschulkindern bezüglich der Stabilität von Bauwerken bisher aus sachunterrichtlicher Perspektive kaum erforscht.

Entwicklungspsychologische Forschung zeigt, dass sich frühe Intuitionen über Gleichgewicht stark während des Kleinkindalters verändern und diese Prozesse bei Schulbeginn noch nicht abgeschlossen sind (vgl. Krist, 2010). Kindern zwischen drei und neun Jahren gelingt das Ausbalancieren von Bauklötzen mit kontinuierlichem, altersabhängigem Leistungszuwachs. Handelnd fällt dies Kindern bei symmetrischen Bauklötzen leichter als bei asymmetrischen (Krist, Horz & Schönfeld, 2005). Kinder mit fast sieben Jahren richten asymmetrische Bauklötze an der geometrischen Mitte aus, während Kinder mit siebeneinhalb Jahren den Massenmittelpunkt berücksichtigen (Bonawitz et al., 2012). Vergleichbare Befunde lassen sich bei der beobachtungsbasierten Einschätzung von Bauklötzeanordnungen wiederfinden (Krist, 2010).

Ziel von Unterricht ist das Wissen von Kindern zu entwickeln. Inwieweit in einem unterrichtlichen Kontext das Lernen von Kindern bezüglich der Stabilität von Bauklötzebauwerken angeregt werden kann, ist bisher selten Gegenstand der Forschung.

Einige wenige Studien liefern erste Hinweise darauf, dass es möglich sein könnte, das Lernen in diesem Bereich mit einer kurzen Intervention anzuregen (Murphy & Messer, 2000; Peters, Davey, Messer & Smith, 1999; Pine, Messer & Godfrey, 1999; Pine, Messer & John, 2002; Pine & Messer, 2003; Pine, Lufkin & Messer, 2004).

Zur Anregung der Entwicklung des Wissens werden im Unterricht Unterstützungsmaßnahmen eingesetzt. Dabei hat sich einerseits das Vergleichen als wirksame Maßnahme zur Förderung des Lernens herausgestellt (Namy & Gentner, 1999), andererseits können unterschiedliche Repräsentationsformen für das Lernen genutzt werden (Bruner, 1967).

Die vorliegende Studie untersucht den Wissensstand und die Entwicklung des Wissens sechs- bis siebenjähriger Kinder zum Gleichgewicht im Kontext von Bauklötzen. Ziel der Studie ist ein systematischer Vergleich verschiedener Unterstützungsmaßnahmen. Mithilfe von Handlungen am Material, Bildern und sprachlichen Impulsen als unterschiedliche Bedingungen der spielbasierten Intervention sollen Kinder angeregt werden, die Bauklötzeanordnungen bezüglich ihrer Stabilität miteinander zu vergleichen und einzuschätzen. Zur genauen Bestimmung der Lernausgangslage werden in zwei Vorstudien die schwierigkeitsbestimmenden Merkmale und die Begründungen von Kindern bezüglich der Stabilität von Bauwerken analysiert.

Im dem folgenden Teil der Dissertation werden zuerst als kurze theoretische Grundlage die Grundzüge von diSessas *Knowledge-in-pieces-Theorie* (1983; 1988; 1993) zur Entwicklung von Wissen dargelegt und anschließend der fachliche Hintergrund zum Gleichgewicht von Bauklötzen beschrieben. Daran schließen sich Ausführungen an zu vorliegenden Vorstellungen bei Kindern hinsichtlich des Gleichgewichts von Bauklötzen, wobei diese nur kurz aufgezeigt werden (für eine ausführliche Beschreibung s. Teil 1 dieser Dissertation). In diesem Teil der Dissertation liegt der Schwerpunkt auf der Entwicklung des Wissens. Es werden konkrete Maßnahmen aufgezeigt, mit welchen ein Wissenszuwachs angeregt und unterstützt werden kann.

3.2 Vom Phänomen zum Lerngegenstand

Vorstellungen von Kindern beziehen sich auf ein Phänomen. Für ein wissenschaftlich angemessenes Verständnis eines Phänomens bedürfen sie einer Umstrukturierung. Im folgenden Abschnitt werden Grundlagen in Bezug auf die Ausgangslage sowie die Umstrukturierung der Vorstellungen von Kindern gegeben. Die Ausführungen beziehen sich auf diSessas *Knowledge-in-pieces-Theorie* (1983; 1988; 1993).

Beim Bauen mit Bauklötzen sammeln Kinder bspw. Erfahrungen zum Gleichgewicht. Sie beobachten z. B., dass ein Bauklotz von einem anderen herunterfällt, wenn dieser zu weit übersteht. Bei Eintritt in die Schuleingangsphase liegen bei Kindern viele Vorstellungen vor (vgl. diSessa, 1983; 1988; 1993). Vorstellungen können z. B. daraus bestehen, dass das Gewicht eines Bauklotzes oder der Abstand, wie weit ein Bauklotz über einen anderen übersteht. Eine Vorstellung zum Abstand ist bspw. „der Bauklotz fällt herunter, wenn er weiter als bis zur Mitte übersteht“.

Für ein wissenschaftlich angemessenes Verständnis eines Phänomens werden Vorstellungen modifiziert sowie abstrahiert und dadurch mit der Zeit in komplexe, anschlussfähige kognitive Strukturen eingebunden (diSessa, 1983; 1988; 1993). Diese Umstrukturierung ist ein aktiver Lernprozess und muss von den Kindern selbst vorgenommen werden (vgl. Piaget & Inhelder, 1972; Möller, 1999). Lehrpersonen und Pädagogische Fachkräfte können diese Umstrukturierung anregen und unterstützen, indem sie zu Phänomenen, wie z. B. dem Gleichgewicht von Bauklötzen, Lernangebote von hoher Qualität arrangieren. Die Gestaltung von Lernsituationen erfordert eine genaue Analyse des Lerngegenstands im Hinblick auf den fachlichen Hintergrund sowie den Einbezug des Vorwissens der Kinder (Stern, 2006).

Daher wird im Folgenden zunächst kurz der fachliche Hintergrund zum Gleichgewicht von Bauklötzen beschrieben. Daran schließen sich Ausführungen an zu vorliegenden Vorstellungen von Kindern zum Thema Gleichgewicht von Bauklötzen.

3.3 Fachlicher Hintergrund: Gleichgewicht von Bauklötzen

Zu der genauen Analyse eines Lerngegenstandes gehört neben der Analyse des Vorwissens der Kinder die Klärung des fachlichen Hintergrunds. Daher ist das Gleichgewicht von Bauklötzen Gegenstand des folgenden Abschnitts.

Vorstellungen zu dem Phänomen Gleichgewicht können eingeteilt werden in Vorstellungen höherer Ordnung und Subaspekten. Zum Beispiel können Kinder eine Vorstellung zum Hebelgesetz und Vorstellungen zu seinen Subaspekten (Gewicht, Abstand) haben. Für solche Klassen von Vorstellungen ist die Bezeichnung jedoch nicht immer gleich: Als *geometrische Mitte* wird im Folgenden (in Anlehnung an Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Bonawitz, van Schijndel, Friel & Schulz, 2012) die vertikale Achse bezeichnet, welche die Grundfläche eines Objekts halbiert. Somit wird die geometrische Mitte bezogen auf die Länge eines Objekts über zwei Abstände definiert, sodass diese Vorstellungen zu der Klasse *Abstand* gehört.

Für das Gleichgewicht eines Objekts (z. B. hölzerner Bauklotz) auf einer Auflagefläche ist die Lage der Gewichtskraftwirkungslinien (vgl. Abb. 3.1, rote Pfeile) entscheidend, welche am Massenmittelpunkt (vgl. Abb. 3.1, hellgrauer Punkt) ansetzt (Gascha, 1998; Stuart & Klages, 2009; Tipler, 1994). Ein Objekt bleibt in seiner Lage, solange die Gewichtskraft lotrecht innerhalb seiner Auflagefläche wirkt (vgl. Abb. 3.1, Situation 1). Wirkt die Gewichtskraft lotrecht außerhalb seiner Auflagefläche, verändert sich die Lage des Objekts (Stuart & Klages, 2009; Tipler, 1994; vgl. Abb. 3.1, Situation 2).



Abb. 3.1: Gleichgewichtslagen eines Objekts: stabil (Situation 1) und instabil (Situation 2)

Die Lage des Massenmittelpunkts ist bei Objekten mit gleichmäßiger Dichte von ihrer Form abhängig (Kuchling, 2011). Objekte können symmetrisch oder asymmetrisch sein. Bei symmetrischen Objekten stimmen geometrische Mitte und Massenmittelpunkt überein, bei asymmetrischen weicht der Massenmittelpunkt zu der Seite mit mehr Masse ab (vgl. Kuchling, 2011; s. Abb. 3.2).

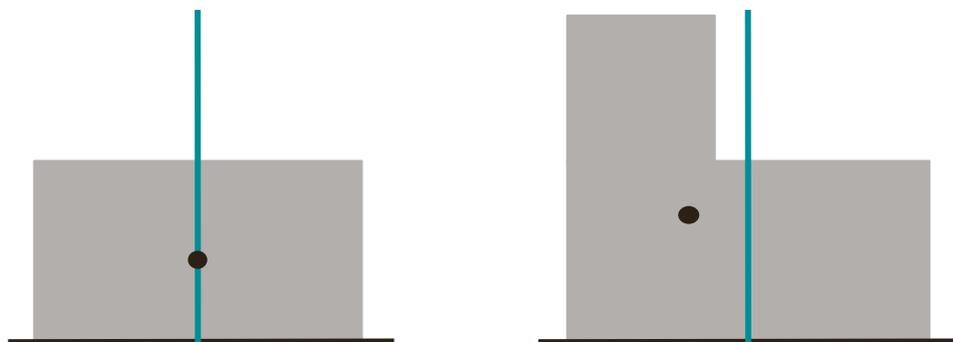


Abb. 3.2: Geometrische Mitte (grüner Strich) und Massenmittelpunkt (schwarzer Punkt) bei symmetrischen (1) und asymmetrischen (2) Objekten

Kinder erleben verschiedene Gleichgewichtssituationen beim Bauen mit Bauklötzen und entwickeln Vorstellungen zu diesem Phänomen. Überwiegend handelt es sich bei dem Spielen der Kinder um Anordnungen aus mehreren Bauklötzen und nicht um einzelne Bauklötze. Anordnungen aus mehreren Bauklötzen sind stabil, sofern alle Bauklötze im Gleichgewicht sind (vgl. Krings, 2011).

Diese bei den Kindern vorhandenen Vorstellungen sind neben dem fachlichen Hintergrund ein weiterer wichtiger Teil der Analyse des Lerngegenstandes im Hinblick auf die Gestaltung eines Lernangebots. Methoden zur Erfassung sowie bisherige

Forschungsbefunde zu Vorstellungen von Kindern zum Gleichgewicht von Bauklötzen werden im folgenden Abschnitt dargestellt.

3.4 Vorstellungen von Kindern zu Gleichgewicht

Das Phänomen Gleichgewicht ist implizit bereits Gegenstand von anderen Forschungsarbeiten (vgl. Halford, Andrews, Dalton, Boag & Zielinski, 2002; Siegler, 1976; Siegler & Chen, 2002). Wenngleich viele Studien eine Balkenwaage zur Erhebung verwenden, steht der Lerngegenstand Gleichgewicht zumeist nicht im Vordergrund (vgl. Andrews, Halford, Murphy & Knox, 2009; Halford et al., 2002; Pine, Lufkin, Kirk & Messer, 2007; Siegler, 1976; 1978; Surber & Gzesh, 1984).

Die bei den Kindern vorhandenen Vorstellungen stellen den Ausgangspunkt für eine Umstrukturierung dar, daher werden diese im Folgenden kurz zusammengefasst dargestellt. Zunächst werden Methoden aufgezeigt, mit denen Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen bei Kindern in der Schuleingangsphase erfasst werden. Anschließend wird ein Überblick gegeben, welche Vorstellungen bereits in diesem Alter bei Kindern vorliegen (für eine ausführliche Betrachtung vgl. Teil 1, Kap. 1.4).

Methoden zur Erfassung

Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen werden bei Kindern unter Verwendung verschiedener Methoden erfasst (Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist, 2010): Kinder **balancieren handelnd** (für eine ausführliche Betrachtung vgl. Teil 1, Kap. 1.4.1) unterschiedlich geformte Einzelobjekte auf einer Auflagefläche so aus, dass sie nicht herunterfallen (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist, Horz & Schönfeld, 2005; Pine & Messer, 1999; Pine & Messer, 2000; Pine & Messer, 2003). In weiteren Studien **beurteilen** Kinder **beobachtungsbasiert** (für eine ausführliche Betrachtung vgl. Teil 1, Kap. 1.4.2), ob Bauklötze auf einer Auflagefläche stabil bleiben (Krist, 2010; 2013). Neben diesen beiden Erhebungsmethoden (handelndes Ausbalancieren, beobachtungsbasierte Beurteilung) hat sich das **Erfragen der Begründungen** als geeignet erwiesen, Aufschluss über vorhandene Vorstellungen zu erlangen, wenngleich diese oftmals mit einer speziellen Methode (Representational Redescription vgl. Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974) ausgewertet werden (Peters et al., 1999). Basierend auf diesen drei Methoden (handelndes Ausbalancieren, beobachtungsbasierte Beurteilung, Erfragen von Begründungen) gelangen Studien zu Forschungsbefunden bezüglich Vorstellungen von Kindern zum Gleichgewicht.

Forschungsbefunde

Im Folgenden werden die Forschungsbefunde bisheriger Studien bezüglich vorhandener Vorstellungen von Kindern kurz präsentiert, geordnet nach Erhebungsmethoden (für eine ausführliche Betrachtung vgl. Teil 1, Kap. 1.4).

Beim **Ausbalancieren** haben Krist, Horz und Schönfeld (2005) einen kontinuierlichen altersabhängigen Leistungszuwachs bei Kindern zwischen vier und acht Jahren festgestellt. Kindern gelingt es besser, symmetrische Bauklötze auszubalancieren als asymmetrische (Krist et al., 2005; Pine & Messer, 1999; Pine & Messer, 2000; Pine & Messer, 2003). Achtjährige balancieren beide Bauklötzarten annähernd perfekt aus (Krist et al., 2005). Karmiloff-Smith und Inhelder (1974) sowie Bonawitz et al. (2012) beobachten Kinder beim Ausbalancieren und klassifizieren sie in Gruppen anhand des Kriteriums, an welcher Position sie die Bauklötze auf die Auflagefläche legen. Kinder, welche keine spezifische Position wählen, sind im Durchschnitt am jüngsten (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974). Mit ca. sechs Jahren richten Kinder Bauklötze beim Ausbalancieren an ihrer geometrischen Mitte aus (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974). Erst später gelingt es Kindern, den Massenmittelpunkt zu berücksichtigen, wobei zwischen den Altersangaben hinsichtlich des genauen Entwicklungszeitpunkts keine Einigkeit besteht (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974).

Unter Verwendung der **beobachtungsbasierten Beurteilung** ergeben sich vergleichbare Befunde: Die Leistung vier- bis achtjähriger Kinder steigt kontinuierlich mit dem Alter und es gelingt Kindern besser, symmetrische als asymmetrische Bauklötze zu beurteilen (Krist, 2010). Darüber hinaus hat Krist (2010) herausgefunden, dass die Leistung von Kindern unabhängig davon ist, ob die Beurteilung auf Basis von Bildern oder realem Material vorgenommen wird.

Zusammenfassung

Zusammenfassend zeigt sich unabhängig von der Erhebungsmethode (handelndes Ausbalancieren, beobachtungsbasierte Beurteilung, Erfragen von Begründungen), dass Kinder zwischen vier und acht Jahren ihre Vorstellungen zum Gleichgewicht verändern (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Krist, 2010; Pine & Messer, 1999). Erste Vorstellungen sind vorhanden, sie entsprechen allerdings noch nicht dem wissenschaftlich angemessenen Verständnis (diSessa, 1983; 1988; 1993). Als schwierigkeitsbestimmende Merkmale ergeben sich in bisherigen Studien Symmetrie und Asymmetrie der Bauklötze (Krist et al., 2005; Krist, 2010; 2013; Pine & Messer, 2000; Pine & Messer, 2003). Darüber hinaus lassen sich erste lösungsrelevante Dimensionen, wie z. B.

geometrische Mitte oder Massenmittelpunkt identifizieren (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Pine & Messer, 1999; Pine et al., 2007).

Diese vorhandenen Vorstellungen stellen den Ausgangspunkt für eine Umstrukturierung des Wissens dar (diSessa, 1983; 1988; 1993). Auf der Basis genauer Kenntnis vorhandener Vorstellungen und den schwierigkeitsbestimmenden Merkmalen (Stern, 2006) kann eine Entwicklung des Wissens angeregt werden.

3.5 Entwicklung von Vorstellungen bei Kindern

Die Entwicklung von intuitiven zu wissenschaftlich adäquaten Vorstellungen ist das Ziel von Unterricht. Dementsprechend ist die Umstrukturierung von Vorstellungen Gegenstand des nächsten Kapitels. Es werden zunächst allgemeine Grundlagen zum Verstehensprozess dargelegt und anschließend materiale und verbale Unterstützungsmaßnahmen sowie eine Kombination beider erläutert, da diese sich als besonders wirksam bei der Umstrukturierung von Vorstellungen erwiesen haben (Eitel, Scheiter & Schüler, 2013a; Eitel, Scheiter, Schüler, Nyström & Holmqvist, 2013b; Fletcher & Tobias, 2005; Hardy, Jonen, Möller & Stern, 2006; Kirschner, Sweller & Clark, 2006; Kleickmann, Hardy, Jonen, Blumberg & Möller, 2007; Kleickmann, 2012; Leuchter & Saalbach, 2014; Leuchter, Saalbach & Hardy, 2014; Levie & Lentz, 1982; Levin, Anglin & Carney, 1987; Low & Sweller, 2005; Möller, Jonen, Hardy & Stern, 2002).

Ein Sachverhalt zu verstehen heißt, ihn in möglichst verschiedenen Symbolsystemen repräsentieren zu können (Bruner, Olver & Greenfield, 1966; 1971; Stern, 2003; Leuchter, Naber, Plöger & Stipp, 2014). Bruner et al. (1966; 1971) unterscheiden drei Arten der Wissensrepräsentation: die enaktive, ikonische und symbolische Darstellung. Ziel ist es, Wissensrepräsentationen zu erlangen, die nebeneinander bestehen, füreinander stehen und dass flexibel zwischen ihnen gewechselt werden kann (Stern, 2003; 1971; Bruner et al., 1966; Leuchter et al., 2014). Durch die Gestaltung von Lernangeboten können Lehrpersonen und Pädagogische Fachkräfte diesen Verstehensprozess bei Kindern anregen und somit die Umstrukturierung vorhandener Vorstellungen von Kindern zu einem Phänomen, bspw. dem Gleichgewicht von Bauklötzen, auslösen.

Bei der Gestaltung eines Lernangebots sind entwicklungspsychologische Voraussetzungen (für eine genauere Beschreibung vgl. Hasselhorn & Grube, 2008; Hasselhorn & Gold, 2006) sowie bereits vorhandene Vorstellungen (für eine ausführliche Betrachtung vorhandener Vorstellungen bezüglich des Gleichgewichts von Bauklötzen vgl. Teil 1 dieser Dissertation) einzubeziehen (Stern, 2006), damit Lernen in der Zone der nächsten Entwicklung (Vygotsky, 1978; Bliss, 1996) ermöglicht wird. Die Berücksichtigung der

Lernvoraussetzungen und des Leistungspotenzials sind für die kognitive Aktivierung der Lernenden von Bedeutung (Drollinger-Vetter & Lipowsky, 2006). Entwicklungsangemessene Lernangebote zum Gleichgewicht von Bauklötzen können in der Schuleingangsphase bspw. handlungsorientierte Aufgaben mit Alltagsbezug sein. Zur Umstrukturierung von Vorstellungen reichen Handlungen am konkreten Material allerdings nicht aus (Möller, 2004; Leuchter et al., 2014). Diese Erfahrungen bilden zwar die Grundlage des Denkens, Vorstellungen bleiben in diesem Fall jedoch an die konkrete Situation gebunden. Handlungen müssen in Lernangeboten so eingesetzt werden, dass Denk- und Verstehensprozesse angeregt werden (Aebli, 1983a; Leuchter et al., 2014; Möller, 2004). Lernangebote sollten Kindern ermöglichen, sich Lerninhalte ausgehend von Handlungen am Gegenstand auch bildhaft und symbolisch zu erschließen (Möller, 2004; Leuchter et al., 2014).

Die Entwicklung von Vorstellungen erfordert somit eine adäquate Begleitung und Unterstützung vonseiten der Lehrperson bzw. Pädagogischen Fachkraft. Dieser Prozess wird *Scaffolding* genannt (vgl. Wood, Bruner & Ross, 1976). Beim Scaffolding wird vonseiten der Lehrperson bzw. Pädagogischen Fachkraft ein „kognitives Gerüst“ bereitgestellt, welches Lernenden ermöglicht, Lernsituationen und Aufgaben zu bewältigen, welche sie ohne Hilfestellung noch nicht bewältigen könnten (Wood et al., 1976; van de Pol, Volman & Beishuizen, 2010; Meschede, 2016; Pea, 2004). Diese Unterstützung kann unterschiedlich umgesetzt werden: a) Vergleichsprozesse (Alfieri et al., 2013; Gentner & Namy, 1999; Gentner, 2010; Gentner & Smith, 2013; Goldwater & Schalk, 2016; Saalbach, Leuchter & Stern, 2010) und b) Darstellungen in verschiedenen Repräsentationsarten haben sich u. a. als hilfreich erwiesen (Hardy, Jonen, Möller & Stern, 2004).

Lernangebote, welche **Vergleichsprozesse anregen**, unterstützen die Entwicklung von Vorstellungen (Alfieri et al., 2013, Gentner & Namy, 1999; Gentner, 2010; Gentner & Smith, 2013; Goldwater & Schalk, 2016; Saalbach et al., 2010). Vergleiche

- 1) sind Grundlage für Schlussfolgerungen (für eine ausführliche Beschreibung s. Teil 1 dieser Dissertation),
- 2) ermöglichen Abstraktionen, in welchen Gemeinsamkeiten zweier Bauklotzanordnungen hervorgehoben werden (Generalisierung),
- 3) führen zu besseren Übereinstimmungen zwischen zwei zunächst nicht abgleichbaren Situationen durch mentales Abändern einer oder beider Repräsentationen, z. B. mentales Verschieben eines Bauklotzes und Vergleiche
- 4) lenken die Aufmerksamkeit auf Unterschiede (Kontrastierung), z. B. zwei Bauklötze, die in zwei Anordnungen unterschiedlich weit überstehen.

Alle vier Mechanismen sind eng verbunden und hängen miteinander zusammen (Gentner, 2010; Gentner & Smith, 2013, für eine ausführliche Beschreibung der Grundlagen zu Vergleichsprozessen vgl. Teil 1 dieser Dissertation).

Da Vergleichsprozesse allein nicht ausreichen, um die Leistung von Kindern bei der Einschätzung von Bauklotzanordnungen zu verbessern (vgl. Teil 1 dieser Dissertation) und Vergleichsmöglichkeiten von Lernenden oft selbst nicht erkannt werden (Saalbach et al., 2010), sollten Lernangebote zusätzlich die **Repräsentationsarten des Wissens** (Bruner et al., 1966; 1971) berücksichtigen (Leuchter et al., 2014; Mayer, 1997; 2005; Möller, 2004). Das heißt, in Lernangeboten sollten Darstellungen auf handelnder, ikonischer und symbolischer Ebene zur Anregung der Umstrukturierung der Vorstellungen dargeboten werden. Diese Darstellungen auf den verschiedenen Ebenen können einzeln als auch gleichzeitig zur Verfügung gestellt werden: **Materiale Unterstützungsmaßnahmen**, z. B. Veranschaulichungen in Form von Gegenständen oder Bildern, können den Lernprozess strukturieren (Drollinger-Vetter & Lipowsky, 2006; Kleickmann et al., 2007; Kleickmann, 2012; Möller et al., 2002). **Verbale Unterstützungsmaßnahmen** können eingesetzt werden, um eine herausfordernde, anregende Interaktion zwischen Lehrperson bzw. Pädagogischer Fachkraft und Kindern herzustellen (Hmelo-Silver & Borrows, 2008; Kleickmann et al., 2007; Wood et al., 1976).

Beide Maßnahmen können einzeln oder als Kombination eingesetzt werden, um eine Umstrukturierung der Vorstellungen anzuregen, und gelten als Qualitätsmerkmal für Lernprozesse in der Schuleingangsphase (Hardy et al., 2006; Kirschner et al., 2006; Leuchter et al., 2014). Bisherige Forschungsarbeiten zeigen, dass praktische Erfahrungen mit dem Material eines Lernangebots an sich nicht ausreichen, um eine Umstrukturierung der Vorstellungen herauszufordern (Butts, Hofman & Anderson, 1993; Leuchter & Naber, 2017; Mayer, 2004; Naber, 2016). Auch die Verwendung materialer und verbaler Unterstützungsmaßnahmen wird zu wenig genutzt, um das Lernen in der Zone der nächsten Entwicklung zu unterstützen (Sylva et al., 2007).

Zur Verdeutlichung der Bedeutung und zur genaueren Erläuterung der Wirkungsweisen werden im Folgenden die Unterstützungsmaßnahmen (material, verbal, Kombination material und verbal) zur Umstrukturierung bereits vorhandener Vorstellungen bei Kindern nacheinander genauer beleuchtet.

3.5.1 Materiale Unterstützungsmaßnahmen

Da das kindliche Denken noch stark an Anschauungsmaterial gebunden ist (Aebli, 1983b), ermöglicht die Verwendung geeigneter Veranschaulichungen eine Entlastung des

Arbeitsgedächtnisses. Als Folge davon werden Kapazitäten für nachfolgende Denkprozesse frei (Aebli, 1983b). Durch Veranschaulichungen wird darüber hinaus der Aufbau mentaler Modelle unterstützt (Martschinke, 1996; 2007). Veranschaulichungen in Form von Gegenständen (z. B. Bauklötzen) oder Fotos können als materiale Unterstützungsmaßnahmen verstanden werden. Sie sind dem realen Gegenstand oberflächlich (z. B. Farbe, Proportionen) oder strukturell ähnlich (vgl. Martschinke, 2007). Damit sie bei Kindern ihre Wirkung erzielen, muss ein Kind fähig sein, ihre repräsentationale Funktion zu erkennen und bereits über ein repräsentationales Verständnis verfügen (DeLoache & Marzolf, 1992; DeLoache, 1995a; 1995b; 2011, für eine detaillierte Erläuterung s. Kap. 1.5). Das repräsentationale Verständnis kann ab dem fünften Lebensjahr vorausgesetzt werden (Christie & Gentner, 2014; DeLoache, 1987; 1989; 2000; DeLoache, Kolstad & Anderson, 1991; DeLoache & Burns, 1994; Gentner & Namy, 1999; Gentner & Christie, 2010; Loewenstein & Gentner, 2001; 2005; Marzolf, DeLoache & Kolstad, 1999; Saalbach & Imai, 2006, für eine detaillierte Erläuterung s. Teil 1 dieser Dissertation, Kap. 1.5.2).

Veranschaulichungen können kognitive Funktionen bei der Umstrukturierung von Vorstellungen übernehmen (Levin et al., 1987; Martschinke & Einsiedler, 1994). Die Repräsentations-, Organisations-, Interpretationsfunktion werden im Folgenden genauer beschrieben: 1) Veranschaulichungen haben eine **Repräsentationsfunktion** (Levin et al., 1987; Martschinke & Einsiedler, 1994). Sofern der Inhalt eines Textes und eines Bildes redundant sind, steigern Bilder als Wiederholung des Textinhalts die Behaltensleistung (Levin et al., 1987). Darüber hinaus sind Bilder realitätsnahe Abbildungen von Objekten, Aktivitäten oder Personen (Levin et al., 1987). 2) Das Bereitstellen von Veranschaulichungen kann Kinder bei der Umstrukturierung ihrer Vorstellungen unterstützen, da sie den **Lernprozess strukturieren** (Drollinger-Vetter & Lipowsky, 2006; Hardy et al., 2006; Kleickmann et al., 2007; Kleickmann, 2012; Levin et al., 1987; Martschinke & Einsiedler, 1994). Zum Beispiel sollte ein Lernangebot zum Gleichgewicht von Bauklötzen Bauklötze in ausreichender Menge in unterschiedlichen Größen, Farben und Formen sowie verschiedene Auflageflächen (z. B. Stab, Leiste, Plattform) enthalten, sodass Kindern vielfältige Erfahrungen ermöglicht werden. Die Bauklötze sollten nach Konzepten strukturiert für Kinder dargeboten werden (Möller et al., 2002), so bieten die Veranschaulichungen einen gliedernden Bezugsrahmen und strukturieren den Lerngegenstand (Levin et al., 1987; Martschinke & Einsiedler, 1994). Im Hinblick auf das Gleichgewicht von Bauklötzen bedeutet es, dass das Lernangebot nach der Form der Bauklötze strukturiert werden sollte, denn Kinder richten symmetrische Bauklötze beim

Ausbalancieren zunächst an ihrer geometrischen Mitte aus, erst später gelingt es ihnen, den Massenmittelpunkt zu berücksichtigen (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974). Asymmetrische Bauklötze erfordern die Berücksichtigung des Massenmittelpunkts (vgl. Kuchling, 2011; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist, 2010). 3) Veranschaulichungen können auch eine **Interpretationsfunktion** übernehmen. Zum Beispiel kann ein Bild als Hilfe zum Verständnis eines Textes hinzugezogen werden und so einen schwierigen Inhalt leichter verständlich machen (Levin et al., 1987; Martschinke & Einsiedler, 1994). Die Metaanalyse von Levin et al. (1987) ergibt positive Effekte für die Umstrukturierung von Vorstellungen mithilfe von Darstellungen, wachsend von Repräsentations-, Organisations- bis zur Interpretationsfunktion.

Im Hinblick auf den Einsatz von Bildern ergeben sich bezüglich der Beschaffenheit in der bisherigen Forschung folgende Merkmale: Kinder ziehen realistische und eher einfach gestaltete Bilder komplexeren Bildern vor (Joseph & Dwyer, 1984). Dies kann damit zusammenhängen, dass Kinder einen stärkeren Bezug zu ihrem Vorwissen bevorzugen (Joseph & Dwyer, 1984). Issing (1985) postuliert, dass der Lernerfolg größer sei, wenn wichtige Hinweisreize gut ausgewählt und für den Lernenden deutlicher dargeboten werden. Materiale Unterstützungsmaßnahmen stellen eine Möglichkeit dar, welche die Umstrukturierung von Vorstellungen auf vielfältige Art und Weise anregen kann. Einschränkend zu berücksichtigen ist allerdings, dass sie die Umstrukturierung der Vorstellungen zwar unterstützen können, aber nicht garantieren (Deloache, Uttal & Pierroutsakos, 1998). Veranschaulichungen bilden darüber hinaus eine gemeinsame Gesprächsgrundlage und ergänzen somit auch mündliche Beiträge der Lehrperson (Drollinger-Vetter & Lipowsky, 2006). Verbale Unterstützungsmaßnahmen stehen im Fokus des folgenden Kapitels.

3.5.2 Verbale Unterstützungsmaßnahmen

Verbale Maßnahmen können vielfältig genutzt werden, um eine herausfordernde, anregende Interaktion bzw. Kommunikation zwischen Lehrperson bzw. Pädagogischer Fachkraft und Kindern zu initiieren und aufrechtzuerhalten. Sprachliche Anregung, z. B. Fragen oder Zusammenfassungen, können als verbale Unterstützungsmaßnahmen verstanden werden. Bisherige Forschungsarbeiten zeigen, dass die Umstrukturierung von Vorstellungen mit verbalen Unterstützungsmaßnahmen besser gelingt als ohne (Kleickmann et al., 2007; Leuchter & Naber, 2017, Naber, 2016). Darüber hinaus können mithilfe verbaler Maßnahmen auch Vergleichsprozesse angeregt werden (Alfieri et al., 2013; Gentner &

Namy, 1999; Leuchter & Saalbach, 2014, vgl. Teil 1 dieser Dissertation) und das selbstständige Denken von Lernenden gefördert werden (Hogan & Pressley, 1997).

Verbale Unterstützungsmaßnahmen werden grundsätzlich in *adaptiv* und *statisch* unterschieden (Brush & Saye, 2002; Simons & Klein, 2007). Adaptive verbale Unterstützungsmaßnahmen sind dynamisch und werden von der Lehrperson bzw. Pädagogischen Fachkraft in dem Moment eingesetzt, in dem der Lernende diese benötigt. Statische verbale Maßnahmen werden vorbereitend entwickelt und basieren auf antizipierten oder typischen Lernschwierigkeiten, die mit der Aufgabe zusammenhängen. Sie werden dem Lernenden zu festen Zeitpunkten gegeben (Brush & Saye, 2002; Simons & Klein, 2007).

Eingesetzt werden verbale Unterstützungsmaßnahmen einerseits zum **Problematisieren** und andererseits zum **Strukturieren** (Reiser, 2004; Meschede, 2016; Pea, 2004). Problematisierende Maßnahmen fordern das Denken heraus und sind für die kognitive Aktivierung der Lernenden von Bedeutung. Dies geschieht im Unterrichtsgespräch mittels qualitativ hochwertiger Fragen und Impulse sowie durch das Einfordern von Begründungen (Reiser, 2004; Meschede, 2016). Die Grundlage für die angesprochene Problematisierung stellen strukturierende Maßnahmen dar. Mit ihnen wird die Aufmerksamkeit auf wichtige Aspekte gelenkt oder es werden Zusammenfassungen als Basis für das gemeinsame Weiterdenken gegeben (Reiser, 2004; Meschede, 2016). Eine große Herausforderung für die Lehrperson bzw. Pädagogische Fachkraft besteht darin, das passende Verhältnis zwischen dem Anteil problematisierender und strukturierender verbaler Maßnahmen zu finden, damit es allen Schülern möglich ist, dem Gespräch zu folgen und letztlich ihre Vorstellungen zu prüfen und ggf. umzustrukturieren (Reiser, 2004; Meschede, 2016; Gentner & Namy, 1999; Hardy et al., 2006; Kleickmann, Vehmeyer & Möller, 2010). Konkrete Beispiele für verbale Unterstützungsmaßnahmen sind:

- **Aktivierung des Vorwissens** (Leuchter & Saalbach, 2014), kann u. a. durch das Stellen von Fragen erlangt werden (Lipowsky, 2015; Saalbach & Schalk, 2011a; 2011b)
„Kennst du das?“, „Was weißt du darüber schon?“
- **Vermutungen herausfordern** (Hogan & Pressley, 1997; Zucker & Leuchter, 2016)
„Hier haben wir einen Bauklotz. Was wird geschehen, wenn ich diesen über die Kante schiebe?“
- **Begründungen und Erklärungen einfordern** (Hogan & Pressley, 1997; Leuchter & Saalbach, 2014; Leuchter et al., 2014; Lipowsky, 2015; Zucker & Leuchter, 2016)
„Warum denkst du, ist das so?“, „Wie könnte das zusammenhängen?“, „Wie kommst du auf dieses Ergebnis?“

- **Aufmerksamkeitslenkende Hinweise/Fokussierung** auf eine Aufgabe oder bestimmte Aspekte (Hogan & Pressley, 1997; Lipowsky, 2015; Pea, 2004)
„*Schau genau hin!*“
- **Auf Widersprüche aufmerksam machen/Anregung kognitiver Konflikte** (Hogan & Pressley, 1997; Kleickmann, 2012; Leuchter & Saalbach, 2014; Lipowsky, 2015; Zucker & Leuchter, 2016)
„*Vorhin hast du gesagt, dass der Bauklotz fällt.*“
- **Wiederholung, Klarstellung und Zusammenfassung** von Aussagen (Hogan & Pressley, 1997; Kleickmann, 2012)
„*Also, alle Kinder glauben der Bauklotz fällt.*“
- **Vergleiche anregen** (Gentner & Namy, 1999; Leuchter & Saalbach, 2014; Lipowsky, 2015; Kleickmann, 2012)
„*Sind die beiden Bauklötze gleich?*“, „*Was ist der Unterschied?*“, „*Du hast jetzt schon einen eckigen Bauklotz ausprobiert – ist er runtergefallen? Was denkst du, wird mit dem runden Klotz geschehen?*“
- **fachliche Informationen** geben (vgl. Saxton, 1997)
„*Es ist so, weil...*“
- **Austausch von Ideen anregen** (Hogan & Pressley, 1997; Kleickmann, 2012; Lipowsky, 2015; Zucker & Leuchter, 2016)
„*Was meinst du dazu?*“

Verbale Unterstützungsmaßnahmen sind ein Angebot der Lehrperson (vgl. Angebots-Nutzungs-Modell Helmke, 2003; Helmke et al., 2007), es gibt keine Garantie, dass alle Lernenden dieses nutzen (Kleickmann, 2012; Zucker & Leuchter, 2016). Bisherige Forschung zeigt, dass kaum anspruchsvolle verbale Unterstützungsmaßnahmen in Kindergärten und in der Schuleingangsphase beobachtet werden können (Leuchter & Saalbach, 2014; Sylva et al., 2007).

Da sich sowohl materiale als auch verbale Unterstützungsmaßnahmen als wirksam bei der Umstrukturierung von Vorstellungen erwiesen haben (Drollinger-Vetter & Lipowsky, 2006; Helmke et al., 2007; Hmelo-Silver & Borrows, 2008; Kleickmann et al., 2007; Kleickmann, 2012; Möller et al., 2002; Wood et al., 1976), wird im Folgenden der kombinierte Einsatz beider Unterstützungsmaßnahmen fokussiert.

3.5.3 Kombination materialer und verbaler Unterstützungsmaßnahmen

Besonders effektiv für die Unterstützung erweist sich der Einsatz einer Kombination materialer und verbaler Unterstützungsmaßnahmen (Eitel et al., 2013a; Eitel et al., 2013b;

Fletcher & Tobias, 2005; Levie & Lenz, 1982; Low & Sweller, 2005; Peeck, 1994). Zu beachten sind hierbei die Lernvoraussetzungen von Kindern, eine gleichzeitige Verarbeitung zu vieler Informationen im Arbeitsgedächtnis könnte sie überfordern und den Lernprozess erschweren (vgl. Cognitive Load Theorie vgl. Sweller, van Merriënboer & Paas, 1998). Für die Kombination materialer und verbaler Unterstützungsmaßnahmen können Forschungsbefunde aus der Multimediaforschung (vgl. Mayer, 1997; 2005; 2008) verwendet werden, wobei bei diesen einschränkend zu berücksichtigen ist, dass sie sich teilweise nicht auf Kinder beziehen.

Bisherige Forschungsarbeiten zeigen hinsichtlich der gleichzeitigen Verarbeitung von Bild und Sprache konträre Befunde. Einerseits weisen Studien nach, dass die Präsentation von Bild und geschriebener Sprache zu besseren Leistungen führt als die Präsentation nur von geschriebener Sprache (Eitel et al., 2013a; Fletcher & Tobias, 2005; Levie & Lenz, 1982; Peeck, 1994) bzw., dass das Zeigen eines Bildes vor dem Hören gesprochener Sprache das Verständnis begünstigt (Eitel et al., 2013b). Zu diesen Befunden gibt es allerdings auch gegenteilige Ergebnisse (Tabbers, Martens & van Merriënboer, 2004; Westelinck, Valcke, De Craene & Kirschner, 2005). Bei gleichzeitiger Präsentation von Sprache und Bild zeigen Probanden bessere Leistungen, wenn die Sprache gesprochen wird (Low & Sweller, 2005). Darüber hinaus wurde nachgewiesen, dass Vergleichsleistungen bezüglich zweier Bilder auch durch Sprache unterstützt werden können (Gentner, 2010; Christie & Gentner, 2010). In Teil 1 der vorliegenden Dissertation konnte sogar gezeigt werden, dass Kinder eine bessere Abrufleistung bei bildlichen Vergleichen mit sprachlicher Beschreibung zeigen.

Die Kombination verbaler und materialer Unterstützungsmaßnahmen wird in Interventionsstudien oftmals genutzt, um eine Umstrukturierung von Vorstellungen herauszufordern. Forschungsbefunde bezüglich der Entwicklung des Wissens werden im folgenden Kapitel dargestellt.

3.5.4 Forschungsbefunde zur Entwicklung von Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen

Im Folgenden werden Forschungsbefunde zur Entwicklung von Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen präsentiert. Dabei stehen die verwendeten Unterstützungsmaßnahmen während der Intervention im Fokus, da diese wichtige Hinweise liefern, wie eine Umstrukturierung der Vorstellungen bei Kindern zu diesem Inhaltsgebiet angeregt werden kann. Auf dieser Basis werden anschließend in der Zusammenfassung Schlussfolgerungen für das eigene Forschungsvorhaben gezogen. Einleitend wird zunächst

ein Überblick über bestehende Studien gegeben, welcher weitere Merkmale, wie z. B. das Alter und die Stichprobengröße, berücksichtigt.

Bisherige Forschung untersucht die Umstrukturierung von Vorstellungen zum Gleichgewicht mit verschiedenen Erhebungsmethoden. Es besteht ein großer Forschungszweig, der das Lernen bezüglich Gleichgewicht an der Balkenwaage erforscht (z. B. Halford et al., 2002; Krist, Bach, Öndül & Huber, 2004; für eine ausführliche Betrachtung vgl. Naber, 2016; Siegler, 1976; Siegler & Chen, 2002). Die vorliegende Forschungsarbeit bezieht nur Studien ein, welche sich explizit auf das Gleichgewicht von Bauklötzen beziehen. Bei diesen ist die Erhebungsmethode überwiegend vergleichbar zur ursprünglichen Studie von Karmiloff-Smith und Inhelder (1974): Die Kinder balancieren symmetrische und asymmetrische Bauklötze auf einer Leiste aus. Das Ausbalancieren der Bauklötze ist im Gegensatz zu dem Ausbalancieren einer Balkenwaage eine alltägliche Tätigkeit, mit welcher die Kinder vertraut sind, und daher eignet sich diese Tätigkeit besser für die geplante Interventionsstudie.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf Tabelle 3.1, in der Studien, die eine Entwicklung von Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen bei Kindergarten- und Grundschulkindern analysieren, aufgeführt sind. In der Tabelle sind die Studien geordnet nach dem Grad der Unterstützungsmaßnahme während der Intervention (vgl. Tab. 3.1). Die Stichprobengröße dieser Studien variiert: Einige Studien basieren auf einer mittelgroßen Stichprobe von ca. 20 bis 50 Probanden (Pine et al., 1999; Pine & Messer, 2003) und andere Studien weisen über 100 Probanden vor (Murphy & Messer, 2000; Peters et al., 1999; Pine et al., 2004).

Einschränkend ist bei den Studien die Auswertungsmethode zu berücksichtigen: Überwiegend werden die Studien mithilfe eines Levelsystems ausgewertet, welches auf Karmiloffs *Representational Redescription* (1992) basiert. Bei diesen Auswertungen wird oftmals vorab eine Interpretation zur Einstufung in das Levelsystem vorgenommen. In dieser Theorie geht es um den bewussten und unbewussten Zugang zu bereits vorhandenen Vorstellungen (vgl. Karmiloff-Smith, 1992). Kinder können beispielsweise ein Objekt auf einer Auflagefläche ausbalancieren, ohne verstanden zu haben, warum das Objekt hält bzw. nicht hält. Dieses unbewusste Trial-and-Error-Vorgehen wird als Level 1 angesehen (Karmiloff-Smith, 1992). Kinder, welche eine erste Regelmäßigkeit entdecken und z. B. alle Bauklötze zunächst in der Mitte platzieren, sind evtl. weniger erfolgreiche und tendieren sogar dazu Beweise (z. B. propriozeptives Feedback) zu ignorieren, werden auf Level 2 eingestuft (Karmiloff-Smith, 1992). Auch wenn die vorhandene Vorstellung das Handeln des Kindes steuert, geschieht dies unbewusst und ist nicht in Sprache abrufbar. Wird das

Handeln bewusst, kann aber immer noch nicht in Sprache ausgedrückt werden, handelt es sich um Level 3 (Karmiloff-Smith, 1992). Auf Level 4 sind die Vorstellungen bewusst und die Kinder können sie verbalisieren (Karmiloff-Smith, 1992).

Ergebnisse bezüglich der Anzahl korrekter Lösungen werden meistens nur als Nebenergebnis präsentiert. Einige Studien liefern somit keine validen Befunde bezüglich der Wirkung einer Unterstützungsmaßnahme, sondern können nur als Hinweis gelten.

Die genaue Unterscheidung der Unterstützungsmaßnahmen in materiale, verbale und einer Kombination beider (material und verbal) ist bei diesen Studien nicht möglich. Da das ursprüngliche Aufgabenformat von Karmiloff-Smith und Inhelder (1974) es so vorsieht, sehen die Kinder in allen Studien eine Handlung mit Gegenständen oder dürfen diese selbst ausführen. Einzig in der Studie von Pine et al. (2004) werden die Kinder nicht selbst tätig.

Oftmals geht der Einsatz von Gegenständen zur Umstrukturierung von Vorstellungen einher mit einer minimalen verbalen Instruktion, welche notwendig ist, um dem Lernenden das Aufgabenformat zu erläutern. Da viele Studien die Kinder in das Levelsystem (vgl. Representational Redescription nach Karmiloff-Smith, 1992) einstufen, werden eingangs Begründungen und Erklärungen erfragt. Dadurch ist in diesen Studien mehr als die notwendige sprachliche Begleitung gegeben.

Bezüglich des Materials verwenden die Studien – vergleichbar mit der Ursprungsstudie von Karmiloff-Smith und Inhelder (1974) – überwiegend Bauklötze, Murphy und Messer (2000) lassen die Kinder in der Intervention allerdings mit Alltagsgegenständen balancieren und nutzen die Bauklötze nur in der zugehörigen Befragung.

Tab. 3.1: Übersicht Interventionsstudien – Alter, Stichprobengröße, Durchführung und Auswertungsmethode

Studie	Alter in Jahren	N	Durchführung: Intervention und Test	Auswertungsmethode
Pine & Messer, 2003	Ø 5.8	25	Intervention 10-minütiges Freispiel an 3 aufeinanderfolgenden Tagen jeweils mit vorheriger Befragung bezüglich Vermutungen Test 3 symmetrische + 3 asymmetrische Bauklötze, 1 Versuch pro Bauklotz, Anregung zu Kommentaren (Vermutungen, Begründungen)	Anzahl korrekter Lösungen, Einordnung in das Levelsystem der Representational Redescription
Peters et al., 1999	Ø 6.3	133	Intervention 3 Bedingungen: 1) freies Spielen mit Bauklötzen, 2) selbstständiges Ausprobieren, mehr Bauklötze auszubalancieren und 3) strukturiertes Zeigen des Versuchsleiters mit einfachen Aussagen, wie es geht Test 4 symmetrische und 4 asymmetrische Bauklotzleisten, Anregung zu Kommentaren (Begründungen)	Einordnung in das Levelsystem der Representational Redescription
Pine, Lufkin & Messer, 2004	5 bis 9 Ø 7.02	140	Intervention 2 Bedingungen: 1) Beobachten, wie der Versuchsleiter die Klötze richtig ausbalanciert und 2) Beobachten, wie der Versuchsleiter die Klötze richtig ausbalanciert, und Anregung zu Kommentaren (Begründungen) Test 4 symmetrische und 4 asymmetrische Bauklötze, Anregung zu Kommentaren (Begründungen)	Entwicklung nach Levels der Representational Redescription, Stimmigkeit mit eigenen Gesten/eigener Sprache, Anzahl richtiger Lösungen
Pine, Messer & Godfrey, 1999	4.1 bis 7.4	42	Intervention 15 verschieden farbige Bauklötze, 3 Bedingungen: 1) Scaffolding des Versuchsleiters durch Zeigen und Erklären der richtigen Lösung oder 2) Guided Participation des Versuchsleiters durch Zeigen und Erklären mit Beteiligung des Kindes, 3) alleiniges Arbeiten Test 4 symmetrische und 4 asymmetrische Bauklötze, Anregung zu Kommentaren (Begründungen)	Auswertung bezüglich asymmetrischer Bauklötze: Anzahl richtiger Lösungen
Pine, Messer & John, 2002	Ø 6.2	79/ 126	Intervention richtiger Input nach Fehlern gegenüber ohne Kommentierung Test 4 symmetrische + 4 asymmetrische Bauklötze, Abfrage von Vermutungen/Erklärungen	Anzahl korrekter Lösungen, (Ausschluss von 47 Kindern, welche alle Bauklötze im Vortest korrekt ausbalancieren)
Murphy & Messer, 2000	5.2 bis 7.3	122	Intervention Training mit Alltagsgegenständen (Bleistift, Lineal, Haarbürste etc.), 3 Bedingungen: 1) (adaptives) Scaffolding durch den Versuchsleiter mit richtiger Erklärung, 2) Gruppendiskussion und 3) alleiniges Arbeiten Test 4 symmetrische und 4 asymmetrische Bauklötze, Abfrage von Vermutungen/Erklärungen	Entwicklung von Prä zu Post sowie Effekt der Bedingung auf die Entwicklung basierend auf den Levels der Representational Redescription Anzahl richtiger Alltagsgegenstände

Forschungsbefunde weisen darauf hin, dass ca. 6-jährige Kinder ihre Vorstellungen bereits durch ein 10-minütiges freies Spielen an drei aufeinanderfolgenden Tagen mit vorheriger minimaler verbaler Anregung (z. B. Vermutungen erfragen, Erklärungen einfordern) verändern und anschließend mehr Bauklötze richtig ausbalancieren (Pine & Messer, 2003). Die Studie von Peters et al. (1999) liefert erste Hinweise darauf, dass das Fragenstellen während des Ausprobierens bedeutsam ist für eine Entwicklung der Vorstellungen.

Darüber hinaus weisen einige Studien nach, dass verbale Unterstützungsmaßnahmen die Umstrukturierung von Vorstellungen anregen: Das Scaffolding eines Erwachsenen durch Zeigen und Hören einer fachlichen Erklärung (direkt folgend auf den Fehler des Kindes) führt zu besseren Leistungen beim Ausbalancieren symmetrischer und asymmetrischer Bauklötze (Pine et al., 2002) im Vergleich zu Scaffoldingformen, an welchen die Kinder beteiligt sind, oder dem alleinigen Arbeiten der Kinder (Murphy & Messer, 2000; Pine et al., 1999; Pine et al., 2002; Pine et al., 2004).

Bilder als materiale Unterstützungsmaßnahme wurden bisher bei Studien bezüglich der Umstrukturierung von Vorstellungen bei dem Inhaltsgebiet Gleichgewicht von Bauklötzen nicht in den Blick genommen. Hier können nur Kristis (2010) Ergebnisse bezüglich der vorhandenen Vorstellungen bei einer Erhebung mit Bildern als Anhaltspunkt betrachtet werden.

3.5.5 Zusammenfassung: Entwicklung von Vorstellungen bei Kindern

Vielfältige Studien in diversen Themenbereichen mit unterschiedlichen Probandengruppen belegen die Wirksamkeit materialer und verbaler Unterstützungsmaßnahmen (Drollinger-Vetter & Lipowsky, 2006; Helmke et al., 2007; Hmelo-Silver & Borrows, 2008; Kleickmann et al., 2007; Kleickmann, 2012; Möller et al., 2002; Wood et al., 1976). Bezogen auf das Gleichgewicht von Bauklötzen wurde in einigen Interventionsstudien nachgewiesen, dass Kinder zur Umstrukturierung ihrer Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen angeregt werden können (Murphy & Messer, 2000; Peters et al., 1999; Pine et al., 1999; Pine & Messer, 2003; Pine et al., 2004). In bestehenden Studien deutet sich an, dass es möglich ist, durch Scaffolding das Lernen innerhalb dieses Themenkomplexes zu fördern. Überwiegend liegt ein unkontrollierter Einsatz materialer und verbaler Unterstützungsmaßnahmen vor. Die Wirkung der Unterstützungsmaßnahmen (material, verbal, Kombination material und verbal) in einem kontrollierten Vergleich ist bisher unzureichend erforscht.

3.6 Forschungslücke und Ausblick auf eigenes Forschungsvorhaben

Insgesamt zeigen die Forschungsergebnisse, dass bei sechs- bis siebenjährigen Kindern bereits erste Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen vorliegen (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Krist, 2010; Pine & Messer, 1999); diese entsprechen allerdings noch nicht dem wissenschaftlich angemessenen Verständnis (diSessa, 1983; 1988; 1993). Die Entwicklung der Vorstellungen zum Gleichgewicht ist somit bei Schuleintritt noch nicht abgeschlossen. In der folgenden Studie (3) werden daher sechsjährige Kinder in den Blick genommen. Ziel dieser Forschungsarbeit ist es, diese Entwicklung der Vorstellungen zum Gleichgewicht genauer zu erforschen.

Nach der Analyse der schwierigkeitsbestimmenden Merkmale (Studie 2b) und der Untersuchung der Begründungen (Studie 2c) kann auf den Erkenntnissen basierend eine Lerneinheit gestaltet werden, welche die vorhandenen Vorstellungen von Kindern sowie mögliche Lernschwierigkeiten berücksichtigt (Stern, 2006). Folglich steht im Folgenden die Entwicklung der Vorstellung bezüglich der Beurteilung des Gleichgewichts von Bauklötzen im Fokus dieser Untersuchung: Bereits bei der Erfassung der Vorstellungen zur Stabilität von Bauklötzanordnungen zeigt sich, dass das Zusammenspiel von Vergleichsmöglichkeiten und Sprache zu den besten Leistungen der Kinder führt, sodass beides als Unterstützungsmaße in der Intervention genutzt werden sollte.

Bestehende Studien zeigen, dass ein Wissenszuwachs mit relativ kurzen Interventionen angeregt werden kann (Murphy & Messer, 2000; Peters et al., 1999; Pine et al., 1999; Pine & Messer, 2003; Pine et al., 2004). Diese Studien verwenden unterschiedliche Unterstützungsmaßnahmen während der Intervention: materiale, verbale oder eine Kombination aus beiden Maßnahmen. In anderen Kontexten zeigt sich ebenfalls, dass materiale (Drollinger-Vetter & Lipowsky, 2006; Kleickmann et al., 2007; Kleickmann, 2012; Möller et al., 2002) und verbale Maßnahmen (Hmelo-Silver & Borrows, 2008; Kleickmann et al., 2007; Wood et al., 1976) wirksame Möglichkeiten sind, die Entwicklung von Vorstellungen anzuregen. Bezüglich des Bauens mit Bauklötzen wurden zwar Studien mit verschiedenen Unterstützungsmaßnahmen durchgeführt, die Maßnahmen wurden jedoch bisher nicht systematisch verglichen. Daher ist das Ziel der Studie (3) nicht, ob, sondern wie Kinder beim Lernen unterstützt werden können.

Bestehende Befunde werden in dieser Forschungsarbeit wie folgt verarbeitet: Von bisherigen Studien verwendete Methoden (Ausbalancieren, beobachtungsbasierte Beurteilung, Begründen) führen zu vergleichbaren Ergebnissen. Kinder sind somit fähig, ihr Wissen hinsichtlich des Gleichgewichts von Bauklötzen mittels der Beurteilung von Bildern vorzunehmen (Krist, 2010, vgl. Teil 1 dieser Dissertation). Da Kinder realistische Bilder

vorziehen (Joseph & Dwyer, 1984), wird die Beurteilung von den Kindern in dem vorliegenden Forschungsvorhaben auf Basis von Fotos vorgenommen. Methodisch wird auf die Erhebungsart *einzelne Präsentation ohne verbale Beschreibung* aus Teil 1 dieser Dissertation zurückgegriffen. Diese Erhebungsmethode wird gewählt, weil bei Sechs- bis Siebenjährigen unter Verwendung dieser Methode erste Vorstellungen nachgewiesen wurden, es aber auch noch möglich ist, eine Entwicklung mit demselben Test zu erfassen. Die teilrichtige Idee, einen asymmetrischen Bauklotz an der geometrischen Mitte auszurichten, kann zu einer wissenschaftlich akzeptierten Vorstellung weiterentwickelt werden, den Klotz an dem Massenmittelpunkt auszurichten. Um diesen Verstehensprozess anzuregen, erhalten die Kinder eine kurze Lerneinheit (Intervention) zu diesem Lerngegenstand. Studien bezüglich der Entwicklung der Vorstellungen wurden bisher zwar oft in der Umgebung der Kinder durchgeführt, dennoch in Eins-zu-eins-Situationen. Ziel bei der Entwicklung einer Lerneinheit muss sein, diese für eine Klasse und nicht für einzelne Kinder zu entwickeln. Insofern werden in dieser Untersuchung Unterstützungsmaßnahmen im Sinne eines statischen Scaffoldings für eine ganze Lerngruppe gewählt. Damit sowohl Vergleichsprozesse (Gentner & Namy, 1999; Leuchter & Saalbach, 2014; Lipowsky, 2015; Kleickmann, 2012) als auch die Repräsentationsarten des Wissens in dem Lernangebot berücksichtigt werden können (Bruner et al., 1966; 1971; Leuchter et al., 2014; Mayer, 1997; 2005; Möller, 2004; vgl. Teil 1 dieser Dissertation), sehen Kinder in der Intervention Bauklotzanordnungen im Vergleich, ergänzt um eine sprachliche Beschreibung des Versuchsleiters. Alle Kinder handeln dabei am Gegenstand, teilweise werden sie durch materiale Unterstützungsmaßnahmen in Form von Fotos und durch verbale Maßnahmen in Form von gezielten sprachlichen Impulsen unterstützt. Da Kinder realistische und eher einfach gestaltete Bilder komplexeren Bildern vorziehen (Joseph & Dwyer, 1984), werden auch in der spielbasierten Intervention Fotos als materiale Unterstützungsmaßnahme eingesetzt. Mittels gezielter sprachlicher Instruktionen werden z. B. die Kinder herausgefordert, Vermutungen zu äußern (Hogan & Pressley, 1997; Zucker & Leuchter, 2016), oder es werden den Kindern aufmerksamkeitslenkende Hinweise gegeben (Hogan & Pressley, 1997; Lipowsky, 2015; Pea, 2004). Vergleichsleistungen bezüglich zweier Fotos können auch durch Sprache unterstützt werden (Gentner, 2010; Christie & Gentner, 2010). Bezüglich solcher Unterstützungsmaßnahmen (materiale, verbale, Kombination materialer und verbaler Maßnahmen) wurde bisher keine trennscharfe Untersuchung vorgenommen. Ziel von Studie 3 ist ein systematischer Vergleich der verschiedenen Unterstützungsmaßnahmen und ihr Effekt auf die Entwicklung der Vorstellungen von sechs- bis siebenjährigen Kindern zum Gleichgewicht von Bauklötzen.

3.7 Studie 3: Entwicklung von Vorstellungen durch Unterstützungsmaßnahmen

Im Folgenden werden die Forschungsfragen der Studie 3 benannt sowie die forschungsleitenden Annahmen unter Rückgriff auf bestehende Forschungsergebnisse hergeleitet. Auf dieser Basis können nach der Darstellung der Studie die Annahmen bestätigt oder widerlegt werden. Der Aufbau ist mit der Studie von Leuchter & Naber (2019) vergleichbar.

3.7.1 Forschungsfragen und forschungsleitende Annahmen

Insgesamt untersucht die vorliegende Studie, ob materiale und verbale Unterstützungsmaßnahmen einen Einfluss auf die Leistung von sechs- bis siebenjährigen Kindern bei der Beurteilung der Stabilität von Bauklotzanordnungen haben.

Es werden folgende Subfragestellungen in den Blick genommen:

- a) Kann über alleinige Handlung ein Wissenszuwachs erreicht werden?
- b) Kann über den Einsatz von Fotos ein Wissenszuwachs erreicht werden?
- c) Kann über den Einsatz von gezielten sprachlichen Instruktionen ein Wissenszuwachs erreicht werden?
- d) Kann über den Einsatz kombinierter materialer und verbaler Unterstützungsmaßnahmen (Fotos und gezielte sprachliche Instruktionen) ein Wissenszuwachs erreicht werden?
- e) Welche der Unterstützungsmaßnahmen ist am effektivsten?

a) Kann über alleinige Handlung ein Wissenszuwachs erreicht werden?

Die bisherigen Forschungsbefunde zu Handlungen im Hinblick auf ein Wissenszuwachs deuten darauf hin, dass zur Umstrukturierung von Vorstellungen alleinige Handlungen am konkreten Material nicht ausreichen (Möller, 2004; Leuchter et al., 2014). Mittels Lernangeboten sollten Kinder die Möglichkeit bekommen, sich Lerninhalte ausgehend von Handlungen am Gegenstand auch bildhaft und symbolisch zu erschließen (Möller, 2004; Leuchter et al., 2014). Es wird erwartet, dass sechs- bis siebenjährige Kinder durch alleinige Handlung kein Wissenszuwachs erreichen.

Annahme 3.1: Handelnd wird kein Wissenszuwachs erreicht.

b) Kann über den Einsatz von Fotos ein Wissenszuwachs erreicht werden?

Forschungsbefunde bezüglich des Einsatzes von Fotos zur Erlangung eines Wissenszuwachses deuten darauf hin, dass Veranschaulichungen kognitive Funktionen bei der Umstrukturierung von Vorstellungen übernehmen können (Levin et al., 1987; Martschinke & Einsiedler, 1994). Vielfältige Studien in anderen Themenbereichen mit

unterschiedlichen Probandengruppen belegen die Wirksamkeit materialer Unterstützungsmaßnahmen (Drollinger-Vetter & Lipowsky, 2006; Kleickmann et al., 2007; Kleickmann, 2012; Möller et al., 2002). Daher wird vermutet, dass der Einsatz von Bildern auch in dem Inhaltsgebiet Gleichgewicht von Bauklötzen ein Wissenszuwachs bei sechs- bis siebenjährigen Kindern ermöglicht.

Annahme 3.2: Fotos ermöglichen ein Wissenszuwachs.

c) Kann über den Einsatz von gezielten sprachlichen Instruktionen ein Wissenszuwachs erreicht werden?

Bisherige Forschung zeigt, dass die Umstrukturierung von Vorstellungen mit verbalen Unterstützungsmaßnahmen besser gelingt als ohne (Kleickmann et al., 2007). Darüber hinaus können mithilfe verbaler Maßnahmen auch Vergleichsprozesse angeregt (Gentner & Namy, 1999; Leuchter & Saalbach, 2014; vgl. Teil 1 dieser Dissertation) und das selbstständige Denken von Lernenden gefördert werden (Hogan & Pressley, 1997). Vielfältige Studien in anderen Themenbereichen mit unterschiedlichen Probandengruppen belegen die Wirksamkeit verbaler Unterstützungsmaßnahmen (Hmelo-Silver & Borrows, 2008; Kleickmann et al., 2007; Wood et al., 1976). Daher wird vermutet, dass der Einsatz von gezielten sprachlichen Instruktionen auch in dem Inhaltsgebiet Gleichgewicht von Bauklötzen ein Wissenszuwachs bei sechs- bis siebenjährigen Kindern ermöglicht.

Annahme 3.3: Gezielte sprachliche Instruktionen ermöglichen ein Wissenszuwachs.

d) Kann über den Einsatz kombinierter materialer und verbaler Unterstützungsmaßnahmen (Fotos und gezielte sprachliche Instruktionen) ein Wissenszuwachs erreicht werden?

Da sich sowohl materiale als auch verbale Unterstützungsmaßnahmen als wirksam bei der Umstrukturierung von Vorstellungen erwiesen haben (Drollinger-Vetter & Lipowsky, 2006; Helmke et al., 2007; Hmelo-Silver & Borrows, 2008; Kleickmann et al., 2007; Kleickmann, 2012; Möller et al., 2002; Wood et al., 1976), wird auch der kombinierte Einsatz beider Unterstützungsmaßnahmen in den Blick genommen, dafür werden Befunde aus der Multimediaforschung herangezogen. Einschränkend ist zu berücksichtigen, dass diese sich teilweise nicht auf Kinder im Grundschulalter beziehen.

Bisherige Forschungsarbeiten zeigen hinsichtlich der gleichzeitigen Verarbeitung von Bild und Sprache konträre Befunde. Einerseits weisen Studien nach, dass das Zeigen eines Bildes vor dem Hören gesprochener Sprache das Verständnis begünstigt (Eitel et al., 2013a). Zu diesen Befunden gibt es allerdings auch gegenteilige Ergebnisse (Tabbers et al., 2004; Westelinck et al., 2005). Nachgewiesen wurde eine positive Wirkung bei dem Einsatz einer Kombination materialer und verbaler Unterstützungsmaßnahmen in vielfältigen Studien (Eitel et al., 2013a; Eitel et al., 2013b; Fletcher & Tobias, 2005; Levie & Lentz, 1982; Low

& Sweller, 2005; Peeck, 1994). Daher wird angenommen, dass auch im Inhaltsgebiet Gleichgewicht von Bauklötzen der kombinierte Einsatz von Bildern und gezielten sprachlichen Instruktionen bei sechs- bis siebenjährigen Kindern einen effektiven Wissenszuwachs ermöglicht.

Annahme 3.4: Kombiniertes Einsatz von Fotos und gezielten sprachlichen Instruktionen ermöglicht einen effektiven Wissenszuwachs.

e) Welche der Unterstützungsmaßnahmen ist am effektivsten?

Abschließend erfolgt ein systematischer Vergleich der Unterstützungsmaßnahmen. Auf Basis der genannten Befunde wird vermutet, dass alleinige Handlung zu gar keinem oder nur geringem Wissenszuwachs führt. Sowohl der Einsatz von Fotos als auch von gezielten sprachlichen Instruktionen führt zu einem größeren Wissenszuwachs, unklar ist, ob beide Unterstützungsmaßnahmen zum gleichen Wissenszuwachs führen oder ob eine Maßnahme die Umstrukturierung der Vorstellungen effektiver unterstützt. Es wird angenommen, dass der kombinierte Einsatz von Fotos und gezielten sprachlichen Instruktionen zu dem bestmöglichen Wissenszuwachs führt.

Annahme 3.5: Handlung < Fotos ~ gezielte sprachliche Instruktionen < Kombination gezielte sprachliche Instruktion + Fotos

Diese Annahmen werden mithilfe der folgenden Studie (3) geprüft.

3.7.2 Stichprobe, Methode und Durchführung

Im folgenden Abschnitt wird die Untersuchungsmethodik der Studie 3 beschrieben, die zur Überprüfung der Forschungsfragen und Annahmen 3.1 bis 3.5 durchgeführt wurde (vgl. Leuchter & Naber, 2019). Zunächst werden die Stichprobe und der Ablauf sowie die Erhebungsmethode (Befragung und Intervention) erläutert. Anschließend werden die Ergebnisse präsentiert und diskutiert.

Stichprobe

Die Studie wurde im Stadtgebiet Münster in NRW an fünf Grundschulen in zwölf ersten Klassen durchgeführt. Die Daten wurden zwischen November 2012 und Februar 2013 erhoben, einige Nacherhebungen wurden zwischen November 2013 und Januar 2014 durchgeführt (vgl. Leuchter & Naber, 2019). Keine Schulklasse behandelte zuvor das Thema Gleichgewicht von Bauklötzen im Unterricht. Kinder wurden aus der Stichprobe ausgeschlossen, wenn mindestens eines der folgenden Kriterien auf sie zutraf: Extremwert in Bezug auf Alter, kognitive Fähigkeiten, Sprachverständnis oder zu viele fehlende Werte (z. B. aufgrund einer unvollständigen Teilnahme an der Befragung). Die verbleibende

Stichprobe umfasst insgesamt $N = 127$ Kinder (Alter in Jahren: $M = 6.7$ ($SD = .385$), $Min = 4.5$, $Max = 8.1$).

Ablauf

Um den Forschungsfragen nachzugehen, wurde eine Prä-Post-Studie mit Follow-up-Test durchgeführt. An **Testzeitpunkt 1** haben die Kinder den Prätest zur Beurteilung der Stabilität von Bauklotzanordnungen absolviert. Zudem wurden Geschlecht und Alter der Kinder erhoben. Darüber hinaus wurde zur Erfassung der allgemeinen kognitiven Fähigkeiten mit den Kindern zwei Subtests (Labyrinth, Matrizen) des CFT 1 (Cattell et al., 1997) durchgeführt. Die Sprachfähigkeit der Kinder im Hinblick auf das Sprachverständnis (passiver Wortschatz) sowie das Sprachvermögen (aktiver Wortschatz) wurde vonseiten der Lehrkraft mittels eines Fragebogens mit einer 5-stufigen Skala vorgenommen (vgl. IX Anhang, Teil 1, 1.1 Fragebogen zur Sprachfähigkeitserfassung). Eine Woche später an **Testzeitpunkt 2** wurde eine Lerneinheit (Intervention) im Klassenraum mit einem Teil der Klasse durchgeführt und es erfolgte der Posttest bezüglich der Beurteilung der Stabilität der Bauklotzanordnungen. Weitere vier Wochen später an **Testzeitpunkt 3** folgte der Follow-up-Test zur Beurteilung der Stabilität der Bauklotzanordnungen (vgl. Leuchter & Naber, 2019).

Befragung

Aufgabe der Kinder ist zu beurteilen, ob die hellen Bauklötze einer Anordnung stabil bleiben, wenn der dunkel gefärbte Bauklotz entfernt wird (vgl. Abb. 3.3). Die Befragung umfasst insgesamt 24 Items. Für die Auswertung relevant sind davon sieben stabile und instabile Items (Guttman's $\lambda_2 = .67$; Itemschwierigkeit $\emptyset = .31$; $.13 > x < .52$, vgl. IX Anhang, Teil 2, 2.8 Items der Befragung), diese sind in der Befragung mit leichten Items gemischt. Die Bauklotzanordnungen variieren hinsichtlich ihrer Stabilität und ihrer Symmetrie. Je eine stabile und eine instabile Anordnung sind sehr ähnlich zueinander.

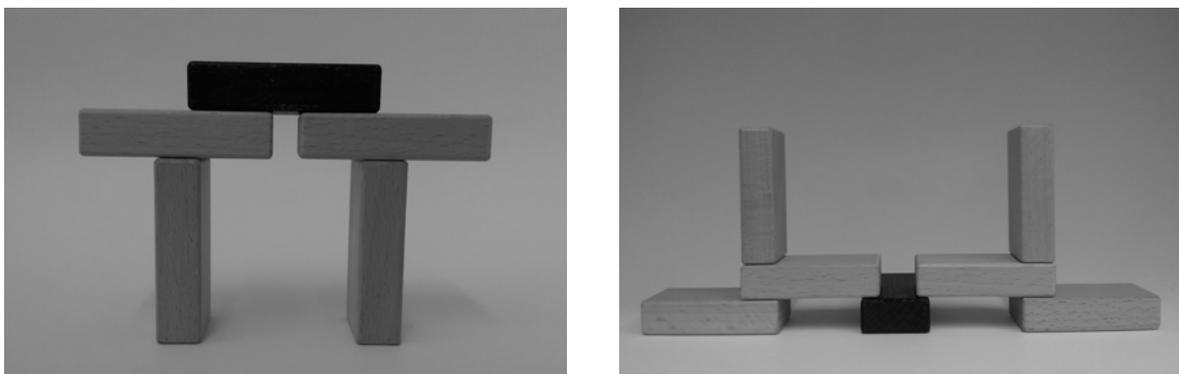


Abb. 3.3: Beispiel für stabile (links) und instabile Anordnungen (rechts)

Geschulte Versuchsleiter führten die ca. 10-minütige Befragung mit Gruppen von ca. 8 Kindern durch (vgl. IX Anhang, Teil 3, 3.1 Leitfaden zur Durchführung der Befragung Studie 3). Einführend (nicht Teil der späteren Befragung) baute der Versuchsleiter eine Anordnung auf, die hielt, wenn der dunkel gefärbte Bauklotz entfernt wird, und eine, die nicht hielt. Anschließend beurteilten die Kinder nacheinander Fotos (schwarz-weiß) mit je einer Bauklotzanordnung, indem sie diese durch Einkreisen (Anordnung stabil) oder Durchstreichen (Anordnung instabil) markierten (vgl. IX Anhang, Teil 3, 3.2 Antworthefte der Kinder Studie 3). Um das Abgucken der Kinder zu verhindern, wurden zwei Heftversionen verwendet, bei welchen die Reihenfolge der Fotos variierte. Die Instruktion bezog sich auf beide Versionen.

Intervention

Die spielbasierte Intervention dauerte ca. 25 Minuten und wurde mit ca. 15 Kindern durchgeführt. Es werden zehn Items aus der Befragung bearbeitet (vgl. IX Anhang, Teil 3, 3.3 Items der Intervention), diese sind aufgrund ihrer Itemschwierigkeit ausgewählt worden (Itemschwierigkeit, $M=.33$; $.14 > x < .52$). Um die Entwicklung des Wissens zur Stabilität von Bauklotzanordnungen anzuregen, baute zunächst der Versuchsleiter für alle Kinder die ersten sechs Bauklotzanordnungen auf und die Kinder beobachteten. Dabei wurden stets Vergleiche ermöglicht zwischen zwei sehr ähnlichen Bauklotzanordnungen. Danach bauten die Kinder vier Bauklotzanordnungen selbst auf, ebenfalls mit Vergleichsmöglichkeiten. Die Frage war dabei immer „Überlege dir, was passiert, wenn du den schwarzen Stein wegnehmen würdest.“ (mit anschließender Pause von ca. 30 Sekunden).

Alle Kinder handelten in der spielbasierten Intervention. Einige Kinder wurden darüber hinaus bei diesem Prozess zusätzlich mit Bildern **und/oder** Sprache unterstützt. Die Kontrollgruppe absolvierte nur den Test und arbeitete zwischendurch gleich lang zu einem anderen Inhaltsbereich (vgl. Tab. 3.2, für eine detaillierte Beschreibung, was die Gruppen mit oder ohne Unterstützung durch Sprache und/oder Bilder genau kennzeichnet s. Tab 3.3, vgl. IX Anhang, Teil 3, 3.4 Leitfaden zur Durchführung der Intervention, vgl. Leuchter & Naber, 2019).

Tab. 3.2: Stichprobenverteilung bezüglich der Experimentalgruppen

	Ohne Fotos	Mit Fotos
Handlung/Minimalinstruktion	N = 30	N = 25
Gezielte sprachliche Instruktionen	N = 29	N = 20
Kontrollgruppe N = 23		

Tab. 3.3: Aktivität und Instruktion der jeweiligen Unterstützungsmaßnahmen

zusätzliche Unterstützung	Aktivität	Instruktion
Handlung/ Minimalinstruktion	Beobachten + Überlegen selber bauen	„Überlege dir, was passiert, wenn du den schwarzen Stein wegnehmen würdest“ „Baue!“
Handlung/ Minimalinstruktion + Bilder	Beobachten + Überlegen Bild ansehen und beschreiben selber bauen nach Bild	„Überlege dir, was passiert, wenn du den schwarzen Stein wegnehmen würdest“ „Was siehst du, beschreibe.“ „Baue!“
Handlung + gezielte sprachliche Instruktionen	Beobachten + Überlegen Fragen stellen Erklärungen einfordern Austausch von Ideen anregen selber bauen	„Überlege dir, was passiert, wenn du den schwarzen Stein wegnehmen würdest“ „Warum bleibt es stehen?“ „Was meinst du dazu?“ „Das hält, weil die Steine sich viel berühren.“ „Baue!“
Handlung + Bilder + gezielte sprachliche Instruktionen	Beobachten + Überlegen Bild ansehen und beschreiben Fragen stellen Erklärungen einfordern Austausch von Ideen anregen selber bauen	„Überlege dir, was passiert, wenn du den schwarzen Stein wegnehmen würdest“ „Was siehst du, beschreibe.“ „Warum bleibt es stehen?“ „Was meinst du dazu?“ „Das hält, weil die Steine sich viel berühren.“ „Baue!“

3.7.3 Ergebnisse

Im Folgenden werden zunächst die zur Auswertung herangezogenen Werte benannt. Anschließend werden die Ergebnisse präsentiert. Auf dieser Basis können in der Diskussion die forschungsleitenden Annahmen 3.1 bis 3.5 bestätigt oder widerlegt werden.

Auswertungsmethode

Für die Ergebnisse wird die durchschnittliche Anzahl korrekter Lösungen analysiert. Maximal sind sieben Bauklotzanordnungen relevant. Bei den erreichten Leistungen ist zu berücksichtigen, dass bei 50% das Zufallsniveau liegt, da die Kinder die Wahl zwischen zwei Antwortmöglichkeiten (Anordnung stabil, Anordnung fällt zusammen) haben. Bei Tests bezüglich der Signifikanz sind alle p zweiseitig getestet mit dem Signifikanzniveau $\alpha=0.05$. Die Unterschiede über die drei Testzeitpunkte werden für die Experimentalgruppen bzw. die Kontrollgruppe über allgemeine lineare Modelle mit Messwiederholung berechnet. Betrachtet wird die Entwicklung der Vorstellungen zwischen dem ersten und dem dritten

Testzeitpunkt, da langfristiges, nachhaltiges Lernen das Ziel einer Lerneinheit bzw. von Unterricht ist.

Nachweis gleicher Voraussetzungen aller Experimentalgruppen

Die Experimentalgruppen sowie die Kontrollgruppe unterscheiden sich nicht im Hinblick auf ihre kognitiven Fähigkeiten und das Vorwissen ($CFT_{\text{Matrizen}}: F(4,120) = 1.106, p = .357, \eta^2 = .36$; $CFT_{\text{Labyrinth}}: F(4,120) = 1.106, p = .357, \eta^2 = .036$; Vorwissen: $F(4,122) = .730, p = .573, \eta^2 = .023$). Alter und Sprachfähigkeit sind allerdings nicht in allen Gruppen vergleichbar (Alter: $F(4,122) = 3.226, p = .015, \eta^2 = .096$; Sprachfähigkeit: $F(4,122) = 5.733, p < .001, \eta^2 = .158$).

Auswertung bezogen auf die Entwicklung jeder Experimentalgruppe

Für den Wissenszuwachs, gemessen über die Anzahl der richtigen Lösungen, ergeben sich für die Experimentalgruppen und die Kontrollgruppe folgende Resultate (vgl. Abb. 3.4):

Unterstützungsmaßnahme: Bild + gezielte sprachliche Instruktionen

Die Kinder beurteilten 2.10 Anordnungen ($SD = 1.65$) am Testzeitpunkt 1, 4.55 Anordnungen ($SD = 1.36$) am Testzeitpunkt 2 und 4.05 Anordnungen ($SD = 1.82$) am Testzeitpunkt 3 durchschnittlich richtig mit Bildern und gezielten sprachlichen Instruktionen als Unterstützungsmaßnahme in der spielbasierten Intervention. Ihre Leistungen am Testzeitpunkt 1 unterscheiden sich signifikant von ihren Leistungen am Testzeitpunkt 3 ($F(1,19) = 29.52, p < .001, \eta^2 = .61$; vgl. Abb. 3.4).

Unterstützungsmaßnahme: gezielte sprachliche Instruktionen

Die Kinder beurteilten 2.28 Anordnungen ($SD = 1.56$) am Testzeitpunkt 1, 3.45 Anordnungen ($SD = 1.57$) am Testzeitpunkt 2 und 3.48 Anordnungen ($SD = 1.53$) am Testzeitpunkt 3 durchschnittlich richtig mit gezielten sprachlichen Instruktionen als Unterstützungsmaßnahme in der spielbasierten Intervention. Ihre Leistungen am Testzeitpunkt 1 unterscheiden sich signifikant von ihren Leistungen am Testzeitpunkt 3 ($F(1,28) = 20.84, p < .001, \eta^2 = .43$; vgl. Abb. 3.4).

Unterstützungsmaßnahme: Bild

Die Kinder beurteilten 1.92 Anordnungen ($SD = 1.61$) am Testzeitpunkt 1, 3.72 Anordnungen ($SD = 1.86$) am Testzeitpunkt 2 und 3.96 Anordnungen ($SD = 1.49$) am Testzeitpunkt 3 durchschnittlich richtig mit Bildern als Unterstützungsmaßnahme in der spielbasierten Intervention. Ihre Leistungen am Testzeitpunkt 1 unterscheiden sich signifikant von ihren Leistungen am Testzeitpunkt 3 ($F(1,24) = 30.10, p < .001, \eta^2 = .56$; vgl. Abb. 3.4).

Unterstützungsmaßnahme: Handlung

Die Kinder beurteilten 2.17 Anordnungen ($SD = 1.74$) am Testzeitpunkt 1, 3.23 Anordnungen ($SD = 1.87$) am Testzeitpunkt 2 und 2.37 Anordnungen ($SD = 1.79$) am Testzeitpunkt 3 durchschnittlich richtig, welche in der spielbasierten Intervention ohne zusätzliche Unterstützungsmaßnahme handelten. Ihre Leistungen zeigen über alle Testzeitpunkte keine Entwicklung ($F(1,29) = 0.31, p = .579, \eta^2 = .01$; vgl. Abb. 3.4).

Kontrollgruppe

Kinder aus der Kontrollgruppe, welche gleich lang zu einem anderen Inhaltsgebiet arbeiteten, beurteilen 2.70 Anordnungen ($SD = 1.66$) durchschnittlich am Testzeitpunkt 1, 2.65 Anordnungen ($SD = 1.99$) am Testzeitpunkt 2 und 2.78 Anordnungen ($SD = 1.98$) am Testzeitpunkt 3 richtig. Ihre Leistungen bleiben über alle Testzeitpunkte unverändert ($F(1,22) = 0.11, p = .747, \eta^2 < .01$; vgl. Abb. 3.4).

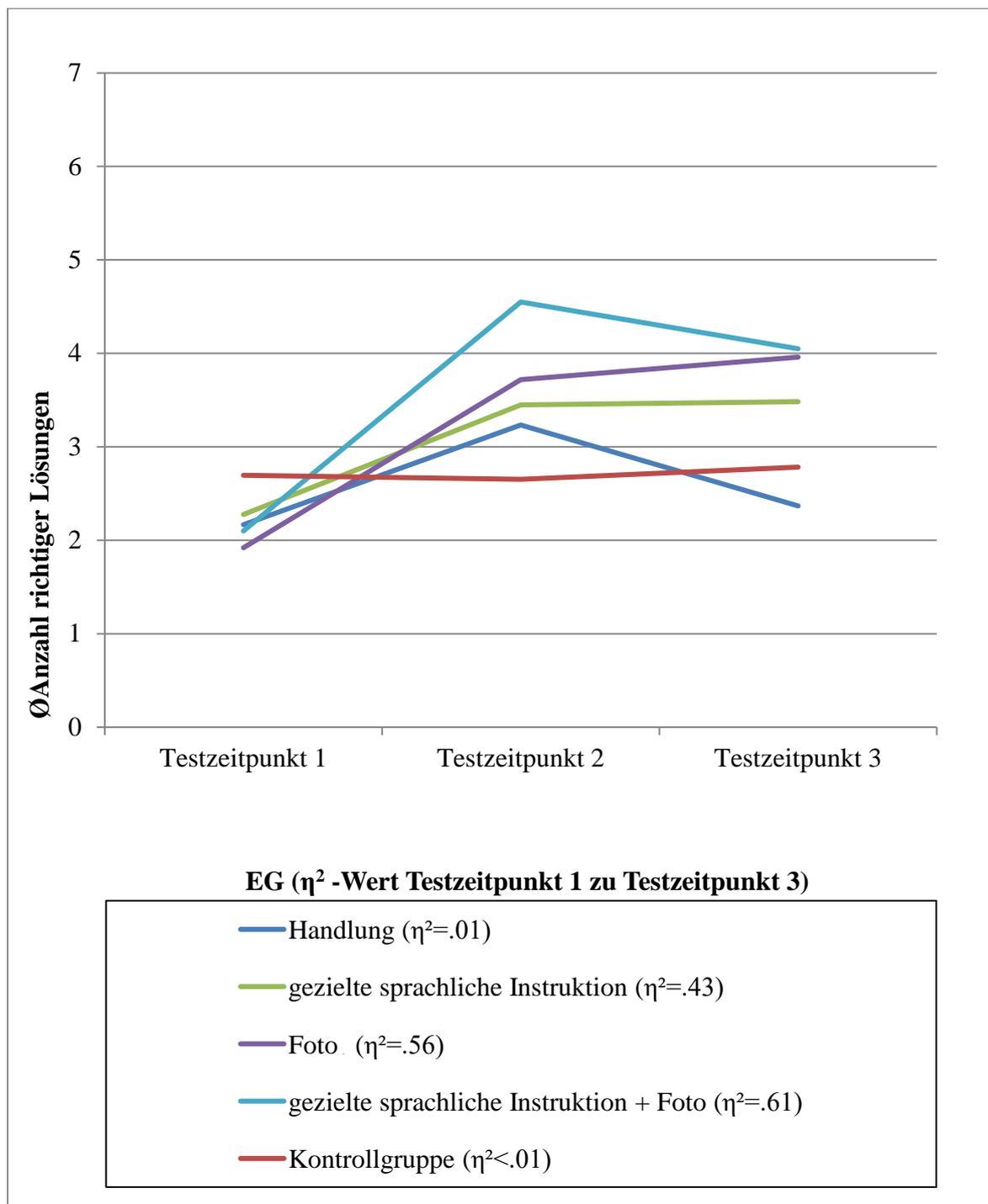


Abb. 3.4: Ergebnisse der Studie – Anzahl der richtigen Lösungen der Experimentalgruppen

3.7.4 Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Studie (3) bestand darin, herauszufinden, wie Kinder beim Lernen zum Inhaltsgebiet Gleichgewicht von Bauklötzen unterstützt werden können. Dafür wurde mit sechs- bis siebenjährigen Kindern eine Prä-Post-Studie mit Follow-up-Test durchgeführt. In einer 25-minütigen Lerneinheit (spielbasierte Intervention) beobachteten und handelten alle Kinder zum Gleichgewicht von Bauklötzen. Je nach Experimentalgruppe wurden die Kinder zusätzlich durch gezielte sprachliche Instruktionen und/oder Fotos

unterstützt. In der Befragung beurteilten die Kinder Bauklotzanordnungen auf Fotos bezüglich ihrer Stabilität.

Diskussion im Hinblick auf die forschungsleitenden Annahmen

Es folgt zunächst die Diskussion im Hinblick auf die forschungsleitenden Annahmen und die Methode. Darauf folgt ein Ausblick auf weitere Studien.

Im Hinblick auf die **Annahme 3.1 (Handelnd wird kein Wissenszuwachs erreicht)** stimmen die vorliegenden Ergebnisse mit den Studien in anderen Inhaltsgebieten überein (Leuchter et al., 2014; Möller, 2004). Erfahrungen am Material bilden zwar die Grundlage des Denkens, scheinen darüber hinaus für ein erfolgreiches Anregen von Denk- und Verstehensprozessen durch weitere Maßnahmen ergänzt werden zu müssen (vgl. Aebli, 1983a; Leuchter et al., 2014; Möller, 2004). Die Annahme 3.1, dass alleiniges Handeln kein Wissenszuwachs ermöglicht, kann als bestätigt angesehen werden.

Bezüglich der **Annahme 3.2 (Fotos ermöglichen ein Wissenszuwachs)** zeigt sich in der vorliegenden Studie, dass Bilder in Form von Fotos einen Wissenszuwachs in diesem Inhaltsgebiet unterstützen. Die Effektstärke kann als groß eingestuft werden ($\eta^2 = .56$) (Cohen, 1988) und deutet darauf hin, dass Fotos eine sehr effektive Unterstützungsmaßnahme sind. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit Studien in anderen Themenbereichen, welche die Wirksamkeit materialer Unterstützungsmaßnahmen nachweisen (Drollinger-Vetter & Lipowsky, 2006; Kleickmann et al., 2007; Kleickmann, 2012; Möller et al., 2002). Einerseits kann über Bilder in der Intervention eine Entlastung des Arbeitsgedächtnisses erreicht werden (Aebli, 1983b). Andererseits übernehmen die Fotos bei dieser Aufgabenstellung eine besondere Repräsentationsfunktion, indem sie auch nach dem Ausprobieren der Kinder dokumentieren, wie die Anordnungen vor dem Wegnehmen des schwarzen Steins ausgesehen haben. Die Annahme 3.2 kann zwar als bestätigt angesehen werden, die Ergebnisse zeigen darüber hinaus, dass Bilder ein Wissenszuwachs nicht nur ermöglichen, sondern stark unterstützen.

Bezogen auf die **Annahme 3.3 (Gezielte sprachliche Instruktionen ermöglichen einen Wissenszuwachs)** stimmen die Resultate der vorliegenden Studie mit anderen Studien überein (Hmelo-Silver & Borrows, 2008; Kleickmann et al., 2007; Wood et al., 1976). Die Effektstärke ist im Vergleich zu der materialen Unterstützungsmaßnahme durch die Bilder kleiner, kann dennoch als groß eingestuft werden ($\eta^2 = .43$, Cohen, 1988). Das bedeutet, dass auch gezielte sprachliche Instruktionen ein Wissenszuwachs in dem Inhaltsgebiet Gleichgewicht von Bauklötzen unterstützen. Die Annahme 3.3 kann somit als bestätigt angesehen werden.

Letztlich wurde mit der **Annahme 3.4 (Kombination von Fotos + gezielten sprachlichen Instruktionen ermöglicht einen effektiven Wissenszuwachs)** geprüft, ob ein kombinierter Einsatz von Fotos und gezielten sprachlichen Instruktionen einen effektiven Wissenszuwachs ermöglicht. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen eine leistungsverbessernde Wirkung der Kombination beider Unterstützungsmaßnahmen. Die sehr große Effektstärke (Cohen, 1988) ist ein Hinweis für die Wirksamkeit der Unterstützungsmaßnahmen ($\eta^2 = .61$). Diese positive Wirkung der Kombination beider Unterstützungsmaßnahmen wurde auch in anderen Studien nachgewiesen (Eitel et al., 2013a; Eitel et al., 2013b; Fletcher & Tobias, 2005; Levie & Lentz, 1982; Low & Sweller, 2005; Peeck, 1994). Die Annahme 3.4 kann somit ebenfalls als bestätigt angesehen werden. Im Hinblick auf den Vergleich der Unterstützungsmaßnahmen (**Annahme 3.5: Handlung < Bild ~ gezielte sprachliche Instruktionen < Kombination gezielte sprachliche Instruktionen + Fotos**) zeigt die vorliegende Studie, dass alleinige Handlung zu keinem langfristigen Wissenszuwachs führt. Darüber hinaus zeigt sich, entgegen der Annahme 3.5, dass Sprache allein zwar den Wissenszuwachs unterstützt, Bilder als Unterstützungsmaßnahme allerdings effektiver sind. Wie angenommen, zeigt der kombinierte Einsatz beider Unterstützungsmaßnahmen den effektivsten Wissenszuwachs. Der Vorteil von Bildern gegenüber Sprache als Unterstützungsmaßnahme könnte darin begründet sein, dass Bilder im Zusammenhang mit dem Inhaltsgebiet Gleichgewicht als repräsentationale Modelle fungieren, die einerseits als Erinnerungsstütze dienen und andererseits die Übertragung von dem realen Gegenstand zum Foto (3D→2D) unterstützen.

Diskussion der Methode

Hinsichtlich der Erhebungsmethode sind die zwei Antwortoptionen, die sich aus dem fachlichen Hintergrund ergeben (stabil, nicht stabil), zu berücksichtigen. Sie führen zu einem Zufallsniveau von 50%. Betrachtet man die Ergebnisse vor diesem Hintergrund, so erreichen die Kinder nach der kurzen Intervention nur unter den Bedingungen Sprache, Bilder sowie der Kombination aus beiden Leistungen knapp über bzw. auf Zufallsniveau. Darüber hinaus ist die Nähe zwischen den Items aus der Befragung und den in der Intervention bearbeiteten Bauklotzanordnungen methodisch als kritisch zu betrachten. Zudem haben die Gruppen im Hinblick auf Alter und Sprache keine einheitlichen Voraussetzungen. Die Spracheinschätzung durch die Lehrpersonen ist möglicherweise zu subjektiv, hier sollte in Folgestudien ein standardisierter Sprachtest eingesetzt werden.

Ausblick auf weitere Studien

In weiteren Studien könnte eine **Implementation in größeren Gruppen mit einer längeren Intervention**, möglicherweise über mehrere Unterrichtsstunden, wie es in Unterrichtsreihen in der Regel der Fall ist, angestrebt und im zweiten Schritt evaluiert werden. Mithilfe einer **Transferaufgabe** könnte ein ‚*learning for the test*‘ ausgeschlossen und ein tatsächlicher Wissenszuwachs nachgewiesen werden. Des Weiteren könnte die **sprachliche Instruktion** genauer in den Blick genommen werden: Welcher Impuls (z. B. Zusammenfassen, Einfordern von Begründungen) unterstützt Kinder bestmöglich? Auch der Zusammenhang zwischen der sprachlichen Instruktion und dem Herstellen von Vergleichen könnte tiefergehend erforscht werden. Darüber hinaus können zusätzliche Unterstützungsmaßnahmen im Sinne eines adaptiven Scaffoldings für einzelne Kinder in den Blick genommen werden. Dafür ist es sinnvoll, zunächst **Lernverläufe einzelner Kinder** in den bereits bestehenden Daten in den Blick zu nehmen. Darüber hinaus wäre es denkbar, im Hinblick auf die **Anschlussfähigkeit des Wissens** zu untersuchen, ob Kinder mit viel, mittel oder wenig Vorwissen am besten dazulernen.

III Fazit

In dem folgenden Kapitel werden die durchgeführten Studien abschließend zusammengefasst. Schlussfolgerungen für die Praxis werden in dem darauffolgenden Kapitel skizziert. Eine abschließende Bewertung rundet die Arbeit ab.

Zusammenfassende Betrachtung der Ergebnisse

Die eingangs präsentierten Studien (Studie 1, 2a, 2b und 2c) beziehen sich auf bereits vorhandene Vorstellungen von Kindern zum Thema Gleichgewicht. Konkret wurde untersucht, welche Leistungen Kinder im Übergang von Kindergarten zur Grundschule bei der Beurteilung der Stabilität von Bauklotzanordnungen zeigen.

In Teil 1 dieser Dissertation wurde überprüft, welchen Einfluss Vergleichsmöglichkeiten auf die Leistung sechs- bis siebenjähriger Kinder bei der Beurteilung der Stabilität von Bauklotzanordnungen haben. Vergleichsmöglichkeiten bei diesen Aufgaben reichen allein nicht aus, eine verbale Beschreibung erhöht die Leistungen von Kindern beim erfolgreichen Abgleichen der Bauklotzanordnungen und beim Schlussfolgern hinsichtlich ihrer Stabilität deutlich. Die verbale Beschreibung wirkt allerdings nur gemeinsam mit den Vergleichsmöglichkeiten, bei der einzelnen Präsentation zeigt sich diese leistungsverbessernde Wirkung nicht.

Im zweiten Teil dieser Dissertation wurde untersucht, woran Kinder sich bei der Beurteilung der Stabilität von Bauklotzanordnungen orientieren. Es wurden Items entwickelt, bei welchen die Orientierung an geometrischer Mitte oder am Massenmittelpunkt zu unterschiedlichem Urteil führt. Es zeigt sich bei Kindern zwischen fünf und neun Jahren eine kontinuierliche Entwicklung der Fähigkeit, die Stabilität der Bauklotzanordnungen zu beurteilen. Bei den Fünfjährigen orientiert sich kein Kind am Massenmittelpunkt, bei den Neunjährigen über 50%. Der prozentuale Anteil der Kinder, welche sich an der geometrischen Mitte orientieren, nimmt mit dem Alter ab von ca. 57% auf ca. 21% (Studie 2a). Die Studien 2b und 2c analysieren die schwierigkeitsbestimmenden Merkmale (Symmetrie/Asymmetrie) und untersuchen ihren Einfluss auf die Leistung sechs- bis siebenjähriger Kinder bei der Beurteilung der Stabilität von Bauklotzanordnungen. Bei der Analyse der Itemschwierigkeiten zeigt sich, dass es Kindern leichter fällt, symmetrische Objekte korrekt hinsichtlich ihrer Stabilität zu beurteilen, als dies bei asymmetrischen Objekten der Fall ist. In den Begründungen lassen sich *Mitte*, *Abstand* und *Gewicht* als von Kindern genannte schwierigkeitsbestimmende Merkmale identifizieren, diese stimmen mit den lösungsrelevanten Dimensionen aus Studie 2 überein.

Zusammenfassend zeigt sich in diesen durchgeführten Studien, dass Kinder in der Schuleingangsphase erste Vorstellungen zur Stabilität von Bauklotzanordnungen haben. Über verschiedene Analysen wurden schwierighkeitsbestimmende Merkmale bzw. lösungsrelevante Dimensionen identifiziert. Es zeigt sich, dass sich Kinder mit ca. fünf Jahren eher an der geometrischen Mitte orientieren und somit die Abstandsdimension einbeziehen, bei den Neunjährigen berücksichtigen hingegen knapp über die Hälfte bereits den Massenmittelpunkt. Folglich reicht die „Bauerfahrung“ von Kindern nicht aus, um die Fähigkeit, Bauklotzanordnungen bezüglich ihrer Stabilität zu beurteilen, vollständig zu entwickeln.

Deshalb wurde in Studie 3 untersucht, inwieweit sich eine Entwicklung der Vorstellungen zur Stabilität von Bauklotzanordnungen mithilfe verschiedener Unterstützungsmaßnahmen innerhalb einer kurzen Lerneinheit anregen lässt. Dabei wurden verschiedene materiale und verbale Unterstützungsmaßnahmen in Form von Fotos und gezielten sprachlichen Instruktionen in einem systematischen Vergleich gegenübergestellt. Die Ergebnisse weisen nach, dass bereits mit einer kurzen Lerneinheit ein Wissenszuwachs bei Siebenjährigen angeregt werden kann, insbesondere wenn sie durch Fotos und gezielte Instruktionen unterstützt werden.

Bleibt offen, welche Schlussfolgerungen sich für die Umsetzung in Kindergarten und Schule aus der vorliegenden Forschungsarbeit ergeben. Diese stehen im Fokus des nächsten Kapitels.

Schlussfolgerungen für die Praxis

Basierend auf den Erkenntnissen der vorliegenden Dissertation können forschungsbasiert erste Ideen für spielerische Lernangebote in Kindergarten und Schule entwickelt werden. Mit den Lernangeboten kann die Fähigkeit geschult werden, das Gleichgewicht von Objekten zu beurteilen. Abschließend wird eine beispielhafte Unterrichtsreihe präsentiert. Das Gleichgewicht (von Bauklötzen) stellt einen Grundsachverhalt der Statik dar. Mit der Thematisierung wird demzufolge Basiswissen geschaffen, das als Anknüpfungspunkt für später angestrebte Kompetenzerwartungen der technischen Perspektive dienen kann, z. B. die Stabilität bei technischen Bauwerken in Form von Brücken, Türmen o. Ä. (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts, 2013; Möller, Jonen, Hardy & Stern, 2002). Als Kompetenzerwartung am Ende der Klasse 2 steht bspw. im Lehrplan NRW (Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW, 2008; Bereich: Technik und Arbeitswelt, Schwerpunkt: Bauwerke und Konstruktionen), dass Schülerinnen und Schüler mit einfachen Werkstoffen Modelle von Bauwerken (z. B. Brücken, Türme) bauen (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2008).

Verknüpft mit den inhaltlichen Zielen können bei diesem Inhaltsgebiet die methodischen Kompetenzen bezüglich der naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweise mit gezielten Aufgabenstellungen angewendet (Vermuten, Überprüfen) und das Begründen eingeübt werden.

Um Gleichgewicht für Kinder erfahrbar zu machen, gibt es viele Möglichkeiten. Unter anderem können Bauklötze als Material genutzt werden, in dem diese z. B. handelnd ausbalanciert werden. Da bei symmetrischen Bauklötzen geometrische Mitte und Massenmittelpunkt übereinstimmen, eignen sich insbesondere asymmetrische Bauklötze, um Lernentwicklungen zum Massenmittelpunkt herauszufordern und zu fördern.

Kinder verwenden zunächst selbstgewählte Begriffe. So wird z. B. statt geometrischer Mitte der Begriff „Mitte“ verwendet sowie symmetrisch bzw. asymmetrisch nicht als Wort benutzt, sondern umschrieben, z. B. mit „*der Bauklotz ist auf beiden Seiten gleich*“ bzw. „*nicht gleich*“. Auch beim Massenmittelpunkt geht es um eine Beschreibung der Tatsache, nicht um den Begriff selbst. In höheren Jahrgangstufen können die Fachbegriffe eingeführt werden.

Vergleichsmöglichkeiten zwischen zwei Bauklotzanordnungen können von Kindern sinnvoll genutzt werden, sofern eine verbale Beschreibung dazu erfolgt. Dass gezielte Instruktionen zusammen mit Fotos am meisten zu der Entwicklung der Vorstellungen von Kindern beitragen, wurde in dieser Dissertation nachgewiesen. So werden Kinder auf die Unterschiede zwischen den Bauklotzanordnungen aufmerksam und können, wenn eine Anordnung zusammenfällt, auf dem Foto nachher noch sehen, wie diese vorher aussah.

Im Folgenden wird aufgezeigt, wie mögliche Lernangebote aussehen können.

Spielerische Lernangebote

Wichtig ist, dass Kinder vor solchen spielerischen Lernangeboten zum Gleichgewicht Übungen zum genauen Hinschauen und zum Nachbauen durchlaufen, um z. B. Unterschiede wahrzunehmen. Nur so wird gewährleistet, dass sie die Lernangebote anschließend korrekt absolvieren können. Die folgenden Lernangebote wurden am Seminar für Didaktik des Sachunterrichts der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster unter der Mithilfe von Mitarbeitenden und Studierenden sowie kooperierenden Lehrpersonen weiterentwickelt.

Angebot 1

Kinder suchen sich eine Karte mit einer Bauklotzanordnung aus und nehmen sich die passende Anzahl Bausteine aus einer Kiste. Aufgabe ist es, die Bauklotzanordnung nachzubauen, sodass sie genauso aussieht wie auf der Karte (vgl. Abb. 4.1). Die Überprüfung erfolgt durch eine Pädagogische Fachkraft bzw. Lehrperson oder ein anderes Kind. Auf

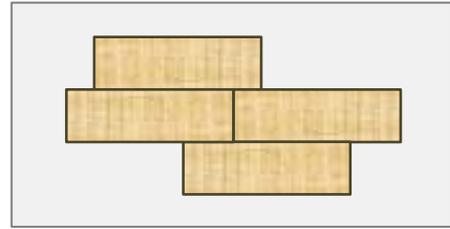


Abb. 4.1: Beispielhafte Karte mit Bauklotzanordnung zum Nachbauen (Angebot 1)

den Karten können Abbildungen oder Fotos von Bauklötzen sein. Die Bauklotzanordnungen sollten in der Anzahl der Bauklötze und im Schwierigkeitsgrad variieren.

Angebot 2

Kinder legen die Steine so aufeinander, dass die Striche eine Linie bilden. Mit dieser Aufgabe finden Kinder heraus, dass symmetrische Bauklötze stabil bleiben, wenn sie genau in der Mitte liegen bzw. herunterfallen, wenn sie dies nicht tun (vgl. Abb. 4.2).

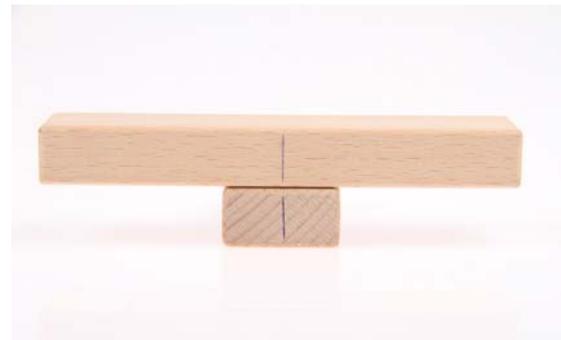


Abb. 4.2: Bauklötze mit Strichen (Angebot 2)

Mit der Hinzunahme weiterer Bauklötze werden erste Erfahrungen mit der Verknüpfung von Abstands- und Gewichtsdimension gesammelt. Folgende Fragen kann die Pädagogische Fachkraft bzw. Lehrperson stellen, um das Lernen von Kindern anzuregen:

- *Wozu sind die Striche da?*
- *Was passiert, wenn du die Bauklötze verschiebst?*
- *Verschiebe die Bauklötze. Wenn du möchtest, kannst du Bauklötze dazu nehmen.*
- *Was musst du machen, damit der obere Stein liegen bleibt?*

Angebot 3

Aufgabe der Kinder ist es, die Bauklotzgebilde auf dem Stab zu platzieren, sodass sie stabil liegen bleiben. Bei dieser Aufgabe können Kinder herausfinden, dass symmetrische Bauklötze an der Mitte ausgerichtet werden müssen und dass bei asymmetrischen der Massenmittelpunkt einbezogen werden muss (vgl. Abb. 4.3).



Abb. 4.3: Bauklotzgebilde, welche auf dem Stab ausbalanciert werden (Angebot 3)

Anregende sprachliche Unterstützungsmaßnahmen können folgende Fragen sein:

- *Wie musst du den Bauklotz auf den Stab legen, damit er liegen bleibt?*
- *Markiere mit einem Klebepunkt die Stelle, an der der Bauklotz auf dem Stab liegen bleibt.*
- *Was fällt dir auf?*
- *(Warum ist das so?)*

Angebot 4

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, Kindern zwei sehr ähnliche Bauklotzanordnungen zu zeigen. Kinder sollen herausfinden, welches der Gebilde nachgebaut werden kann und welches nicht, sowie begründen, warum das so ist (vgl. Abb. 4.4).



Abb. 4.4: Paare von Bauklotzanordnungen, jeweils eine Anordnung kann nachgebaut werden, eine nicht (Angebot 4)

Angebot 5

Kinder sehen Fotos von Bauklotzanordnungen im Vergleich (vgl. Abb. 4.5) und sollen die Frage beantworten „*Was passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehme? Kippt das Gebilde oder bleibt es stehen? Und warum?*“.



Abb. 4.5: Vorhersage zu Bauklotzanordnungen im Vergleich (Angebot 5)

Eine zusätzliche Aufgabe könnte sein, das Gebilde so zu verändern, dass es kippt, wenn der schwarze Stein weggenommen wird bzw. dass es stehen bleibt, wenn der schwarze Stein weggenommen wird.

Angebot 6

Kinder spielen „Hält es oder fällt es?“ (Hostert, 2013). Kinder erhalten Bildkarten mit Bauklotzanordnungen, die halten, und Bildkarten von Bauklotzanordnungen, die nicht halten (ca. 14 Stück, vgl. Abb. 4.6). Nacheinander wird immer eine Bildkarte aufgedeckt. Wer schneller „hält“ oder „fällt“ ruft, kann einen Punkt gewinnen. Zur Überprüfung wird die Bauklotzanordnung aufgebaut. Den Punkt gibt es nur, wenn die Ansage „hält“ oder „fällt“ richtig war.

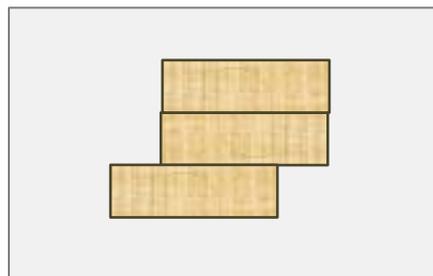


Abb. 4.6: Beispielhafte Karte des Spiels „Hält es oder fällt es?“ (Angebot 6)

Diese Lernangebote können einzeln oder integriert in einer Unterrichtsreihe bearbeitet werden. Ein Beispiel wird im Folgenden skizziert.

Unterrichtsreihe

Thema der Unterrichtsreihe

Bauen mit Bauklötzen – Handlungsorientierte Auseinandersetzung mit dem Gleichgewicht von Bauklötzen zur Heranführung an einen Grundsachverhalt der Statik unter Berücksichtigung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen (Begründen, Vermuten und Überprüfen) im Hinblick auf die Erschließung der gebauten Umwelt.

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler nehmen Eigenschaften der Bauklötze wahr, ordnen sie nach verschiedenen Kriterien (z. B. Farbe, Form, Größe) und kennen relevante (Fach-)Begriffe (z. B. Mitte, symmetrisch, asymmetrisch). Die Schülerinnen und Schüler erkunden handelnd das Gleichgewicht von symmetrischen und asymmetrischen Bauklötzen und erkennen, dass symmetrische Bauklötze in der Mitte und asymmetrische Bauklötze nicht in der Mitte ausbalanciert werden und gewinnen so erste Einsichten hinsichtlich des Massenmittelpunkts. Die Schülerinnen und Schüler beurteilen die Stabilität von Bauklotzanordnungen unter Einbezug des Massenmittelpunkts und wenden ihr Wissen in spielerischen Bausituationen an. Die Schülerinnen und Schüler wenden mithilfe gezielter Aufgabenstellungen naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen (Vermuten, Überprüfen) an und üben sich im Begründen.

Aufbau

- Das weiß ich schon – Erfassung der Vorstellungen zum Gleichgewicht durch Beurteilung der Stabilität von Bauklotzanordnungen (Prätest) sowie Sammeln spielerischer Erfahrungen beim freien Bauen mit Bauklötzen.
- Wir nehmen die Bauklötze unter die Lupe – Vergleich von Bauklötzen und Sortieren nach verschiedenen Ordnungskriterien (z.B. Farbe, Form, Größe) zur Herausstellung relevanter Eigenschaften (z. B. symmetrisch bzw. asymmetrisch).
- Wir balancieren Bauklötze aus – Handelnde Erprobung des Gleichgewichts von symmetrischen und asymmetrischen Bauklötzen im Hinblick auf den Einbezug des Massenmittelpunkts unter besonderer Berücksichtigung des Übens von Begründungen.
- Was passiert, wenn...? – Produktive Auseinandersetzung mit der Stabilität von Bauklotzanordnungen zur Festigung des erlernten Wissens (Einbezug des Massenmittelpunkts) mit vorheriger Vermutung und Verbalisierung einer Begründung sowie anschließender Überprüfung.
- Hält es oder fällt es? – Anwendung des erlernten Wissens (Einbezug des Massenmittelpunkts und Denk- und Arbeitsweisen Vermuten, Begründen, Überprüfen) in dem Spiel „Hält es oder fällt es?“.
- Das weiß ich jetzt! – Erfassung des Wissenszuwachses zum Gleichgewicht durch Beurteilung der Stabilität von Bauklotzanordnungen (Posttest) sowie Rückblick auf den Lernprozess.

Diese Basisfähigkeiten zum Gleichgewicht können anschließend in weiterführenden Unterrichtssequenzen, z. B. zum Thema *Türme* oder *Brücken* weiterentwickelt werden.

IV Abschließende Bewertung

Im Hinblick auf das Ziel dieser Dissertation, ausgehend von vorliegenden Befunden aus der Lern- und Entwicklungspsychologie, weitere Erkenntnisse bezüglich vorhandener Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen bei drei- bis neunjährigen Kindern zu gewinnen, konnten einige neue Resultate erlangt werden. Zudem wurden erste didaktische Überlegungen im Hinblick auf naturwissenschaftlichen Unterricht zu dem Lerngegenstand Gleichgewicht von Objekten mit Bauklötzen als Material entwickelt sowie die Wirkung verschiedener Unterstützungsmaßnahmen untersucht.

Hergeleitet aus der Tatsache, dass Bauklotzanordnungen stabil sind oder zusammenfallen, und daher ein Vergleich zweier Situationen naheliegt, wurden bestehende Befunde zum Abgleichen und Schlussfolgern (Gentner, 1983; DeLoache, 1995a; 1995b; 2011) auf das

Inhaltsgebiet übertragen. Angelehnt an bestehende Ergebnisse wurden verschiedene Erhebungsmethoden systematisch unter Berücksichtigung von Vergleichsmöglichkeiten gegenübergestellt (Studie 1).

Bestehende Ergebnisse zum Gleichgewicht von Einzelobjekten (Krist, Horz & Schönfeld, 2005; Krist, 2010) konnten für zusammengesetzte Bauklotzanordnungen repliziert werden (Studie 3a). Bereits identifizierte schwierigkeitsbestimmende Merkmale bzw. lösungsrelevante Dimensionen (Bonawitz, van Schijndel, Friel & Schulz, 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Pine & Messer, 1999; Pine, Lufkin, Kirk & Messer, 2007) konnten ebenfalls für zusammengesetzte Bauklotzanordnungen durch unterschiedliche Methoden (beobachtungsbasierte Beurteilung mit neuentwickelten Items, Analyse der Itemschwierigkeiten, Begründungen) bestätigt werden (Studie 2a, 2b, 2c).

Überwiegend wurde mit sechs- bis siebenjährigen Kindern gearbeitet, weil sich dieses Alter als Entwicklungszeitpunkt in bestehenden Studien herausgestellt hat (Bonawitz et al., 2012; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974; Krist et al., 2005; Krist, 2010; Pine & Messer, 1999), eine Analyse verschiedener Altersgruppen im Hinblick auf die Fähigkeit, Bauklotzanordnungen bezüglich ihrer Stabilität einzuschätzen, zeigt zudem deutlich eine kontinuierliche Entwicklung mit dem Alter (Studie 2a).

Wenige Studien untersuchen die Entwicklung von Vorstellungen zum Gleichgewicht von Bauklötzen (Murphy & Messer, 2000; Peters, Davey, Messer & Smith, 1999; Pine, Messer & Godfrey, 1999; Pine, Messer & John, 2002; Pine & Messer, 2003; Pine, Lufkin & Messer, 2004) bisher überwiegend in Eins-zu-eins-Situationen unter laborähnlichen Bedingungen. In diesem Forschungsvorhaben wurde sowohl eine Erhebungsmethode sowie eine kurze Lerneinheit entwickelt, welche sich an Bedingungen im Unterricht orientiert (Studie 3).

Somit konnten mit dieser Arbeit neue Erkenntnisse im Hinblick auf vorhandene Vorstellungen von Kindern zum Gleichgewicht von Objekten sowie auf deren Entwicklung gewonnen werden. Darüber hinaus wurden neue Erhebungsmethoden entwickelt, die sich an unterrichtsähnlichen Settings orientieren und die aus naturwissenschaftlich-technischer Perspektive relevante Tatsache berücksichtigen, dass geometrische Mitte und Massenmittelpunkt bei symmetrischen Objekten übereinstimmen, bei asymmetrischen allerdings voneinander abweichen.

V Literatur

- Adams, P. & Nesmith, J. (1996). *Blockbusters: Ideas for the block center* Springer Netherlands.
- Aebli, H. (1983a). Anschauen und Beobachten. In H. Aebli (Ed.), *Zwölf Grundformen des Lehrens. Eine Allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage. Medien und Inhalte didaktischer Kommunikation, der Lernzyklus* (9. Auflage ed., pp. 81-112). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Aebli, H. (1983b). Erzählen und Referieren. In H. Aebli (Ed.), *Zwölf Grundformen des Lehrens. Eine Allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage. Medien und Inhalte didaktischer Kommunikation, der Lernzyklus* (9. Auflage ed., pp. 33-61). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Alfieri, L., Nokes-Malach, T. J., Schunn, C. D. (2013). Learning Through Case Comparisons: A Meta-Analytic Review. *Educational Psychologist*, 48 (2), 87-113.
- Anders, Y., Hardy, I., Pauen, S. & Steffensky, M. (2013). *Zieldimensionen naturwissenschaftlicher Bildung im Kitaalter und ihre Messung*. Unpublished manuscript.
- Andrews, G., Halford, G. S., Murphy, K. & Knox, K. (2009). Integration of weight and distance information in young children: The role of relational complexity. *Cognitive Development*, 24 (1), 49-60.
- Bailey, M. W. (1933). A Scale of Block Constructions for Young Children. *Child Development*, 4 (2), pp. 121-139.
- Baillargeon, R. (1995a). A model of physical reasoning in infancy. In C. Rovee-Collier & L. P. Lipsitt (Eds.), *Advances in infancy research* (pp. 305-371). Norwood, NJ: Ablex.
- Baillargeon, R. (1995b). Physical reasoning in infancy. In M. S. Gazzaniga (Ed.), (pp. 181-204). Cambridge, MA US: The MIT Press.
- Baillargeon, R. & Hanco-Summers, S. (1990). Is the top object adequately supported by the bottom object? Young infants' understanding of support relations. *Cognitive Development*, 5 (1), 29-53.

- Baillargeon, R., Needham, A. & DeVos, J. (1992). The development of young infants' intuitions about support. *Early Development & Parenting, 1* (2), 69-78.
- Bliss, J. (1996). Piaget und Vygotsky: Ihre Bedeutung für das Lehren und Lernen der Naturwissenschaften. *Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften, 2* (3), 3-16.
- Bonawitz, E., van Schijndel, T., Friel, D. & Schulz, L. (2012). Children balance theories and evidence in exploration, explanation, and learning. *Cognitive Psychology, 64* (4), 215-234.
- Bruner, J. S., Olver, R. R. & Greenfield, P. M. (1966). *Studies in cognitive growth*. Oxford England: Wiley.
- Bruner, J. S., Olver, R. R. & Greenfield, P. M. (1971). *Über kognitive Entwicklung. Eine kooperative Untersuchung am "Center for Cognitive Studies" der Harvard-Universität* [Studies in Cognitive Growth. A Collaboration at the Center for Cognitive Studies] (G. Juzi, H. Aebli Trans.). (1.th ed.). Stuttgart: Klett.
- Brush, T. A. & Saye, J. W. (2002). A Summary of Research Exploring Hard and Soft Scaffolding for Teachers and Students Using a Multimedia Supported Learning Environment. *The Journal of Interactive Online Learning, 1* (2), 1-12.
- Bühler, C. (1931). Kindheit und Jugend. Die Genese des Bewusstseins. In K. Bühler (Ed.), *Psychologische Monographien* (3. umgearbeitete und erweiterte Auflage ed., pp. 129-146). Leipzig: von S. Hirzel.
- Bullock, J. R. (1992). *Learning through block play* Springer Netherlands.
- Butts, D. P., Hofman, H. & Anderson, M. (1993). Is hands-on experience enough? A study of young children's views of sinking and floating objects. *Journal of Elementary Science Education, 5* (1), 50-64.
- Caldera, Y. M., McDonald Culp, A., O'Brien, M., Truglio, R. T., Alvarez, M. & Huston, A. C. (1999). Children's play preferences, construction play with blocks, and visual-spatial skills: Are they related? *International Journal of Behavioral Development, 23* (4), 855-872.

- Cartwright, S. (1988). Play can be the building blocks of learning. *Young Children*, 43 (5), 44-47.
- Casey, B. M., Andrews, N., Schindler, H., Kersh, J. E., Samper, A. & Copley, J. (2008). The development of spatial skills through interventions involving block building activities. *Cognition and Instruction*, 26 (3), 269-309.
- Cattel, R. B., Weiß, R. H. & Osterland, J. (1997). *Grundintelligenztest Skala 1 (CFT 1)* (5. revid. Auflage ed.). Göttingen: Hogrefe.
- Chalufour, I. & Worth, K. (2004). *building structures with young children*. St. Paul, Minnesota: Redleaf Press.
- Christie, S. & Gentner, D. (2010). Where hypotheses come from: Learning new relations by structural alignment. *Journal of Cognition and Development*, 11 (3), 356-373.
- Christie, S. & Gentner, D. (2014). Language Helps Children Succeed on a Classic Analogy Task. *Cognitive Science*, 38 (2), 383-397.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analyses for the behavioral science* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cohen, L. & Uhry, J. (2011). *Naming Block Structures: A Multimodal Approach* Springer Netherlands.
- Dan, N., Omori, T. & Tomiyasu, Y. (2000). Development of infants' intuitions about support relations: sensitivity to stability. *Developmental Science*, 3 (2), 171.
- Dan, N., Omori, T. & Tomiyasu, Y. (2001). Determinants of infants' understanding of supporting relations: Amount of contact versus position of the center of gravity. *Psychological Reports*, 88 (1), 175-181.
- DeLoache, J. S. (1987). Rapid change in the symbolic functioning of very young children. *Science*, 238 (4833), 1556-1557.
- DeLoache, J. S. (1989). Young Children's Understanding of the Correspondence Between a Scale Model and a Larger Space. *Cognitive Development*, (4), 121-139.

- DeLoache, J. S. (1991). Symbolic functioning in very young children: Understanding of pictures and models. *Child Development, 62* (4), 736-752.
- DeLoache, J. S. (1995a). Early Symbol Understanding and Use. *The Psychology of Learning and Motivation, 33*, 65-114.
- DeLoache, J. S. (1995b). Early Understanding and Use of Symbols: The Model Model. *Current Directions in Psychology Science, 4*, 109-113.
- DeLoache, J. S. (2000). Dual representation and young children's use of scale models. *Child Development, 71* (2), 329-338.
- DeLoache, J. S. (2011). Early development of the understanding and use of symbolic artifacts. In U. Goswami (Ed.), *The Wiley-Blackwell handbook of childhood cognitive development (2nd ed.)*. (pp. 312-336) Wiley-Blackwell.
- DeLoache, J. S. & Burns, N. M. (1994). Early understanding of the representational function of pictures. *Cognition, 52* (2), 83-110.
- DeLoache, J. S., Kolstad, V. & Anderson, K. N. (1991). Physical Similarity and Young Children's Understanding of Scale Models. *Child Development, 62*, 111-126.
- DeLoache, J. S. & Marzolf, D. P. (1992). When a picture is not worth a thousand words: Young children's understanding of pictures and models. *Cognitive Development, 7* (3), 317-329.
- DeLoache, J. S., Uttal, D. H. & Pierroutsakos, S. L. (1998). The development of early symbolization: Educational implications. *Learning and Instruction, 8* (4), 325-339.
- diSessa, A. A. (1983). Phenomenology and the Evolution of Intuition. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental Models* (pp. 15-33). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- diSessa, A. A. (1988). Knowledge in pieces. In G. Forman & P. B. Pufall (Eds.), (pp. 49-70). Hillsdale, NJ England: Lawrence Erlbaum Associates
- diSessa, A. A. (1993). Toward an Epistemology of Physics. *Cognition and Instruction, 10* (2/3), 105-225.

- Drollinger-Vetter, B. & Lipowsky, F. (2006). Fachdidaktische Qualität der Theoriephasen. In I. Hugener, C. Pauli & K. Reusser (Eds.), *Videoanalysen (Teil 3 der Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente zur schweizerisch-deutsche Videostudie "Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis")* (pp. 189-205). Frankfurt am Main: Materialien zur Bildungsforschung.
- Einsiedler, W. (Ed.). (1985). *Aspekte des Kinderspiels. Pädagogisch-psychologische Spielforschung*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Einsiedler, W. (1999). *Das Spiel der Kinder. Zur Pädagogik und Psychologie des Kinderspiels*. Bad Heilbrunn, Obb.: Klinkhardt.
- Eitel, A., Scheiter, K. & Schüler, A. (2013a). How Inspecting a Picture Affects Processing of Text in Multimedia Learning. *Applied Cognitive Psychology*, 27, 451-461.
- Eitel, A., Scheiter, K., Schüler, A., Nyström, M. & Holmqvist, K. (2013b). How a picture facilitates the process of learning from text: Evidence for scaffolding. *Learning and Instruction*, 28, 48-63.
- Eshach, H. & Fried, M. N. (2005). should Science be Taught in Early Childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14 (3), 315-336.
- Ferrara, K., Hirsh-Pasek, K., Newcombe, N. S., Michinick Golinkoff, R. & Shallcross Lam, W. (2011). *Spatial Language during Block Play*. Unpublished manuscript.
- Fischbein, E. (1987). Phenomenological Primitives. In E. Fischbein (Ed.), *Intuition in Science and Mathematics. An Educational Approach* (pp. 167-175). Dordrecht, Boston, Lancaster, Tokyo: Springer Science & Business Media.
- Fletcher, J. D. & Tobias, S. (2005). The Multimedia Principle. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 117-133). New York: Cambridge University Press.
- Flottmann, J., Naber, B., Plöger, I. & Leuchter, M. (2014). Erfassung sachunterrichtlich relevanter Wissens Elemente in der Schuleingangsphase: Hebel, Statik und potenzielle Energie. *Zeitschrift Für Grundschulforschung*, 7 (2)

- Frances Hanline, M., Milton, S. & Phelps, P. C. (2001). Young children's block construction activities: Findings from 3 years of observation. *Journal of Early Intervention*, 24 (3), 224-237.
- Ganea, P. A., Ma, L. & DeLoache, J. S. (2011). Young children's learning and transfer of biological information from picture books to real animals. *Child Development*, 82 (5), 1421-1433.
- Gascha, H. (1998). *Compact Handbuch. Physik*. München: Compact Verlag.
- Gentner, D. (1983a). Structure-Mapping: A Theoretical Framework for Analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
- Gentner, D. (1983b). Structure-Mapping: A Theoretical Framework for Analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
- Gentner, D. (2010). Bootstrapping the mind: Analogical processes and symbol systems. *Cognitive Science*, 34 (5), 752-775.
- Gentner, D. & Christie, S. (2010). Mutual bootstrapping between language and analogical processing. *Language and Cognition*, 2 (2), 261-283.
- Gentner, D. & Markman, A. B. (1994). Structural alignment in comparison: No difference without similarity. *Psychological Science*, 5 (3), 152-158.
- Gentner, D. & Namy, L. L. (1999). Comparison in the development of categories. *Cognitive Development*, 14 (4), 487-513.
- Gentner, D. & Rattermann, M. J. (1991). Language and the career of similarity. In S. A. Gelman & J. P. Byrnes (Eds.), *Perspectives on thought and language: Interrelations in development* (pp. 225-277). London: Cambridge University Press.
- Gentner, D. & Smith, L. A. (2013). Analogical learning and reasoning. In D. Reisberg (Ed.), *The Oxford handbook of Cognitive Psychology* (pp. 668-681). New York: Oxford University Press.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Ed.). (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Kempten: Klinkhardt.

- Goldwater, M. B. & Schalk, L. (2016). Relational Categories as a Bridge Between Cognitive and Educational Research. *Psychological Bulletin*, 142 (7), 729-757.
- Graham, S. A., Namy, L. L., Gentner, D. & Meagher, K. (2010). The role of comparison in preschoolers' novel object categorization. *Journal of Experimental Child Psychology*, 107(3), 280-290.
- Halford, G. S., Andrews, G., Dalton, C., Boag, C. & Zielinski, T. (2002). Young children's performance on the balance scale: The influence of relational complexity. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81 (4), 417-445.
- Hanline, M. F., Milton, S. & Phelps, P. C. (2010). The relationship between preschool block play and reading and maths abilities in early elementary school: A longitudinal study of children with and without disabilities. *Early Child Development and Care*, 180(8), 1005-1017.
- Hardy, I., Jonen, A., Möller, K. & Stern, E. (2004). Die Integration von Repräsentationsformen in den Sachunterricht der Grundschule. In J. Doll (Ed.), *Bildungsqualität von Schule*. (pp. 267-283). Münster, Westfalen u.a.: Waxmann.
- Hardy, I., Jonen, A., Möller, K. & Stern, E. (2006). Effects of instructional support within constructivist learning environments for elementary school students' understanding of 'floating and sinking'. *Journal of Educational Psychology*, 98 (2), 307-326.
- Hasselhorn, M. & Gold, A. (2006). *Pädagogische Psychologie. Erfolgreiches Lernen und Lehren*. 1. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer. Retrieved from Fachinformationssystem (FIS) Bildung
- Hasselhorn, M. & Grube, D. (2008). Individuelle Voraussetzungen und Entwicklungsbesonderheiten des Lernens im Vorschul- und frühen Schulalter.; Paralleltitel: Individual preconditions and developmental constraints of children's learning during the preschool and early school years. *Empirische Pädagogik*, 22 (2), 113-126.
- Helmke, A. (2003). Ein Angebots-Nutzungs-Modell unterrichtlicher Wirkungen. In A. Helmke (Ed.), *Unterrichtsqualität erfassen, bewerten, verbessern* (pp. 41-47). Seelze: Kallmeyer.

- Helmke, A., Helmke, T., Heyne, N., Hosenfeld, A., Kleinbub, I., Schrader, F. & Wagner, W. (2007). Erfassung, Bewertung und Verbesserung des Grundschulunterrichts: Forschungsstand, Probleme und Perspektiven. In K. Möller, P. Hanke, C. Beinbrech, A. K. Hein, T. Kleickmann & R. Schages (Eds.), *Qualität von Grundschulunterricht entwickeln, erfassen und bewerten* (pp. 17-22). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Hendrickson, J. M., Tremblay, A., Strain, P. S. & Shores, R. E. (1981). Relationship between toy and material use and the occurrence of social interactive behaviors by normally developing preschool children. *Psychology in the Schools, 18*(4), 500-504.
- Hensel, N. (1977). *Back to basics with block play* Springer Netherlands.
- Hespos, S. J. & Baillargeon, R. (2008). Young infants' actions reveal their developing knowledge of support variables: Converging evidence for violation-of-expectation findings. *Cognition, 107* (1), 304-316.
- Hetzer, H. (1931). *Kind und Schaffen. Experimente über konstruktive Betätigungen im Kleinkindalter*. Jena: Gustav Fischer.
- Hmelo-Silver, C. E. & Borrows, H. S. (2008). Facilitating Collaborative Knowledge Building. *Cognition and Instruction, 26* (1), 48-94.
- Hogan, K. & Pressley, M. (1997). In Hogan K., Pressley M. (Eds.), *Scaffolding student learning: Instructional approaches and issues*. Cambridge, MA US: Brookline Books.
- Hostert, A. K. (2013). *Kognitive Entwicklung und kindliches Spiel am Beispiel des Bauens mit Bauklötzen*.
- Issing, L. J. (1985). Veranschaulichen mit dem Bildschirm´. Ein Beitrag zur Psychologie des Lernens. *Bildschirm. Faszination oder Information.*, (Friedrich Jahresheft III aller pädagogischen Zeitschriften des Friedrichverlages in Zusammenarbeit mit Klett), 16-19.
- Joseph, J. H. & Dwyer, F. M. (1984). The Effects of Prior Knowledge, Presentation Mode, and Visual Realism on Student Achievement. *The Journal of Experimental Education, 52* (2), 110-121.

- Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond modularity*. London: MIT Press.
- Karmiloff-Smith, A. & Inhelder, B. (1974). If you want to get ahead, get a theory. *Cognition*, 3 (3), 195-212.
- Kietz, G. (1950). *Das Bauen des Kindes. Eine Einführung in sein Verständnis für Eltern und Erzieher*. Ravensburg: Otto Maier Verlag.
- Kirschner, P., Sweller, J. & Clark, R. E. (2006). Why minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41 (2), 75-86.
- Kleickmann, T. (2012). *Kognitiv aktivieren und inhaltlich strukturieren im naturwissenschaftlichen Sachunterricht*. Kiel: IPN.
- Kleickmann, T., Hardy, I., Jonen, A., Blumberg, E. & Möller, K. (2007). Learning environments in primary school science. Scaffolding students' and teachers' processes of conceptual development. In M. Prenzel (Ed.), *Studies on the educational quality of schools. The final report on the DFG Priority Programme* (pp. 137-156). Münster: Waxmann.
- Kleickmann, T., Vehmeyer, J. & Möller, K. (2010). Zusammenhänge zwischen Lehrervorstellungen und kognitivem Strukturieren im Unterricht am Beispiel von Scaffolding-Maßnahmen. [Relations Between Teacher Conceptions and Features of Scaffolding] *Unterrichtswissenschaft*, 38 (3), 210-228.
- Koch, K. (2011). Das Konstruktionsspiel - Ein Baustein der kindlichen Entwicklung? In T. Trautmann, H. Trautmann & S. Lee (Eds.), *Stein auf Stein. Das Bauspiel am Schulbeginn. Beiträge zu einer vernachlässigten Spielart* (pp. 37-49). Hohengehren, Baltmannsweiler: Schneider.
- Krings, W. (2011). *Kleine Baustatik. Grundlagen der Statik und Berechnungen von Bauteilen* (15. aktualisierte und erweiterte Auflage ed.). Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Krist, H. (2010). Development of intuitions about support beyond infancy. *Developmental Psychology*, 46 (1), 266-278.

- Krist, H. (2013). Development of Intuitive Statics. *Zeitschrift Für Entwicklungspsychologie Und Pädagogische Psychologie*, 45 (1), 27-33.
- Krist, H., Bach, S., Öndül, S. & Huber, S. (2004). Mikrogenetische Studien zum physikalischen Wissenserwerb von Kindern: Neue Trainingsexperimente mit der Balkenwaage. *Zeitschrift Für Entwicklungspsychologie Und Pädagogische Psychologie*, 36 (3), 119-129.
- Krist, H., Horz, H. & Schönfeld, T. (2005). Children's block balancing revisited: No evidence for representational redescription. *Swiss Journal of Psychology/Schweizerische Zeitschrift Für Psychologie/Revue Suisse De Psychologie*, 64 (3), 183-193.
- Krist, H. & Krüger, M. (2012). Towards a new method for bridging the gap between “smart” infants and “dumb” preschoolers. *European Journal of Developmental Psychology*, 9 (5), 631-637.
- Kuchling, H. (2011). Statik des starren Körpers. In H. Kuchling (Ed.), *Taschenbuch der Physik* (20. aktualisierte Auflage ed., pp. 55-67). München: Carl Hanser Verlag.
- Labudde, P. & Möller, K. (2012). Stichwort: Naturwissenschaftlicher Unterricht.; Paralleltitel: Keyword: teaching science. *Zeitschrift Für Erziehungswissenschaft*, 15 (1), 11-36.
- Leuchter, M. & Naber, B. (2019). Studying children’s knowledge base of one-sided levers as force amplifiers. *Journal of Research in Science Teaching*, 56 (1), 91–112.
- Leuchter, M., Naber, B., Plöger, I. & Stipp, J. (2014). Gestaltung von naturwissenschaftlich-technischen Lernsituationen im Übergang vom Kindergarten zur Grundschule. In H. Fischer, H. Giest & M. Peschel (Eds.), *Lernsituationen und Aufgabenkultur im Sachunterricht* (pp. 115-122). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Leuchter, M. & Saalbach, H. (2014). Verbale Unterstützungsmaßnahmen im Rahmen eines naturwissenschaftlichen Lernangebots in Kindergarten und Grundschule. *Unterrichtswissenschaft*, 42 (2), 117-131.

- Leuchter, M., Saalbach, H. & Hardy, I. (2014). Designing Science Learning in the First Years of Schooling. An intervention study with sequenced learning material on the topic of 'floating and sinking'. *International Journal of Science Education*,
- Levie, W. H. & Lentz, R. (1982). Effects of Text illustrations: A Review of Research. *Educational Communication and Technology Journal*, 30 (4), 195-232.
- Levin, J. R., Anglin, G. J. & Carney, R. N. (1987). On Empirically Validating Functions of Pictures in Prose. In D. M. Willows & H. A. Houghton (Eds.), *The Psychology of Illustration* (1st ed., pp. 53-83). New York, Berlin, Heidelberg, London, Paris, Tokyo: Springer.
- Lipowsky, F. (2015). Unterricht. In E. Wild & J. Möller (Eds.), *Pädagogische Psychologie* (pp. 69-105). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Loewenstein, J. & Gentner, D. (2001). Spatial mapping in preschoolers: Close comparisons facilitate far mappings. *Journal of Cognition and Development*, 2 (2), 189-219.
- Loewenstein, J. & Gentner, D. (2005). Relational language and the development of relational mapping. *Cognitive Psychology*, 50, 315-353.
- Low, R. & Sweller, J. (2005). The Modality Principle in Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Ed.), (pp. 147-158). New York, NY US: Cambridge University Press.
- MacDonald, S. (2001). *Block Play. the complete guide to learning and playing with blocks*. Beltsville: Gryphon House.
- Martschinke, S. (1996). Der Aufbau mentaler Modelle durch bildliche Darstellungen. Eine experimentelle Studie über die Bedeutung der Merkmalsdimensionen Elaboriertheit und Strukturiertheit im Sachunterricht der Grundschule. *Zeitschrift Für Pädagogik*, 42 (2), 215-232.
- Martschinke, S. (2007). Bilder. In J. Kahlert (Ed.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (pp. 501-507). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Martschinke, S. & Einsiedler, W. (1994). Lernen mit Bildern. Neuere Forschungsergebnisse unter besonderer Berücksichtigung des Sachunterrichts. *Pädagogische Welt*, 48 (9), 408-413.

- Marzolf, D. P., DeLoache, J. S. & Kolstad, V. (1999). The role of relational similarity in young children's use of a scale model. *Developmental Science*, 2 (3), 296-305.
- Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32 (1), 1.
- Mayer, R. E. (2004). Should There Be a Three-Strikes Rule Against Pure Discovery Learning? The Case for Guided Methods of Instruction. *American Psychologist*, 59 (1), 14-19.
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive Theory of Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Ed.), (pp. 31-48). New York, NY US: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2008). Applying the science of learning: Evidence-based principles for the design of multimedia instruction. *American Psychologist*, 63 (8), 760-769.
- Meschede, N. (2016). Über die Sache ins Gespräch kommen. *Die Grundschulzeitschrift*, 297 (30), 25-28.
- Messer, D. J., Pine, K. J. & Butler, C. (2008). Children's behaviour and cognitions across different balance tasks. *Learning and Instruction*, 18 (1), 42-53.
- Ministerium für Familie, Kinder, Jugend, Kultur NRW & Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW (Eds.). (2016). *Bildungsgrundsätze. Mehr Chancen durch Bildung von Anfang an. Grundsätze zur Bildungsförderung für Kinder von 0 bis 10 Jahren in Kindertagesbetreuung und Schulen im Primarbereich in NRW*. Freiburg: Herder.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW. (2008). *Lehrplan Sachunterricht* (<http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplaene-gs/sachunterricht/> [10.09.2012] ed.)
- Ministerium für Schule, Jugend und Kinder des Landes NRW. (2003). Erfolgreich starten! Schulfähigkeitsprofil als Brücke zwischen Kindergarten und Schule. Eine Handreichung.
- Mogel, H. (2008). *Psychologie des Kinderspiels. Von den frühesten Spielen bis zum Computerspiel. Die Bedeutung des Spiels als Lebensform des Kindes, seine Funktion*

und Wirksamkeit für die kindliche Entwicklung (3., aktualisierte und erweiterte ed.). Heidelberg: Springer.

Möller, K. (1999). Konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernprozessforschung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich des Sachunterrichts. In W. Köhnlein (Ed.), *Vielperspektivisches Denken im Sachunterricht* (pp. 125-191). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Möller, K. (2004). Verstehen durch Handeln beim Lernen naturwissenschaftlicher und technikbezogener Sachverhalte. In R. Lauterbach & W. Köhnlein (Eds.), *Verstehen und Begründetes Handeln* (pp. 147-165). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Möller, K., Jonen, A., Hardy, I. & Stern, E. (2002). Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. *Zeitschrift Für Pädagogik*, (45. Beiheft), 176-191.

Montopoli, L. (1999). *Building Minds by Block Building*.

Murphy, N. & Messer, D. J. (2000). Differential benefits from scaffolding and children working alone. *Educational Psychology*, 20 (1), 17-31.

Naber, B. (2016). *Wissenselemente und Vorstellungen 6- bis 7-Jähriger erfassen und verändern. Studien zum naturwissenschaftlichen Thema einseitiger Hebel*.

Needham, A. & Baillargeon, R. (1993). Intuitions about support in 4.5-month-old infants. *Cognition*, 47 (2), 121-148.

Pea, R. D. (2004). The Social and Technological Dimensions of Scaffolding and Related Theoretical Concepts for Learning, Education, and Human Activity. *Journal of the Learning Sciences*, 13 (3), 423-451.

Peeck, J. (1994). Wissenserwerb mit darstellenden Bildern. In B. Weidenmann (Ed.), *Wissenserwerb mit Bildern. Instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen* (1. Auflage ed., pp. 59-94). Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Huber.

- Peters, L., Davey, N., Messer, D. & Smith, P. (1999). An investigation into Karmiloff-Smith's RR model: The effects of structured tuition. *British Journal of Developmental Psychology*, 17 (2), 277-292.
- Pfitzner, H. (1994). *Die Förderung der kognitiven Entwicklung im Vorschulalter durch das Konstruktionsspiel*. Frankfurt, Main u.a.: Lang.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1972). *Die Psychologie des Kindes*. München: Deutscher Taschenbuchverlag.
- Pine, K. J., Lufkin, N., Kirk, E. & Messer, D. (2007). A microgenetic analysis of the relationship between speech and gesture in children: Evidence for semantic and temporal asynchrony. *Language and Cognitive Processes*, 22 (2), 234-246.
- Pine, K. J., Lufkin, N. & Messer, D. (2004). More Gestures Than Answers: Children Learning About Balance. *Developmental Psychology*, 40 (6), 1059-1067.
- Pine, K. J. & Messer, D. J. (1999). What children do and what children know: Looking beyond success using Karmiloff-Smith's RR framework. *New Ideas in Psychology*, 17 (1), 17-30.
- Pine, K. J. & Messer, D. J. (2000). The effect of explaining another's actions on children's implicit theories of balance. *Cognition and Instruction*, 18 (1), 35-52.
- Pine, K. J. & Messer, D. J. (2003). The development of representations as children learn about balancing. *British Journal of Developmental Psychology*, 21 (2), 285-301.
- Pine, K. J., Messer, D. J. & Godfrey, K. (1999). The teachability of children with naive theories: An exploration of the effects of two teaching methods. *British Journal of Educational Psychology*, 69 (2), 201-211.
- Pine, K. J., Messer, D. J. & John, K. S. (2002). Children's learning from contrast modelling. *Cognitive Development*, 17 (2), 1249-1263.
- Provenzo, E. F. & Brett, A. (1984). *Creative block play* Springer Netherlands.
- Reifel, S. & Greenfield, P. M. (1983). *Part-whole relations: Some structural features of children's representational block play* Springer Netherlands.

- Reiser, B. J. (2004). Scaffolding Complex Learning: The Mechanisms of Structuring and Problematising Student Work. *Journal of the Learning Sciences*, 13 (3), 273-304.
- Rogers, D. L. (1985). Relationships between block play and the social development of young children. *Early Child Development and Care*, 20 (4), 245-261.
- Rogers, D. L. (1987). *Fostering social development through block play* Springer Netherlands.
- Roth, W. (1974). *Entwicklung des technischen Verständnisses. Studien zum technisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Ravensburg: Otto Maier Verlag.
- Saalbach, H. & Imai, M. (2006). *Categorization, Label Extension, and Inductive Reasoning in Chinese and German Preschoolers: Influence of Classifier System and Universal Cognitive Constraints. Proceedings of the 27th Annual Conference of the Cognitive Science Society*
- Saalbach, H., Leuchter, M. & Stern, E. (2010). Entwicklungspsychologische Grundlagen der Didaktik für die ersten Bildungsjahre. In M. Leuchter (Ed.), *Didaktik für die ersten Bildungsjahre: Unterricht mit 4-8-jährigen Kindern* (pp. 86-97). Zug: Klett und Balmer.
- Saalbach, H. & Schalk, L. (2011a). Fragen stellen hilft: Die Aktivierung von Vorwissen fördert die Nutzung kategorialer Beziehungen in Wortlernaufgaben bei Kindern im Vorschulalter. In F. Vogt, M. Leuchter, A. Tettenborn, U. Hottinger, M. Jäger & E. Wannack (Eds.), *Entwicklung und Lernen junger Kinder* (pp. 53-65). Münster, New York, München, Berlin: Waxmann.
- Saalbach, H., & Schalk, L. (2011b). Preschoolers' novel noun extensions: Shape in spite of knowing better. *Frontiers in Psychology*, 2.
- Sagi, E., Gentner, D. & Lovett, A. (2012). What difference reveals about similarity. *Cognitive Science*, 36 (6), 1019-1050.
- Sarama, J. & Clements, D. H. (2009). Building Blocks and Cognitive Building Blocks. *American Journal of Play*, 313-337.

- Saxton, M. (1997). The Contrast Theory of negative input. *Journal of Child Language*, 24 (1), 139-161.
- Schenk-Danziger, L. (1963). *Studien zur Entwicklungspsychologie und zur Praxis der Schul- und Beratungspsychologie*. München: Ernst Reinhardt Verlag.
- Schnotz, W. (2005). An Integrated Model of Text and Picture Comprehension. In R. E. Mayer (Ed.), (pp. 49-69). New York, NY US: Cambridge University Press.
- Schnotz, W. & Bannert, M. (1999). Einflüsse der Visualisierungsform auf die Konstruktion mentaler Modelle beim Text- und Bildverstehen. *Zeitschrift für experimentelle Psychologie*, 46 (3), 217-236.
- Siegler, R. S. (1976). Three aspects of Cognitive Development. *Cognitive Psychology*, (8), 481-520.
- Siegler, R. S. (1978). The Origins of Scientific Reasoning. In R. S. Siegler (Ed.), *Children's thinking: What develops?* (pp. 109-149). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Siegler, R. S. & Chen, Z. (2002). Development of Rules and Strategies: Balancing the Old and the New. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81, 446-457.
- Simons, K. & Klein, J. (2007). The Impact of Scaffolding and Student Achievement Levels in a Problem-based Learning Environment. *Instructional Science*, 35 (1), 41-72.
- Stern, E. (2003). Kompetenzerwerb in anspruchsvollen Inhaltsgebieten bei Grundschulkindern. In D. Cech & H. Schwier (Eds.), *Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht* (pp. 37-58). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Stern, E. (2006). Lernen. Was wissen wir über erfolgreiches Lernen in der Schule? 1.Folge. *Pädagogik (Weinheim)*, 58 (1), 45-49.
- Stroud, J. (1995). *Block play: Building a foundation for literacy* Springer Netherlands.
- Stuart, H. A. & Klages, G. (2009). Hebel, Drehmoment. In H. A. Stuart & G. Klages (Eds.), *Kurzes Lehrbuch der Physik* (19th ed., pp. 26-29). Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

- Surber, C. F. & Gzesh, S. M. (1984). Reversible Operations in the Balance Scale Task. *Journal of Experimental Child Psychology*, 38, 254-274.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. & Paas, F. (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, 10 (3), 251-285.
- Sylva, K., Taggart, B., Siraj-Blatchford, I., Totsika, V., Ereky-Stevens, K., Gilden, R. & Bell, D. (2007). Curricular quality and day-to-day learning activities in pre-school. *International Journal of Early Years Education*, 15 (1), 49-65.
- Tabbers, H., Martens, R. & van Merriënboer, J. (2004). Multimedia instructions and cognitive load theory: Effects of modality and cueing. *British Journal of Educational Psychology*, 74 (1), 71-81.
- Tipler, P. A. (1994). *Physik*. Heidelberg: Spektrum.
- Town, C. H. (1922). A Mass Mental Test For Use With Kindergarten And First Grade Children. *The Journal of Applied Psychology*, 6 (2), 89-112.
- Trautmann, T., Trautmann, H. & Lee, S. (2011). In Trautmann T., Trautmann H. and Lee S. (Eds.), *Stein auf Stein - Das Bauspiel am Schulbeginn. Beiträge zu einer vernachlässigten Spiel-Art*. Hohengehren: Schneider.
- Ullrich, H. & Klante, D. (1994). Technische Grundsachverhalte aus dem Bereich "Bau" (B). *Technik im Unterricht der Grundschule. Didaktische Grundlegung, Unterrichtsmodelle, Unterrichtsmaterialien* (6., unveränderte Auflage ed., pp. 97-118). VS-Villingen: Neckar-Verlag.
- van de Pol, Volman, M. & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in teacher–student interaction: A decade of research. *Educational Psychology Review*, 22 (3), 271-296.
- Vygotsky, L. S. (1978). Interaction between learning and development. *Mind and Society* (pp. 79-91). Cambridge: Havard University Press.
- Wellhausen, K. & Kieff, J. (2001). *A Constructivist approach to Block Play in Early Childhood*. Canada: Delmar.

- Westelinck, K. D., Valcke, M., De Craene, B. & Kirschner, P. (2005). Multimedia learning in social sciences: limitations of external graphical representations. *Computers in Human Behavior*, 21 (4), 555-573.
- Wolfgang, C. H. & Stakenas, R. G. (1985). An exploration of toy content of preschool children's home environments as a predictor of cognitive development. *Early Child Development and Care*, 19 (4), 291-307.
- Wood, D., Bruner, J. S. & Ross, G. (1976). THE ROLE OF TUTORING IN PROBLEM SOLVING. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17 (2), 89-100.
- Zucker, V. & Leuchter, M. (2016). Kognitiv aktivieren im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Die Grundschulzeitschrift*, 297 (30), 29-33.

VI **Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1.1	Beispiele für Vorstellungen zu Gleichgewicht: Geometrische Mitte (blau), Abstand (grün) und Gewicht (rot).....	9
Abb. 1.2	Gleichgewichtslagen symmetrischer (Situation 1 und 2) und asymmetrischer (Situation 3, 4) Bauklötze auf einer Auflagefläche.....	10
Abb. 1.3	Beispiele für symmetrische (4, 5) und asymmetrische (1, 2, 3) Bauklötze.....	13
Abb. 1.4	Materiale, bildhafte und sprachliche Repräsentationen einer Bauklötzeanordnung	17
Abb. 1.5	Beispiel für einen abgleichbaren Unterschied.....	18
Abb. 1.6	Beispiel für einen nicht abgleichbaren Unterschied.....	19
Abb. 1.7	Bauklötzeanordnungen im Vergleich.....	19
Abb. 1.8	Modell des Text- und Bildverstehens nach Schnotz & Bannert (1999), angepasst und ergänzt	21
Abb. 1.9	Beispiele für stabile (links) und instabile (rechts) Bauklötzeanordnung	28
Abb. 1.10	Ergebnisse der Studie – Anzahl korrekter Lösungen der Teilstichproben	31
Abb. 1.11	Ergebnisse der Referenzstudie – Anzahl korrekter Lösungen der Teilstichproben	33
Abb. 2.1	Geometrische Mitte und Massenmittelpunkt bei symmetrischen (1) und asymmetrischen (2) Objekten.....	40
Abb. 2.2	Stabile (Situation 1, 2, 3 und 5) und instabile Gleichgewichtslagen (Situation 4 und 6) symmetrischer (1 und 4) und asymmetrischer Bauklötze (2, 3, 5 und 6) auf einer Auflagefläche	40
Abb. 2.3	Beispiel für stabile (links) und instabile Bauklötzeanordnung (rechts)	53
Abb. 2.4	Variationen einer roten Kombination: stabil und gespiegelt (links) und instabil und gespiegelt (rechts).....	53
Abb. 2.5	Ergebnisse der Studie – Anzahl korrekter Lösungen je Altersgruppe	56
Abb. 2.6	Beispiel für stabile (links) und instabile Anordnungen (rechts).....	61
Abb. 2.7	Symmetrische Anordnungen	61
Abb. 2.8	Asymmetrische Anordnungen	61
Abb. 2.9	Ergebnisse der Studie – Anzahl korrekter Lösungen für symmetrische und asymmetrische Anordnungen	63
Abb. 2.10	Jeweils zwei symmetrische (links) und asymmetrische (rechts) Bauklötzeanordnungen, wobei jeweils die linke Anordnung stabil bleibt und die rechte nicht	66

Abb. 3.1	Gleichgewichtslagen eines Objekts: stabil (Situation 1) und instabil (Situation 2)	73
Abb. 3.2	Geometrische Mitte (grüner Strich) und Massenmittelpunkt (schwarzer Punkt) bei symmetrischen (1) und asymmetrischen (2) Objekten	73
Abb. 3.3	Beispiel für stabile (links) und instabile Anordnungen (rechts).....	93
Abb. 3.4	Ergebnisse der Studie – Anzahl der richtigen Lösungen der Experimentalgruppen.....	98
Abb. 4.1	Beispielhafte Karte mit Bauklotzanordnung zum Nachbauen (Angebot 1)...	105
Abb. 4.2	Bauklötze mit Strichen (Angebot 2).....	105
Abb. 4.3	Bauklotzgebilde, welche auf dem Stab ausbalanciert werden (Angebot 3) ...	106
Abb. 4.4	Paare von Bauklotzanordnungen, jeweils eine Anordnung kann nachgebaut werden, eine nicht (Angebot 4)	106
Abb. 4.5	Vorhersage zu Bauklotzanordnungen im Vergleich (Angebot 5)	106
Abb. 4.6	Beispielhafte Karte des Spiels „Hält es oder fällt es?“ (Angebot 6)	107

VII Tabellenverzeichnis

Tab. 1.1	Übersicht Studien Vorwissen – Alter, Stichprobengröße, Durchführung und Auswertungsmethode	12
Tab. 1.2	Übersicht Teilstichproben – Anzahl, Vergleichsmöglichkeiten und Instruktion	28
Tab. 2.1	Prozentualer Anteil der Häufigkeit der Begründung.....	44
Tab. 2.2	Prozentualer Anteil (gerundet) der Kinder je Begründungskategorie.....	44
Tab. 2.3	Prozentualer Anteil der Kinder je lösungsrelevanter Dimension	46
Tab. 2.4	Konsistenzkriterium unter Einbezug der Binomialverteilung.....	55
Tab. 2.5	Ergebnisse der Studie – prozentualer Anteil der Kinder je Antwortverhalten pro Altersgruppe	55
Tab. 2.6	Itemschwierigkeiten symmetrischer Anordnungen.....	64
Tab. 2.7	Itemschwierigkeiten asymmetrischer Anordnungen	64
Tab. 2.8	Kodierungsschema	67
Tab. 2.9	Prozentualer Anteil der Kinder pro Vorstellung	67
Tab. 3.1	Übersicht Interventionsstudien – Alter, Stichprobengröße, Durchführung und Auswertungsmethode	86
Tab. 3.2	Stichprobenverteilung bezüglich der Experimentalgruppen	94
Tab. 3.3	Aktivität und Instruktion der jeweiligen Unterstützungsmaßnahmen.....	95

VIII Dank

Abschließend möchte ich allen Personen danken, die mich auf dem Weg zur Promotion unterstützt, begleitet und beraten haben.

Prof. Dr. Miriam Leuchter danke ich für das „charming topic“. Bauklötze üben auch heute noch eine Faszination auf mich aus. Insbesondere danke ich ihr für das Vertrauen und die immense Geduld, bis die Arbeit endgültig fertig geworden ist. Zwischen Anfang und Ende dieser Dissertation liegen nicht „nur“ acht Jahre, sondern ein zweites Staatsexamen und drei erste erlebnisreiche Berufsjahre. In der Schule nutze ich tagtäglich Strategien, die sie mir über das wissenschaftliche Arbeiten hinaus vermittelt hat.

Ein großer Dank geht an alle Schulen, Lehrpersonen sowie die Schülerinnen und Schüler, die an den Studien teilgenommen haben. Mein Dank gilt auch meinen Kolleginnen und Hilfskräften vom Seminar für Didaktik des Sachunterrichts von der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, von denen einige gute Freunde geworden sind.

Mein persönlicher Dank gilt meiner Familie und meinen Freunden. Vielfältig unterstützt hat mich mein Ehemann Tim – egal, ob technischer Art bei Softwareproblemen, inhaltlicher Art bei dem Abwägen von Entscheidungen oder durch Zuspruch und Ermunterung. Bei meinen Eltern bin ich mir bis heute nicht sicher, ob sie je eine Seite von dieser Arbeit lesen werden – und dass, obwohl „geometrische Mitte“ und „Massenmittelpunkt“ für beide als Ingenieure keine Fremdwörter sind. Nichts desto trotz haben Sie mich immer vollends unterstützt. Danke dafür!

IX Anhang

Inhaltsverzeichnis

Teil 1	134
1.1 Fragebogen zur Sprachfähigkeitserfassung	134
1.2 Leitfaden zur Durchführung der Erhebung Studie 1	135
1.3 Antworthefte der Kinder der Studie 1	172
1.4 Mehrfachvergleiche zur ANOVA	202
Teil 2	204
2.1 Antworthefte der Kinder der Studie 2a	204
2.2 Leitfaden zur Durchführung der Erhebung Studie 2a	227
2.3 Ergebnisse der Studie 2a – Anzahl korrekter Lösungen je Altersgruppe	235
2.4 Leitfaden zur Durchführung der Befragung Studie 2b	236
2.5 Antworthefte der Kinder Studie 2b	241
2.6 Leitfaden zur Durchführung der Befragung Studie 2c.....	254
2.7 Antworthefte der Kinder Studie 2c.....	255
2.8 Items der Befragung.....	260
Teil 3	261
3.1 Leitfaden zur Durchführung der Befragung Studie 3	261
3.2 Antworthefte der Kinder Studie 3	270
3.3 Items der Intervention.....	295
3.4 Leitfaden zur Durchführung der Intervention.....	296

Teil 1

1.1 Fragebogen zur Sprachfähigkeitserfassung

Fragebogen: Deutschkenntnisse der Kinder

Da es nicht gerecht wäre, Kinder mit weniger Deutschkenntnissen gleich zu beurteilen wie Kinder mit viel Deutschkenntnissen, bitten wir Sie, in diesem Fragebogen für jedes Kind ein paar Fragen zu beantworten. Die Antworten werden von uns anonymisiert und vertraulich behandelt. Sie werden ausschließlich dazu benutzt, den Einfluss der sprachlichen Kompetenzen auf das von uns erfasste naturwissenschaftliche Verständnis zu kontrollieren. Bitte benutzen Sie die Spalte „weiß nicht“ nur in Fällen, in denen Ihnen eine Einschätzung absolut nicht möglich ist. Wir danken Ihnen herzlich für Ihre Mitarbeit!

Schule		Code Klasse (2 Stellen, xx, vom Institut)
Lehrperson		

Name Kind	Geburtsdatum		Code Kind (2 Stellen, vom Institut)		
Einschätzungen Kompetenzen Deutsch: Das Kind...	Stimme zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme nicht zu	Weiß nicht
	1	2	3	4	5
...hat einen seinem Alter angemessenen passiven Wortschatz, mit dem es gut verstehen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...hat einen seinem Alter angemessenen aktiven Wortschatz, mit dem es sich gut ausdrücken kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...bildet Sätze richtig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...spricht Worte verständlich aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...erzählt Erlebnisse oder Geschichten zusammenhängend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...teilt sich gerne anderen Personen mit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...spielt mit der Sprache.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.2 Leitfaden zur Durchführung der Erhebung Studie 1

Protokollbogen (einzeln, ohne Beschreibung) Heft A „Stabilität beim Bauen mit Bauklötzen“

Allgemeine Hinweise zum Vorgehen:

- Alle Versuchsbedingungen müssen in der beschriebenen Weise durchgeführt werden. Es sollten keine individuellen Veränderungen in der Sprache und dem Ablauf vorgenommen werden.
- Alle Materialien und die Videokamera sowie der Aufbau müssen vor dem Versuch bereit stehen.
- Die komplette Testung wird auf Video aufgezeichnet.
- Es geht nicht darum, die Kinder durch Hinweise zu korrekten Antworten zu führen, sondern darum zu testen, wie der Entwicklungsstand des Kindes ist.
- Lässt bei einem Kind die Motivation oder Konzentrationsfähigkeit im Laufe der Durchführung nach, kann man selbstverständlich individuell eingreifen, z.B. indem gezeigt wird, dass nicht mehr viel zu beantworten ist.
- Geben Sie dem Kind keine Rückmeldung, ob die gegebene Antwort richtig oder falsch war.

Kleines einführendes Gespräch mit dem Kind:

- *Wir sind heute hier, weil wir zusammen mit Bauklötzen spielen wollen.*
- *Wie heißt du?*
- *Wie alt bist du?*
- ...

Bitte tragen Sie hier die genaue Uhrzeit ein: _____

Material

2 helle große Steine

1 schwarzer großer Stein

Bleistifte für die Kinder

Antworthefte für die Kinder

TUN	SAGEN
Antworthefte an Kinder verteilen.	<i>Zunächst schreibst du bitte nur vorne deinen Namen drauf und lässt das Heft zugeschlagen vor Dir liegen und guckst zu mir.</i>
Steine auf den Tisch legen.	<i>Guck mal, ich habe Bauklötze mitgebracht. Ich baue die Steine jetzt nacheinander immer verschieden auf und werde dich dazu etwas fragen.</i>
Steine wie folgt aufstellen:	<i>Guck mal, jetzt stehen die Steine so. So, wie die Steine hier stehen, ist der schwarze Stein als Stütze da. Manchmal wird der schwarze Stein wirklich gebraucht, damit die anderen</i>

 <p>(Kinder schlagen Hefte auf.)</p> 	<p><i>Steine so stehen bleiben und das Gebaute heil bleibt.</i></p> <p><i>Aber manchmal wird der schwarze Stein nicht wirklich gebraucht. Die anderen Steine würden auch ohne ihn so stehen bleiben.</i></p> <p><i>Wenn du dein Heft aufschlägst, siehst du auf der Seite mit dem Bleistift ein Bild, auf dem die Steine genauso stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine genau an, was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Die meisten Kinder antworten.</i></p>
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p>
<p>Schwarzen Stein wegnehmen</p>	<p><i>Dann wollen wir das mal testen. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt weg.</i></p> <p><i>Guck mal, das Gebaute geht kaputt. Hier hat es den schwarzen Stein also wirklich als Stütze gebraucht.</i></p> <p><i>Falls du anders vermutet hast, musst du es nicht korrigieren, das ist in Ordnung so.</i></p>
<p>Steine wie folgt aufstellen:</p>  <p>(Kinder blättern um.)</p> 	<p><i>Guck mal, jetzt stehen die Steine so.</i></p> <p><i>Wenn du umblätterst, siehst du auf der Seite mit der Schere ein Bild, auf dem die Steine genauso stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine genau an, was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Die meisten Kinder antworten.</i></p>
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p>

Schwarzen Stein wegnehmen	<p><i>Dann wollen wir das mal testen. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt weg. Guck mal, die anderen Steine bleiben genauso stehen. Hier hält das Gebaute also auch ohne den schwarzen Stein als Stütze. Falls du anders vermutet hast, musst du es nicht korrigieren, das ist in Ordnung so.</i></p>
<p>Zeigen, wie man den Mund als Reißverschluss zu macht.</p>	<p><i>Jetzt habe ich noch ganz viele Bilder mitgebracht. Auf diesen stehen die Steine immer anders. Wir blättern immer gemeinsam um und gucken das Bild an. Von jetzt an darfst du gar nichts mehr sagen. Komm du machst den Mund jetzt zu - wie einen Reißverschluss.</i></p>

TUN	SAGEN
<p></p> <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Hand siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>So, wie die Steine hier stehen, ist der schwarze Stein als Gewicht da. Manchmal wird der schwarze Stein wirklich gebraucht, damit die anderen Steine so stehen bleiben und das Gebaute heil bleibt. Aber manchmal wird der schwarze Stein nicht wirklich gebraucht. Die anderen Steine würden auch ohne ihn so stehen bleiben.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blättest du um.</i></p>

TUN	SAGEN
<p></p>	<p><i>Auf der Seite mit dem Smiley siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p>

<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blättest du um.</i></p>
---	---

TUN	SAGEN
<p></p> <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Blume siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blättest du um.</i></p>

TUN	SAGEN
<p></p> <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Uhr siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blättest du um.</i></p>

TUN	SAGEN
<p></p>	<p><i>Auf der Seite mit der Fahne siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p>

<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>
---	--

TUN	SAGEN
<p></p> <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit dem Flugzeug siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
<p></p> <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Schneeflocke siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
 (Kinder machen Kreuz oder Kreis.) (Kinder blättern um.)	<p><i>Auf der Seite mit der Sonne siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blättest du um.</i></p>

TUN	SAGEN
(Bilder ohne Symbole) (Kinder machen Kreuz oder Kreis.) (Kinder blättern um.)	<p><i>Ab jetzt kommen noch Bilder, die haben keine Symbole mehr unten auf den Seiten. Die darfst du jetzt alleine bearbeiten, wenn du mir versprichst, dass du jedes Mal gut überlegst, was passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde.</i></p> <p><i>Es kommt nicht darauf an, dass du schnell fertig bist, du sollst lieber gut überlegen!</i></p> <p><i>**diesen Text immer wieder wiederholen**</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p>*****</p> <p><i>Wenn du fertig bist, guck bitte noch einmal das Heft durch, ob du jede Seite bearbeitet hast; Manchmal überblättert man ausversehen eine.</i></p>

Bitte tragen Sie hier die genaue Uhrzeit ein: _____

Protokollbogen (einzeln, mit Beschreibung) Heft a „Stabilität beim Bauen mit Bauklötzen“

Allgemeine Hinweise zum Vorgehen:

- Alle Versuchsbedingungen müssen in der beschriebenen Weise durchgeführt werden. Es sollten keine individuellen Veränderungen in der Sprache und dem Ablauf vorgenommen werden.
- Alle Materialien und die Videokamera sowie der Aufbau müssen vor dem Versuch bereit stehen.
- Die komplette Testung wird auf Video aufgezeichnet.
- Es geht nicht darum, die Kinder durch Hinweise zu korrekten Antworten zu führen, sondern darum zu testen, wie der Entwicklungsstand des Kindes ist.
- Lässt bei einem Kind die Motivation oder Konzentrationsfähigkeit im Laufe der Durchführung nach, kann man selbstverständlich individuell eingreifen, z.B. indem gezeigt wird, dass nicht mehr viel zu beantworten ist.
- Geben Sie dem Kind keine Rückmeldung, ob die gegebene Antwort richtig oder falsch war.

Kleines einführendes Gespräch mit dem Kind:

- *Wir sind heute hier, weil wir zusammen mit Bauklötzen spielen wollen.*
- *Wie heißt du?*
- *Wie alt bist du?*
- ...

Bitte tragen Sie hier die genaue Uhrzeit ein: _____

Material

2 helle große Steine
1 schwarzer großer Stein
Bleistifte für die Kinder
Antworthefte für die Kinder

TUN	SAGEN
Antworthefte an Kinder verteilen.	<i>Zunächst schreibst du bitte nur vorne deinen Namen drauf und lässt das Heft zugeschlagen vor Dir liegen und guckst zu mir.</i>
Steine auf den Tisch legen.	<i>Guck mal, ich habe Bauklötze mitgebracht. Ich baue die Steine jetzt nacheinander immer verschieden auf und werde dich dazu etwas fragen.</i>
Steine wie folgt aufstellen: 	<i>Guck mal, jetzt stehen die Steine so. So, wie die Steine hier stehen, ist der schwarze Stein als Stütze da. Manchmal wird der schwarze Stein wirklich gebraucht, damit die anderen Steine so stehen bleiben und das Gebaute heil bleibt. Aber manchmal wird der schwarze Stein</i>

<p>(Kinder schlagen Hefte auf.)</p> 	<p><i>nicht wirklich gebraucht. Die anderen Steine würden auch ohne ihn so stehen bleiben.</i></p> <p><i>Wenn du dein Heft aufschlägst, siehst du auf der Seite mit dem Bleistift ein Bild, auf dem die Steine genauso stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine genau an, was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i> Die meisten Kinder antworten.</p>
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i> <i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p>
<p>Schwarzen Stein wegnehmen</p>	<p><i>Dann wollen wir das mal testen. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt weg. Guck mal, das Gebaute geht kaputt. Hier hat es den schwarzen Stein also wirklich als Stütze gebraucht.</i> <i>Falls du anders vermutet hast, musst du es nicht korrigieren, das ist in Ordnung so.</i></p>
<p>Steine wie folgt aufstellen:</p>  <p>(Kinder blättern um.)</p> 	<p><i>Guck mal, jetzt stehen die Steine so.</i></p> <p><i>Wenn du umblätterst, siehst du auf der Seite mit der Schere ein Bild, auf dem die Steine genauso stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine genau an, was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i> Die meisten Kinder antworten.</p>
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i> <i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p>
<p>Schwarzen Stein wegnehmen</p>	<p><i>Dann wollen wir das mal testen. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt weg. Guck mal, die anderen Steine bleiben genauso stehen. Hier hält das Gebaute also auch ohne den schwarzen Stein als</i></p>

<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf diesem Bild liegen Steine übereinander. Unten liegt ein Stein, darauf liegt ein anderer Stein, der ein bisschen zur Seite übersteht. Der nächste Stein steht noch ein wenig mehr über, der nächste noch ein bisschen weiter, bis zum obersten Stein. Dabei stehen die Steine nicht ganz so weit zur Seite über, sie sind eng beieinander. Der oberste Stein wird dann von dem schwarzen Stein von unten gestützt.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>
---	--

TUN	SAGEN
<p></p> <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Blume siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Auf diesem Bild liegen zwei Steine übereinander und einer steht noch hochkant drauf. Der schwarze Stein stützt den Stein, der in der Mitte übersteht. Der Stein, der zur Mitte übersteht, liegt nur noch ein ganz bisschen auf dem unteren Stein.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
 <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Uhr siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Hier ist ein Stein hochkant aufgestellt, dann liegt einer quer darüber. Darauf liegt in der Mitte der schwarze Stein und außen steht noch ein anderer Stein hochkant oben drauf. Der Stein in der Mitte liegt hier ein wenig versetzt auf dem unteren Stein.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blättest du um.</i></p>

TUN	SAGEN
 <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Fahne siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Auf diesem Bild ist ein Stein hochkant aufgestellt, dann liegt ein Stein quer darüber. Darauf steht in der Mitte der schwarze Stein hochkant. Der Stein in der Mitte liegt hier ganz genau in der Mitte auf den unteren Stein.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blättest du um.</i></p>

TUN	SAGEN
<p data-bbox="188 235 231 280">➔</p> <p data-bbox="188 1059 646 1093">(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p data-bbox="188 1205 464 1238">(Kinder blättern um.)</p>	<p data-bbox="810 230 1369 302"><i>Auf der Seite mit dem Flugzeug siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p data-bbox="810 338 1369 409"><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p data-bbox="810 450 1369 813"><i>Auf diesem Bild liegen Steine übereinander. Unten liegt ein Stein, darauf liegt ein anderer Stein, der ein bisschen zur Seite übersteht. Der nächste steht noch ein wenig mehr über, der nächste noch ein bisschen weiter, bis zum obersten Stein. Die Steine stehen dabei nicht sehr weit zur Seite über, sondern sie sind eng beieinander. Hier steht noch der schwarze Stein als Gewicht drauf.</i></p> <p data-bbox="810 853 1369 992"><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p data-bbox="810 1032 1369 1104"><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p data-bbox="810 1111 1369 1182"><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p data-bbox="810 1223 1098 1256"><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
<p data-bbox="188 1337 231 1382">❄</p> <p data-bbox="188 1977 646 2011">(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p data-bbox="810 1332 1369 1404"><i>Auf der Seite mit der Schneeflocke siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p data-bbox="810 1444 1369 1516"><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p data-bbox="810 1556 1369 1731"><i>Auf diesem Bild liegen zwei Steine übereinander. Der schwarze Stein stützt den oberen Stein in der Mitte. Der obere Stein steht hier nicht so weit über den Unteren über.</i></p> <p data-bbox="810 1771 1369 1910"><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p data-bbox="810 1951 1369 2022"><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p data-bbox="810 2029 1369 2063"><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt</i></p>

(Kinder blättern um.)	<p><i>geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>
-----------------------	---

TUN	SAGEN
<p></p> <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Sonne siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Auf diesem Bild ist ein Stein hochkant aufgestellt, dann liegt einer quer darüber. Darauf liegt in der Mitte der schwarze Stein. Der Stein in der Mitte ist hier genau in der Mitte auf den unteren Stein gelegt.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p><i>Auf der Seite siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Auf dem Bild liegt unten ein Stein, darauf liegen zwei Steine, die stehen über dem unteren Stein nach außen über und oben drauf liegt in der Mitte der schwarze Stein.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p>

(Kinder blättern um.)	Dann blätterst du um.
-----------------------	-----------------------

TUN	SAGEN
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Auf diesem Bild liegen Steine übereinander. Unten liegt ein Stein, darauf liegt ein anderer Stein, der zur Seite übersteht. Der nächste Stein steht noch ein bisschen mehr über, der nächste noch ein bisschen weiter, bis zum obersten Stein, der wird dann von dem schwarzen Stein von unten gestützt.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p>Dann blätterst du um.</p>

TUN	SAGEN
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Auf diesem Bild liegen zwei Steine übereinander und einer steht noch hochkant drauf. Der schwarze Stein stützt den Stein, der in der Mitte übersteht. Bei dem Stein, der zur Mitte übersteht, steht eine Hälfte über.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Hier ist ein Stein hochkant aufgestellt, dann liegt einer quer darüber. Darauf liegt in der Mitte der schwarze Stein und außen steht noch ein anderer Stein hochkant oben drauf. Der Stein in der Mitte ist hier genau in der Mitte auf den unteren gelegt.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Auf diesem Bild ist ein Stein hochkant aufgestellt, dann liegt ein Stein quer darüber. Darauf steht in der Mitte der schwarze Stein hochkant. Der Stein in der Mitte ist hier ein bisschen versetzt auf den unteren Stein gelegt.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Auf diesem Bild liegen Steine übereinander. Unten liegt ein Stein, darauf liegt ein anderer Stein, der zur Seite übersteht. Der nächste steht noch ein bisschen mehr über, der nächste noch ein bisschen weiter, bis zum obersten Stein. Hier steht noch der schwarze Stein als Gewicht drauf.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Auf diesem Bild liegen zwei Steine übereinander. Der schwarze Stein stützt den oberen Stein in der Mitte. Der obere Stein steht hier weit über den anderen über.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p><i>Auf der Seite siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Auf diesem Bild ist ein Stein hochkant aufgestellt, dann liegt einer quer darüber. Darauf liegt in der Mitte der schwarze Stein. Der Stein in der Mitte liegt hier nicht genau in der Mitte auf dem unteren Stein, sondern ein bisschen zur Seite versetzt.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p>*****</p> <p><i>Wenn du fertig bist, guck bitte noch einmal das Heft durch, ob du jede Seite bearbeitet hast; Manchmal überblättert man ausversehen eine.</i></p>

Bitte tragen Sie hier die genaue Uhrzeit ein: _____

Protokollbogen (Vergleich, ohne Beschreibung) Heft a „Stabilität beim Bauen mit Bauklötzen“

Allgemeine Hinweise zum Vorgehen:

- Alle Versuchsbedingungen müssen in der beschriebenen Weise durchgeführt werden. Es sollten keine individuellen Veränderungen in der Sprache und dem Ablauf vorgenommen werden.
- Alle Materialien und die Videokamera sowie der Aufbau müssen vor dem Versuch bereit stehen.
- Die komplette Testung wird auf Video aufgezeichnet.
- Es geht nicht darum, die Kinder durch Hinweise zu korrekten Antworten zu führen, sondern darum zu testen, wie der Entwicklungsstand des Kindes ist.
- Lässt bei einem Kind die Motivation oder Konzentrationsfähigkeit im Laufe der Durchführung nach, kann man selbstverständlich individuell eingreifen, z.B. indem gezeigt wird, dass nicht mehr viel zu beantworten ist.
- Geben Sie dem Kind keine Rückmeldung, ob die gegebene Antwort richtig oder falsch war.

Kleines einführendes Gespräch mit dem Kind:

- *Wir sind heute hier, weil wir zusammen mit Bauklötzen spielen wollen.*
- *Wie heißt du?*
- *Wie alt bist du?*
- ...

Bitte tragen Sie hier die genaue Uhrzeit ein: _____

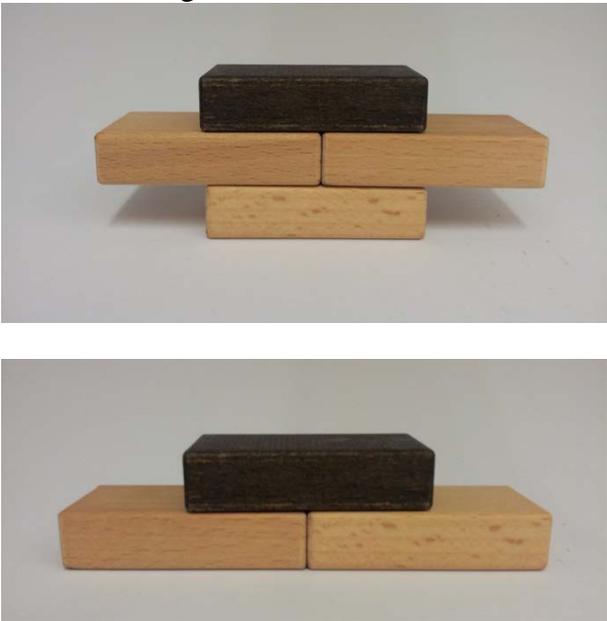
Material

5 helle große Steine
2 schwarze große Steine
Demo-Heft
Bleistifte für die Kinder
Antworthefte für die Kinder

TUN	SAGEN
Antworthefte an Kinder verteilen.	<i>Zunächst schreibst du bitte nur vorne deinen Namen drauf und lässt das Heft zugeschlagen vor Dir liegen und guckst zu mir.</i>
Steine auf den Tisch legen.	<i>Guck mal, ich habe Bauklötze mitgebracht. Ich baue die Steine jetzt nacheinander immer verschieden auf und werde dich dazu etwas fragen.</i>
Steine wie folgt aufstellen: 	<i>Guck mal, jetzt stehen die Steine so. So, wie die Steine hier stehen, ist der schwarze Stein als Stütze da. Manchmal wird der schwarze Stein wirklich gebraucht, damit die anderen Steine so stehen bleiben und das Gebaute</i>

<p>(Kinder schlagen Hefte auf.)</p> 	<p><i>heil bleibt. Aber manchmal wird der schwarze Stein nicht wirklich gebraucht. Die anderen Steine würden auch ohne ihn so stehen bleiben.</i></p> <p><i>Wenn du dein Heft aufschlägst, siehst du auf der Seite mit dem Bleistift ein Bild, auf dem die Steine genauso stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine genau an, was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt? Die meisten Kinder antworten.</i></p>
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p>
<p>Schwarzen Stein wegnehmen</p>	<p><i>Dann wollen wir das mal testen. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt weg. Guck mal, das Gebaute geht kaputt. Hier hat es den schwarzen Stein also wirklich als Stütze gebraucht. Falls du anders vermutet hast, musst du es nicht korrigieren, das kann so bleiben.</i></p>
<p>Steine wie folgt aufstellen:</p>  <p>(Kinder blättern um.)</p> 	<p><i>Guck mal, jetzt stehen die Steine so.</i></p> <p><i>Wenn du umblätterst, siehst du auf der Seite mit der Schere ein Bild, auf dem die Steine genauso stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine genau an, was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt? Die meisten Kinder antworten.</i></p>
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p>
<p>Schwarzen Stein wegnehmen</p>	<p><i>Dann wollen wir das mal testen. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt weg. Guck mal, die anderen Steine bleiben</i></p>

	<i>genauso stehen. Hier hält das Gebaute also auch ohne den schwarzen Stein als Stütze. Falls du anders vermutet hast, musst du es nicht korrigieren, das kann so bleiben.</i>
Zeigen, wie man den Mund als Reißverschluss zumacht.	<i>Jetzt habe ich noch mehr Bilder mitgebracht. Auf diesen stehen die Steine immer anders. Wir blättern immer gemeinsam um und gucken das Bild an. Von jetzt an darfst du gar nichts mehr sagen. Komm du machst den Mund jetzt zu - wie einen Reißverschluss.</i>

TUN	SAGEN
<p></p> <p>Steine wie folgt aufstellen:</p>  <p>(Hinterlegten Text voll aussprechen! (Dauer notwendig für Vergleichbarkeit zwischen zwei Testheftversionen.))</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Hand siehst du zwei Bilder, auf denen wieder Steine stehen. Hier habe ich die Steine nochmal genauso aufgebaut. Beide Bilder sehen fast genau gleich aus. Wir schauen jetzt zuerst gemeinsam beide Bilder an und danach überlegst du Dir zuerst bei dem oberen Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Danach überlegst du bei dem unteren Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Aber zuerst schauen wir gemeinsam beide Bilder an.</i></p> <p><i>Du guckst zuerst nur das obere Bild an. Hier liegt der schwarze Stein oben als Gewicht drauf. Manchmal wird der schwarze Stein wirklich gebraucht, damit die anderen Steine so stehen bleiben. Aber manchmal wird der schwarze Stein nicht wirklich gebraucht. Die anderen Steine würden auch ohne ihn so stehen bleiben.</i></p> <p><i>Guck Dir das Gebaute auf beiden Bildern ganz genau an. Guck zuerst das obere Bild an und dann das untere Bild. Schau auf den Unterschied. Dann guckst du noch einmal auf das obere Bild und dann auf das untere Bild und schaust genau hin, wie sich die Bilder unterscheiden.</i></p> <p><i>Guck Dir jetzt das obere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den</i></p>

<p>(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p>(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch. Gucke Dir nun das untere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>
--	---

TUN	SAGEN
<p>☺</p> <p>(Hinterlegten Text voll aussprechen! (Dauer notwendig für Vergleichbarkeit zwischen zwei Testheftversionen.))</p> <p>(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit dem Smiley siehst du zwei Bilder, auf denen wieder Steine stehen. Beide Bilder sehen fast genau gleich aus. Wir schauen jetzt zuerst gemeinsam beide Bilder an und danach überlegst du Dir zuerst bei dem oberen Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Danach überlegst du bei dem unteren Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Aber zuerst schauen wir gemeinsam beide Bilder an.</i></p> <p><i>Guck Dir das Gebaute auf beiden Bildern ganz genau an. Guck zuerst das obere Bild an und dann das untere Bild. Schau auf den Unterschied. Dann guckst du noch einmal auf das obere Bild und dann auf das untere Bild und schaust genau hin, wie sich die Bilder unterscheiden.</i></p> <p><i>Guck Dir jetzt das obere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch. Gucke Dir nun das untere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein.</i></p>

(Kinder machen Kreuz und Kreis.)	<i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i>
(Kinder blättern um.)	<i>Dann blätterst du um.</i>

TUN	SAGEN
 <p>(Hinterlegten Text voll aussprechen! (Dauer notwendig für Vergleichbarkeit zwischen zwei Testheftversionen.))</p> <p>(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p>(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Blume siehst du zwei Bilder, auf denen wieder Steine stehen. Beide Bilder sehen fast genau gleich aus.</i></p> <p><i>Wir schauen jetzt zuerst gemeinsam beide Bilder an und danach überlegst du Dir zuerst bei dem oberen Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Danach überlegst du bei dem unteren Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Aber zuerst schauen wir gemeinsam beide Bilder an.</i></p> <p><i>Guck Dir das Gebaute auf beiden Bildern ganz genau an. Guck zuerst das obere Bild an und dann das untere Bild. Schau auf den Unterschied. Dann guckst du noch einmal auf das obere Bild und dann auf das untere Bild und schaust genau hin, wie sich die Bilder unterscheiden.</i></p> <p><i>Guck Dir jetzt das obere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch. Gucke Dir nun das untere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
	<p><i>Auf der Seite mit der Uhr siehst du zwei Bilder, auf denen wieder Steine stehen. Beide Bilder sehen fast genau gleich aus.</i></p> <p><i>Wir schauen jetzt zuerst gemeinsam</i></p>

<p>(Hinterlegten Text voll aussprechen! (Dauer notwendig für Vergleichbarkeit zwischen zwei Testheftversionen.))</p> <p>(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p>(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>beide Bilder an und danach überlegst du Dir zuerst bei dem oberen Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Danach überlegst du bei dem unteren Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Aber zuerst schauen wir gemeinsam beide Bilder an.</i></p> <p><i>Guck Dir das Gebaute auf beiden Bildern ganz genau an. Guck zuerst das obere Bild an und dann das untere Bild. Schau auf den Unterschied. Dann guckst du noch einmal auf das obere Bild und dann auf das untere Bild und schaust genau hin, wie sich die Bilder unterscheiden.</i></p> <p><i>Guck Dir jetzt das obere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch. Gucke Dir nun das untere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blättest du um.</i></p>
---	--

TUN	SAGEN
	<p><i>Auf der Seite mit der Fahne siehst du zwei Bilder, auf denen wieder Steine stehen. Beide Bilder sehen fast genau gleich aus.</i></p> <p><i>Wir schauen jetzt zuerst gemeinsam beide Bilder an und danach überlegst du Dir zuerst bei dem oberen Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Danach überlegst du bei dem unteren Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Aber zuerst schauen wir gemeinsam beide Bilder an.</i></p>

<p>(Hinterlegten Text voll aussprechen! (Dauer notwendig für Vergleichbarkeit zwischen zwei Testheftversionen.))</p> <p>(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p>(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Guck Dir das Gebaute auf beiden Bildern ganz genau an. Guck zuerst das obere Bild an und dann das untere Bild. Schau auf den Unterschied. Dann guckst du noch einmal auf das obere Bild und dann auf das untere Bild und schaust genau hin, wie sich die Bilder unterscheiden.</i></p> <p><i>Guck Dir jetzt das obere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch. Gucke Dir nun das untere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>
---	--

TUN	SAGEN
<p>➔</p> <p>(Hinterlegten Text voll aussprechen! (Dauer notwendig für Vergleichbarkeit zwischen zwei Testheftversionen.))</p>	<p><i>Auf der Seite mit dem Flugzeug siehst du zwei Bilder, auf denen wieder Steine stehen. Beide Bilder sehen fast genau gleich aus.</i></p> <p><i>Wir schauen jetzt zuerst gemeinsam beide Bilder an und danach überlegst du Dir zuerst bei dem oberen Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Danach überlegst du bei dem unteren Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Aber zuerst schauen wir gemeinsam beide Bilder an.</i></p> <p><i>Guck Dir das Gebaute auf beiden Bildern ganz genau an. Guck zuerst das obere Bild an und dann das untere Bild. Schau auf den Unterschied. Dann guckst du noch einmal auf das obere Bild und dann auf das untere Bild und schaust genau hin, wie sich die Bilder unterscheiden.</i></p> <p><i>Guck Dir jetzt das obere Bild gut an.</i></p>

<p>(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p>	<p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch. Gucke Dir nun das untere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i></p>
<p>(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
<p>❄</p> <p>(Hinterlegten Text voll aussprechen! (Dauer notwendig für Vergleichbarkeit zwischen zwei Testheftversionen.))</p> <p>(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Schneeflocke siehst du zwei Bilder, auf denen wieder Steine stehen. Beide Bilder sehen fast genau gleich aus. Wir schauen jetzt zuerst gemeinsam beide Bilder an und danach überlegst du Dir zuerst bei dem oberen Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Danach überlegst du bei dem unteren Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Aber zuerst schauen wir gemeinsam beide Bilder an.</i></p> <p><i>Guck Dir das Gebaute auf beiden Bildern ganz genau an. Guck zuerst das obere Bild an und dann das untere Bild. Schau auf den Unterschied. Dann guckst du noch einmal auf das obere Bild und dann auf das untere Bild und schaust genau hin, wie sich die Bilder unterscheiden.</i></p> <p><i>Guck Dir jetzt das obere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch. Gucke Dir nun das untere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute</i></p>

Protokollbogen (Heft a)
(Vergleich, mit Beschreibung)
„Stabilität beim Bauen mit Bauklötzen“

Allgemeine Hinweise zum Vorgehen:

- Alle Versuchsbedingungen müssen in der beschriebenen Weise durchgeführt werden. Es sollten keine individuellen Veränderungen in der Sprache und dem Ablauf vorgenommen werden.
 - Alle Materialien und die Videokamera sowie der Aufbau müssen vor dem Versuch bereit stehen.
 - Die komplette Testung wird auf Video aufgezeichnet.
 - Es geht nicht darum, die Kinder durch Hinweise zu korrekten Antworten zu führen, sondern darum zu testen, wie der Entwicklungsstand des Kindes ist.
 - Lässt bei einem Kind die Motivation oder Konzentrationsfähigkeit im Laufe der Durchführung nach, kann man selbstverständlich individuell eingreifen, z.B. indem gezeigt wird, dass nicht mehr viel zu beantworten ist.
 - Geben Sie dem Kind keine Rückmeldung, ob die gegebene Antwort richtig oder falsch war.
-

Kleines einführendes Gespräch mit dem Kind:

- *Wir sind heute hier, weil wir zusammen mit Bauklötzen spielen wollen.*
- *Wie heißt du?*
- *Wie alt bist du?*
- ...

Bitte tragen Sie hier die genaue Uhrzeit ein: _____

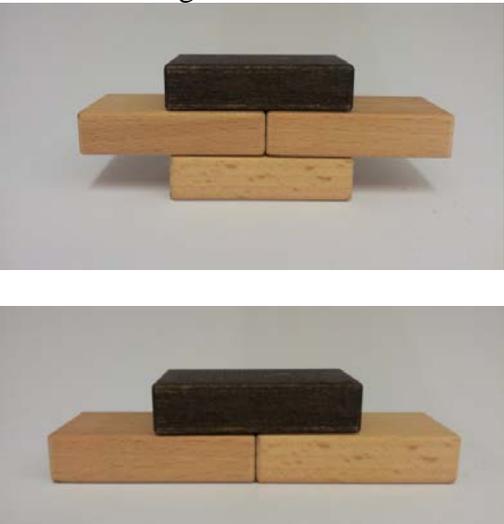
Material

5 helle große Steine
 2 schwarze große Steine
 Demo-Heft (Version A)
 Bleistifte für Kinder
 Antworthefte für Kinder

TUN	SAGEN
Antworthefte an Kinder verteilen.	<i>Zunächst schreibst du bitte nur vorne deinen Namen drauf und lässt das Heft zugeschlagen vor Dir liegen und guckst zu mir.</i>
Steine auf den Tisch legen.	<i>Guck mal, ich habe Bauklötze mitgebracht. Ich baue die Steine jetzt nacheinander immer verschieden auf und werde dich dazu etwas fragen.</i>
Steine wie folgt aufstellen:	<i>Guck mal, jetzt stehen die Steine so. So, wie die Steine hier stehen, ist der schwarze Stein als Stütze da. Manchmal wird der schwarze Stein wirklich gebraucht, damit die anderen</i>

 <p>(Kinder schlagen Hefte auf.)</p> 	<p><i>Steine so stehen bleiben und das Gebaute heil bleibt. Aber manchmal wird der schwarze Stein nicht wirklich gebraucht. Die anderen Steine würden auch ohne ihn so stehen bleiben.</i></p> <p><i>Wenn du dein Heft aufschlägst, siehst du auf der Seite mit dem Bleistift ein Bild, auf dem die Steine genauso stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine genau an, was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt? Die meisten Kinder antworten.</i></p>
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p>
<p>Schwarzen Stein wegnehmen</p>	<p><i>Dann wollen wir das mal testen. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt weg. Guck mal, das Gebaute geht kaputt. Hier hat es den schwarzen Stein also wirklich als Stütze gebraucht. Falls du anders vermutet hast, musst du es nicht korrigieren, das kann so bleiben.</i></p>
<p>Steine wie folgt aufstellen:</p>  <p>(Kinder blättern um.)</p> 	<p><i>Guck mal, jetzt stehen die Steine so.</i></p> <p><i>Wenn du umblätterst, siehst du auf der Seite mit der Schere ein Bild, auf dem die Steine genauso stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine genau an, was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt? Die meisten Kinder antworten.</i></p>
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p>
<p>Schwarzen Stein wegnehmen</p>	<p><i>Dann wollen wir das mal testen. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt weg.</i></p>

	<i>Guck mal, die anderen Steine bleiben genauso stehen. Hier hält das Gebaute also auch ohne den schwarzen Stein als Stütze. Falls du anders vermutet hast, musst du es nicht korrigieren, das kann so bleiben.</i>
Zeigen, wie man den Mund als Reißverschluss zumacht.	<i>Jetzt habe ich noch mehr Bilder mitgebracht. Auf diesen stehen die Steine immer anders. Wir blättern immer gemeinsam um und gucken das Bild an. Von jetzt an darfst du gar nichts mehr sagen. Komm du machst den Mund jetzt zu - wie einen Reißverschluss.</i>

TUN	SAGEN
<p></p> <p>Steine wie folgt aufstellen:</p>  <p>Auf dem Bild im Demo-Heft den Stein zeigen, der den Unterschied ausmacht.</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Hand siehst du zwei Bilder, auf denen wieder Steine stehen. Hier habe ich die Steine nochmal genauso aufgebaut. Beide Bilder sehen fast genau gleich aus. Ich zeige Dir jetzt den Unterschied und danach überlegst du Dir zuerst bei dem oberen Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Danach überlegst du bei dem unteren Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Aber zuerst zeige ich Dir den Unterschied.</i></p> <p><i>Du guckst zuerst nur das obere Bild an. Hier liegt der schwarze Stein oben als Gewicht drauf. Manchmal wird der schwarze Stein wirklich gebraucht, damit die anderen Steine so stehen bleiben. Aber manchmal wird der schwarze Stein nicht wirklich gebraucht. Die anderen Steine würden auch ohne ihn so stehen bleiben.</i></p> <p><i>Auf dem oberen Bild liegt unten ein Stein, darauf liegen zwei Steine, die stehen über dem unteren Stein nach außen über und oben drauf liegt in der Mitte der schwarze Stein. Wenn du jetzt das untere Bild ansiehst, liegen dort zwei Steine nebeneinander und der schwarze Stein in der Mitte oben drauf, der unterste Stein fehlt also.</i></p>

(Kinder machen Kreuz und Kreis.)	<i>Guck Dir das obere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i>
(Kinder machen Kreuz und Kreis.)	<i>Guck Dir nun das untere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i>
(Kinder blättern um.)	<i>Dann blättest du um.</i>

TUN	SAGEN
<p data-bbox="239 817 287 873">☺</p> <p data-bbox="239 1388 845 1467">Auf dem Bild im Demo-Heft zeigen, wie die Steine versetzt liegen.</p>	<p data-bbox="861 817 1412 963"><i>Auf der Seite mit dem Smiley siehst du zwei Bilder, auf denen wieder Steine stehen. Beide Bilder sehen fast genau gleich aus.</i></p> <p data-bbox="861 963 1412 1332"><i>Ich zeige Dir jetzt den Unterschied und danach überlegst du Dir zuerst bei dem oberen Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Danach überlegst du bei dem unteren Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Aber zuerst zeige ich Dir den Unterschied.</i></p> <p data-bbox="861 1366 1412 1657"><i>Guck das obere Bild an. Hier liegen Steine übereinander. Unten liegt ein Stein, darauf liegt ein anderer Stein, der zur Seite übersteht. Der nächste steht noch ein bisschen mehr über, der nächste noch ein bisschen weiter, bis zum obersten Stein, der wird dann von dem Schwarzen von unten gestützt.</i></p> <p data-bbox="861 1668 1412 1814"><i>Wenn du jetzt das untere Bild ansiehst, liegen die Steine dort fast genauso. Nur diese Steine stehen nicht ganz so weit zur Seite über, sie sind enger beieinander.</i></p> <p data-bbox="861 1848 1412 2060"><i>Guck Dir das obere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute</i></p>

(Kinder machen Kreuz und Kreis.)	<i>kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i>
(Kinder machen Kreuz und Kreis.)	<i>Guck Dir nun das untere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i>
(Kinder blättern um.)	<i>Dann blättest du um.</i>

TUN	SAGEN
 <p>Auf dem Bild im Demo-Heft zeigen, welcher Stein unterschiedlich weit zur Mitte verschoben ist.</p> <p>(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Blume siehst du zwei Bilder, auf denen wieder Steine stehen. Beide Bilder sehen fast genau gleich aus.</i></p> <p><i>Ich zeige Dir jetzt den Unterschied und danach überlegst du Dir zuerst bei dem oberen Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Danach überlegst du bei dem unteren Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Aber zuerst zeige ich Dir den Unterschied.</i></p> <p><i>Guck zuerst das obere Bild an. Hier liegen zwei Steine übereinander und einer steht noch hochkant drauf. Der schwarze Stein stützt den Stein, der in die Mitte übersteht. Bei dem Stein der zur Mitte übersteht, steht eine Hälfte über.</i></p> <p><i>Wenn du jetzt das untere Bild ansiehst, liegen die Steine dort fast genauso. Nur, dass der Stein, der zur Mitte übersteht noch weiter überragt, es liegt nur noch ein ganz bisschen auf dem unteren Stein.</i></p> <p><i>Guck Dir das obere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i></p> <p><i>Guck Dir nun das untere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute</i></p>

(Kinder machen Kreuz und Kreis.)	<i>kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i>
(Kinder blättern um.)	<i>Dann blätterst du um.</i>

TUN	SAGEN
 <p>Auf dem Bild im Demo-Heft den querliegenden Stein in der Mitte zeigen.</p> <p>(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p>(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Uhr siehst du zwei Bilder, auf denen wieder Steine stehen. Beide Bilder sehen fast genau gleich aus. Ich zeige Dir jetzt den Unterschied und danach überlegst du Dir zuerst bei dem oberen Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Danach überlegst du bei dem unteren Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Aber zuerst zeige ich Dir den Unterschied.</i></p> <p><i>Guck das obere Bild an. Hier ist ein Stein hochkant aufgestellt, dann liegt einer quer darüber. Darauf liegt in der Mitte der schwarze Stein und außen steht noch ein anderer Stein hochkant oben drauf. Der Stein in der Mitte ist hier genau in der Mitte auf den unteren gelegt.</i></p> <p><i>Wenn du jetzt das untere Bild ansiehst, liegen die Steine dort fast genauso. Nur der Stein in der Mitte liegt hier nicht genau in der Mitte auf dem Unteren drauf, sondern ein wenig versetzt.</i></p> <p><i>Guck Dir das obere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch. Guck Dir nun das untere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
<p data-bbox="204 197 248 241">  </p> <p data-bbox="204 768 802 835">Auf dem Bild im Demo-Heft querliegenden Stein in der Mitte zeigen.</p> <p data-bbox="204 1391 651 1424">(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p data-bbox="204 1648 651 1682">(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p data-bbox="204 1720 480 1753">(Kinder blättern um.)</p>	<p data-bbox="831 197 1366 331">Auf der Seite mit der Fahne siehst du zwei Bilder, auf denen wieder Steine stehen. Beide Bilder sehen fast genau gleich aus.</p> <p data-bbox="831 342 1366 701">Ich zeige Dir jetzt den Unterschied und danach überlegst du Dir zuerst bei dem oberen Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Danach überlegst du bei dem unteren Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Aber zuerst zeige ich Dir den Unterschied.</p> <p data-bbox="831 745 1366 992">Guck zuerst das obere Bild an. Hier ist ein Stein hochkant aufgestellt, dann liegt ein Stein quer darüber. Darauf steht in der Mitte der schwarze Stein hochkant. Der Stein in der Mitte ist hier ein bisschen versetzt auf den unteren Stein gelegt.</p> <p data-bbox="831 1003 1366 1182">Wenn du jetzt das untere Bild ansiehst, liegen die Steine dort fast genauso. Nur der Stein in der Mitte liegt hier ganz genau in der Mitte auf dem unteren Stein drauf.</p> <p data-bbox="831 1193 1366 1440">Guck Dir das obere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</p> <p data-bbox="831 1451 1366 1697">Guck Dir nun das untere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</p> <p data-bbox="831 1731 1110 1765">Dann blätterst du um.</p>

TUN	SAGEN
<p data-bbox="244 197 288 241">➔</p> <p data-bbox="244 768 839 835">Auf dem Bild im Demo-Heft zeigen, wie die Steine versetzt liegen.</p> <p data-bbox="244 1429 687 1462">(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p data-bbox="244 1686 687 1720">(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p data-bbox="244 1753 515 1787">(Kinder blättern um.)</p>	<p data-bbox="866 197 1406 338"><i>Auf der Seite mit dem Flugzeug siehst du zwei Bilder, auf denen wieder Steine stehen. Beide Bilder sehen fast genau gleich aus.</i></p> <p data-bbox="866 342 1406 701"><i>Ich zeige Dir jetzt den Unterschied und danach überlegst du Dir zuerst bei dem oberen Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Danach überlegst du bei dem unteren Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Aber zuerst zeige ich Dir den Unterschied.</i></p> <p data-bbox="866 745 1406 1037"><i>Guck zuerst das obere Bild an. Hier liegen Steine übereinander. Unten liegt ein Stein, darauf liegt ein anderer Stein, der zur Seite übersteht. Der nächste steht noch ein bisschen mehr über, der nächste noch ein bisschen weiter, bis zum obersten Stein. Hier steht noch der schwarze Stein als Gewicht drauf.</i></p> <p data-bbox="866 1041 1406 1182"><i>Wenn du jetzt das untere Bild ansiehst, liegen die Steine dort fast genauso. Nur diese Steine stehen nicht ganz so weit zur Seite über, sie sind enger beieinander.</i></p> <p data-bbox="866 1227 1406 1473"><i>Guck Dir das obere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i></p> <p data-bbox="866 1478 1406 1731"><i>Guck Dir nun das untere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i></p> <p data-bbox="866 1776 1150 1809"><i>Dann blätterst du um.</i></p>

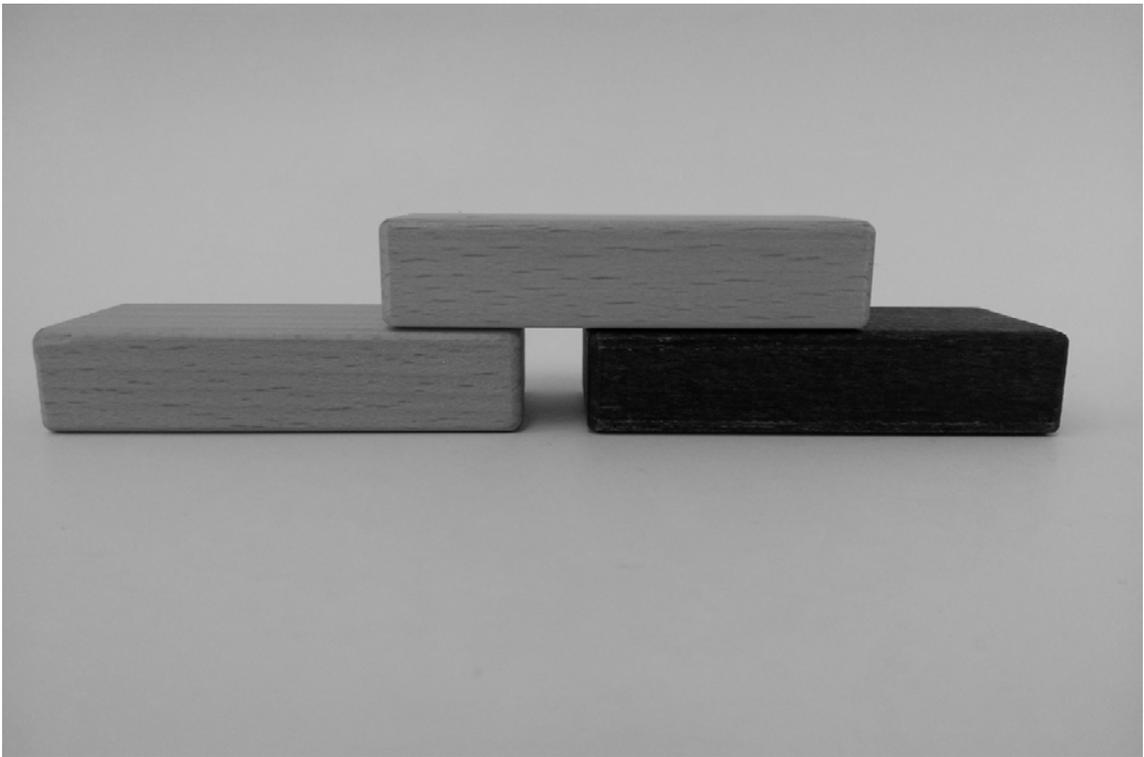
TUN	SAGEN
<p data-bbox="204 197 245 237">❄</p> <p data-bbox="204 763 804 835">Auf dem Bild im Demo-Heft zeigen, wie die Steine versetzt liegen.</p> <p data-bbox="204 1350 651 1386">(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p data-bbox="204 1610 651 1646">(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p data-bbox="204 1682 478 1718">(Kinder blättern um.)</p>	<p data-bbox="826 197 1369 336"><i>Auf der Seite mit der Schneeflocke siehst du zwei Bilder, auf denen wieder Steine stehen. Beide Bilder sehen fast genau gleich aus.</i></p> <p data-bbox="826 342 1369 701"><i>Ich zeige Dir jetzt den Unterschied und danach überlegst du Dir zuerst bei dem oberen Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Danach überlegst du bei dem unteren Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Aber zuerst zeige ich Dir den Unterschied.</i></p> <p data-bbox="826 741 1369 920"><i>Guck das obere Bild an. Hier liegen zwei Steine übereinander. Der schwarze Stein stützt den oberen Stein in der Mitte. Der obere Stein steht hier weit über den Anderen über.</i></p> <p data-bbox="826 927 1369 1106"><i>Wenn du jetzt das untere Bild ansiehst, liegen die Steine dort fast genauso. Nur, dass der obere Stein, der zur Mitte übersteht, nicht so weit übersteht, nur ein ganz kleines Stück.</i></p> <p data-bbox="826 1146 1369 1659"><i>Guck Dir das obere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch. Guck Dir nun das untere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i></p> <p data-bbox="826 1700 1110 1736"><i>Dann blättest du um.</i></p>

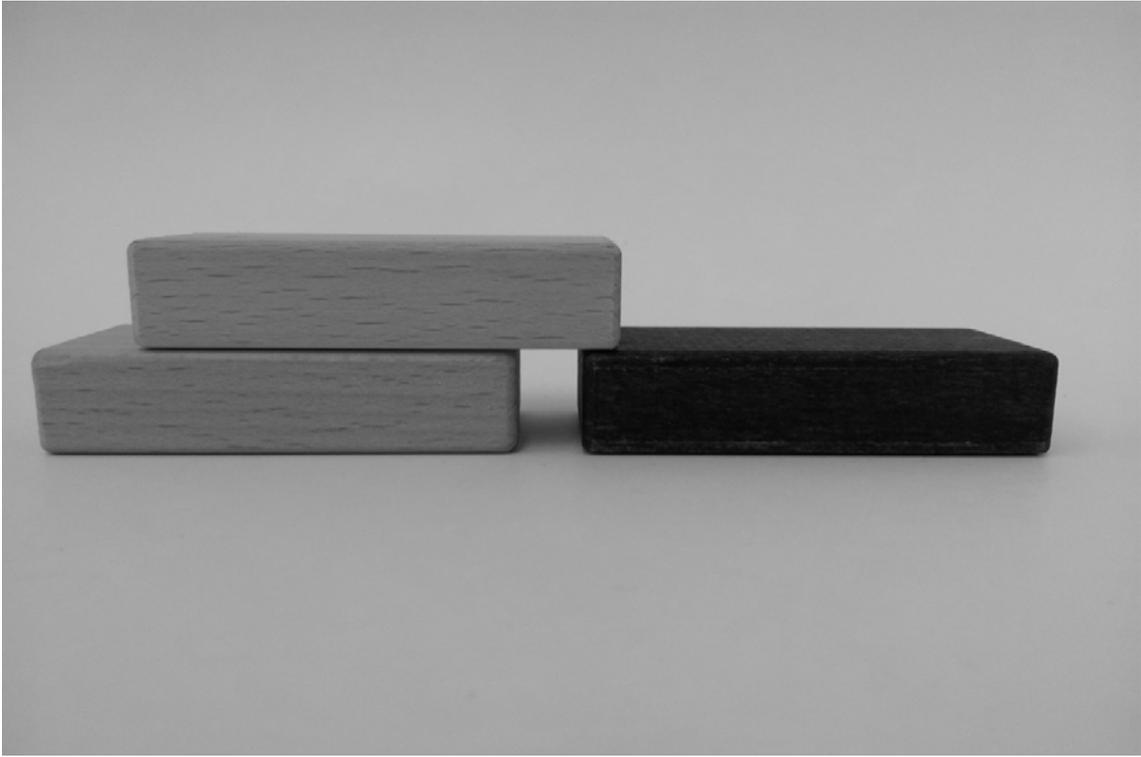
TUN	SAGEN
<p data-bbox="245 197 288 241">☀</p> <p data-bbox="240 763 759 835">Auf dem Bild im Demo-Heft den querliegenden Stein in der Mitte zeigen.</p> <p data-bbox="240 1386 691 1422">(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p data-bbox="240 1644 691 1680">(Kinder machen Kreuz und Kreis.)</p> <p data-bbox="240 1715 517 1751">(Kinder blättern um.)</p>	<p data-bbox="863 192 1406 333"><i>Auf der Seite mit der Sonne siehst du zwei Bilder, auf denen wieder Steine stehen. Beide Bilder sehen fast genau gleich aus.</i></p> <p data-bbox="863 338 1406 701"><i>Ich zeige Dir jetzt den Unterschied und danach überlegst du Dir zuerst bei dem oberen Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Danach überlegst du bei dem unteren Bild, ob das Gebaute hält oder kaputt geht, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Aber zuerst zeige ich Dir den Unterschied.</i></p> <p data-bbox="863 741 1406 958"><i>Guck zuerst das obere Bild an. Hier ist ein Stein hochkant aufgestellt, dann liegt einer quer darüber. Darauf liegt in der Mitte der schwarze Stein. Der Stein in der Mitte ist hier genau ist hier ein bisschen zur Seite versetzt.</i></p> <p data-bbox="863 963 1406 1142"><i>Wenn du jetzt das untere Bild ansiehst, liegen die Steine dort fast genauso. Nur der Stein in der Mitte liegt hier nicht genau in der Mitte auf dem unteren Stein drauf.</i></p> <p data-bbox="863 1182 1406 1435"><i>Guck Dir das obere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i></p> <p data-bbox="863 1440 1406 1693"><i>Guck Dir nun das untere Bild gut an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Wenn du glaubst, dass das Gebaute stehen bleibt, dann kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, streichst du das Bild durch.</i></p> <p data-bbox="863 1733 1150 1769"><i>Dann blätterst du um.</i></p>

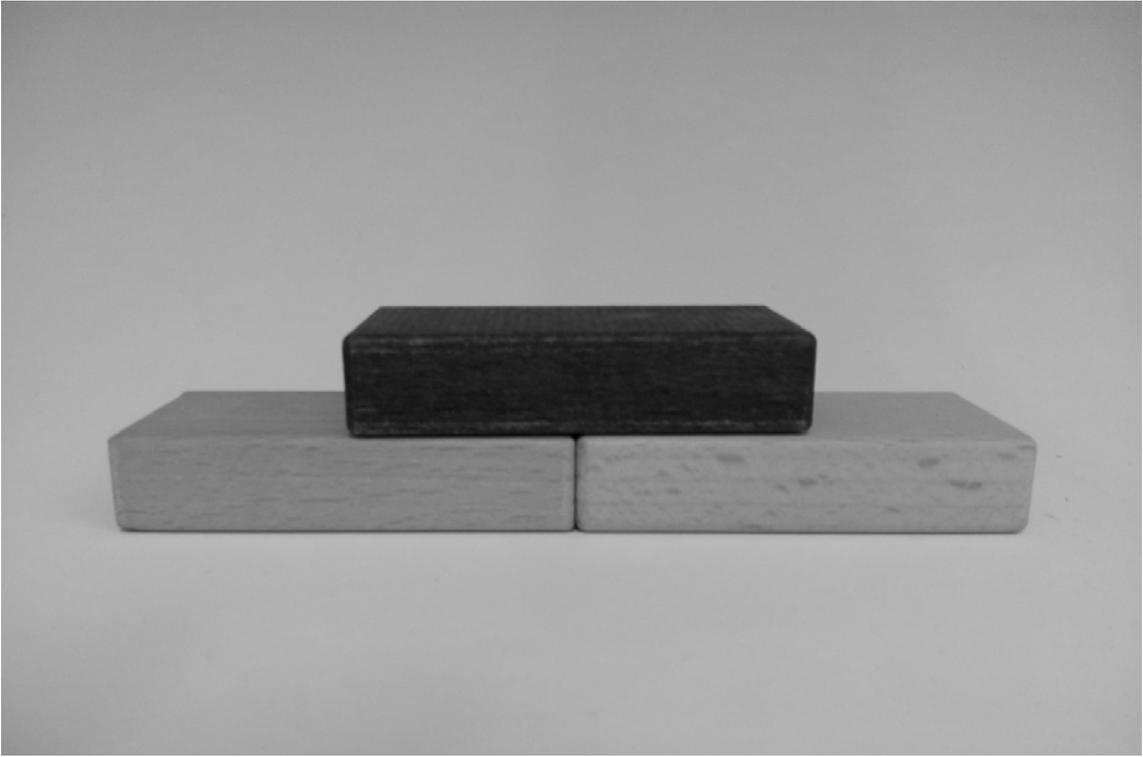
Bitte tragen Sie hier die genaue Uhrzeit ein: _____

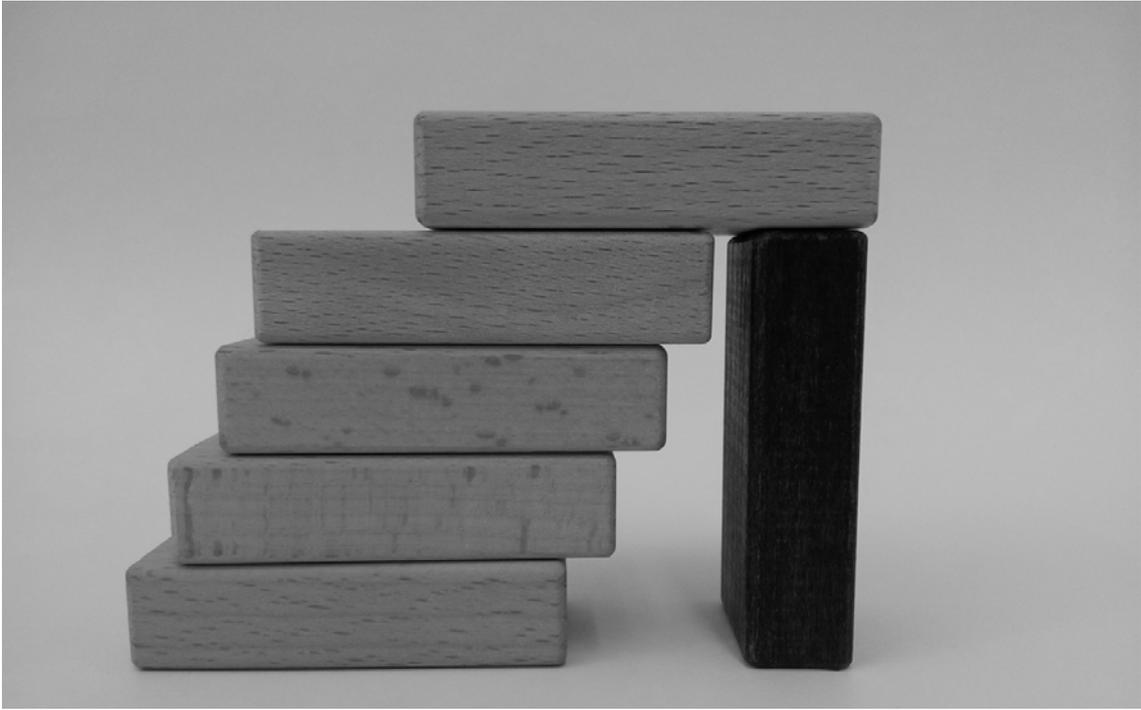
1.3 Antworthefte der Kinder der Studie 1

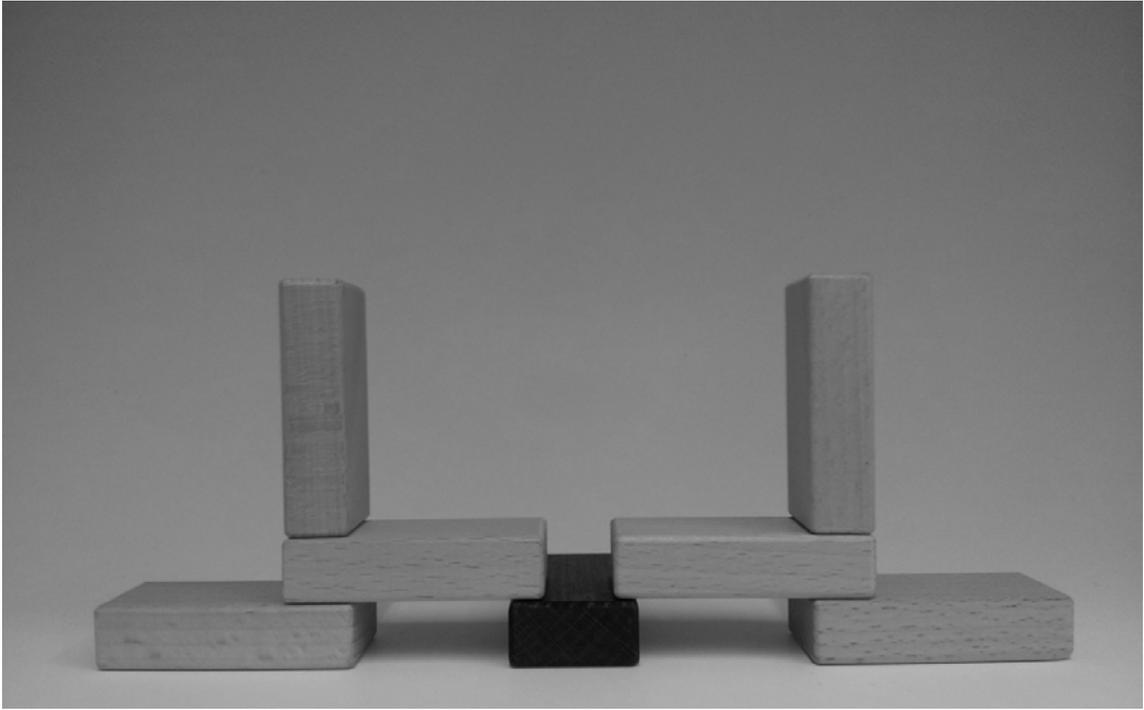
Bauen mit Bauklötzen, einzeln Testheft A	
(vom Institut auszufüllen)	
Geburtsdatum des Kindes: _____	Code des Kindes: _____
Versuchsleiter: _____	
Datum: _____	
Bemerkungen:	
Vorname des Kindes: _____	





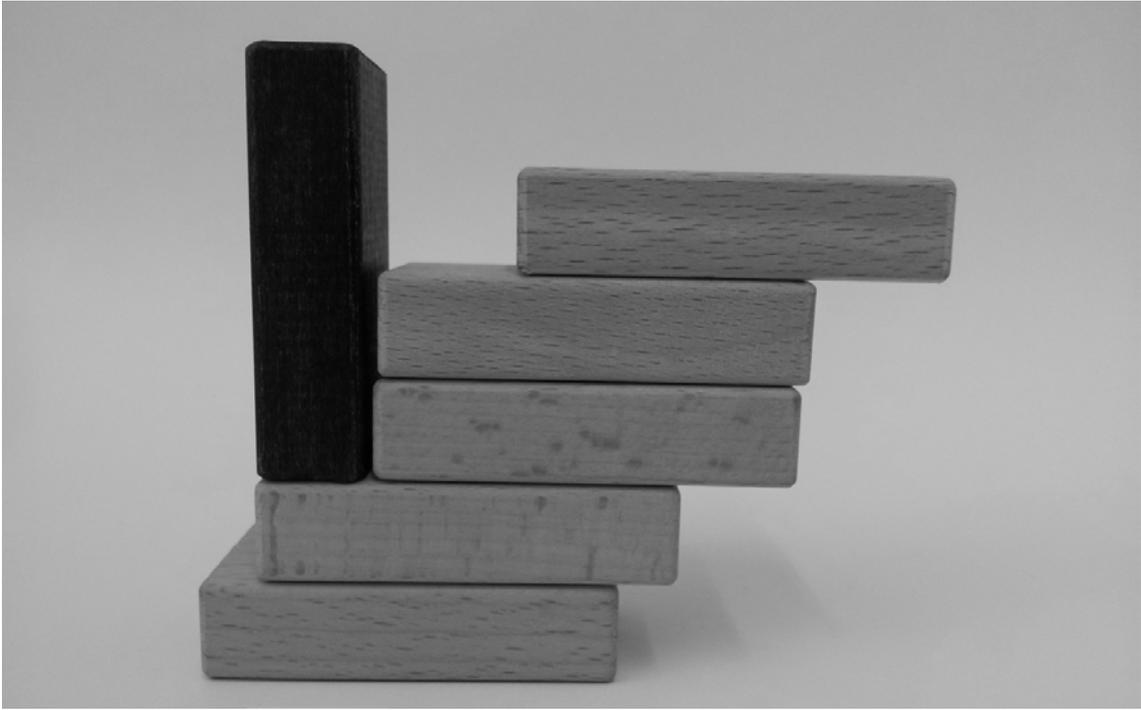


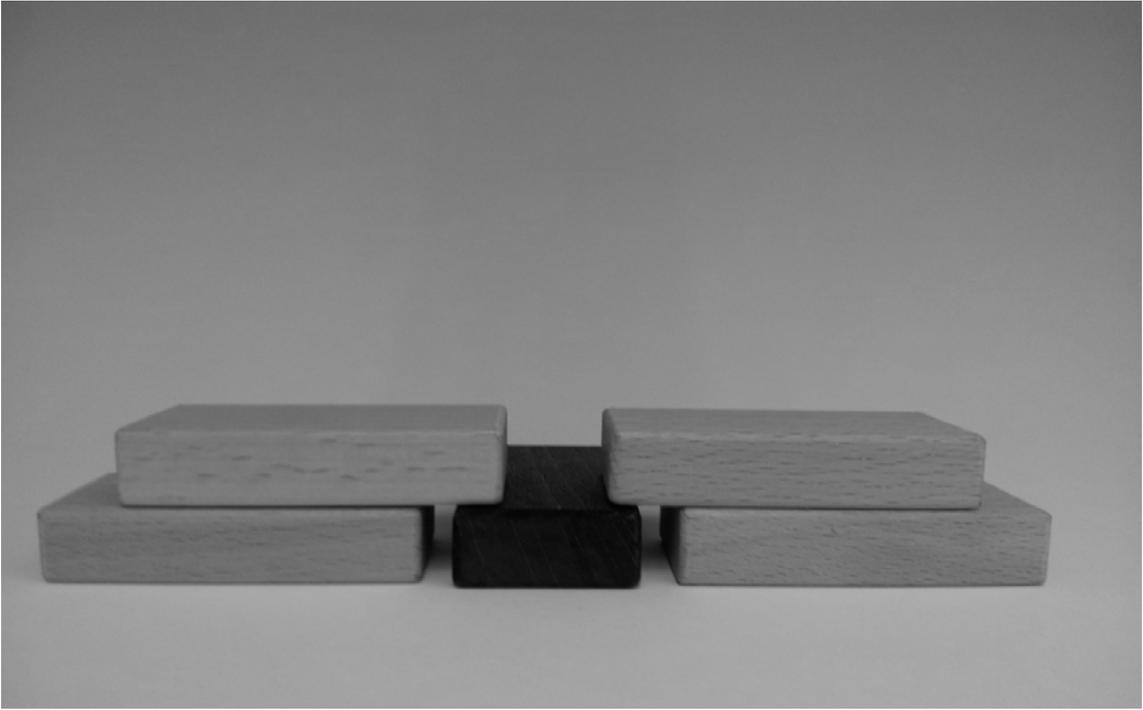


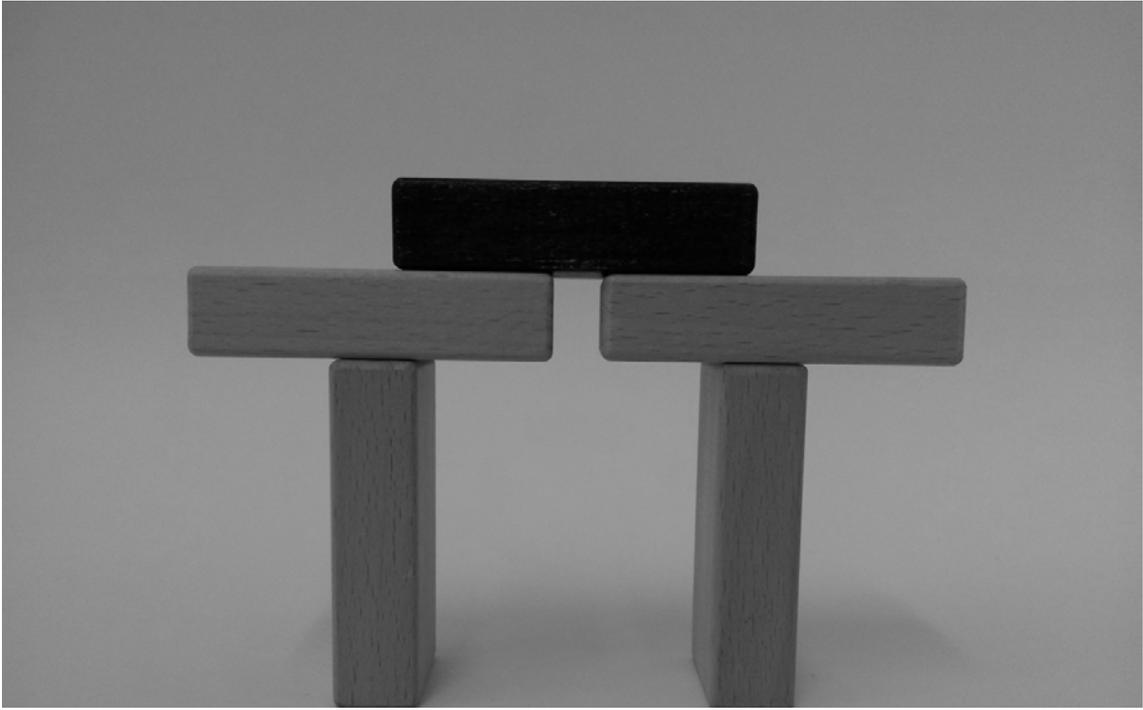


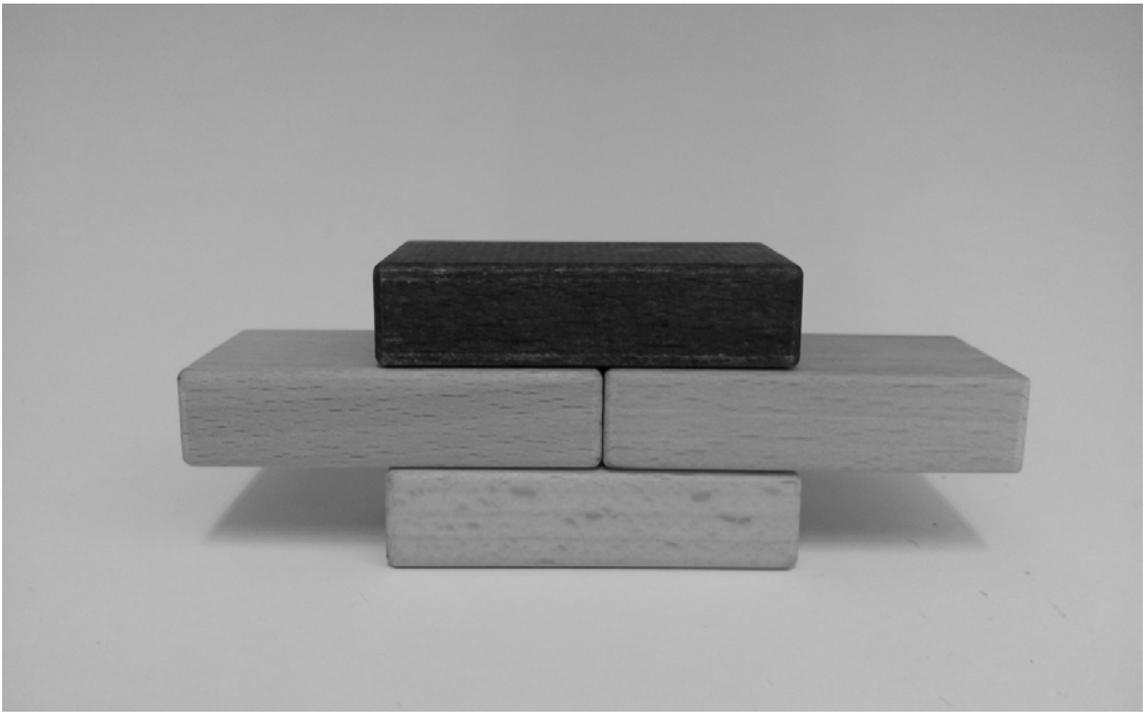


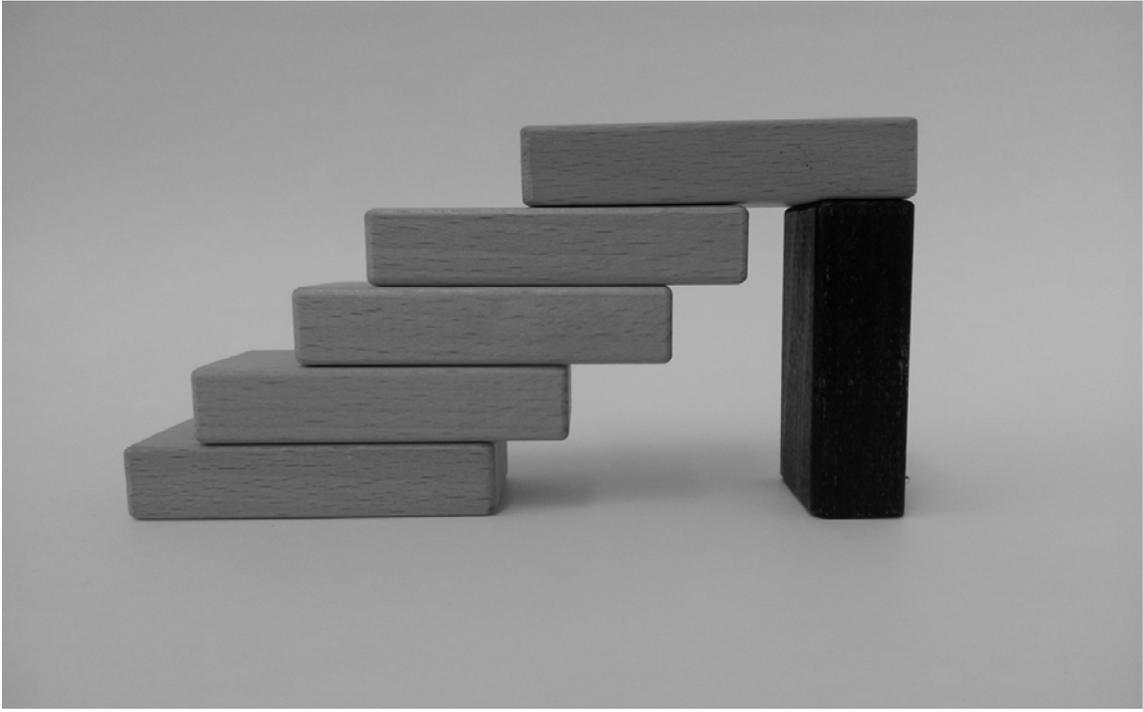


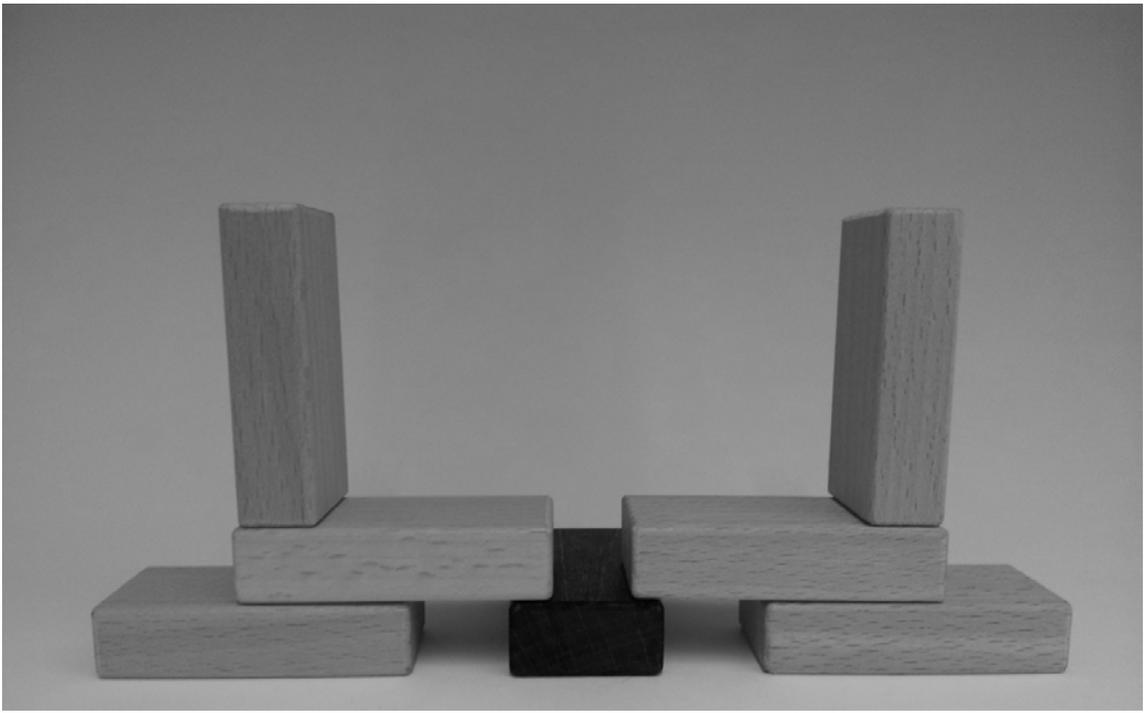


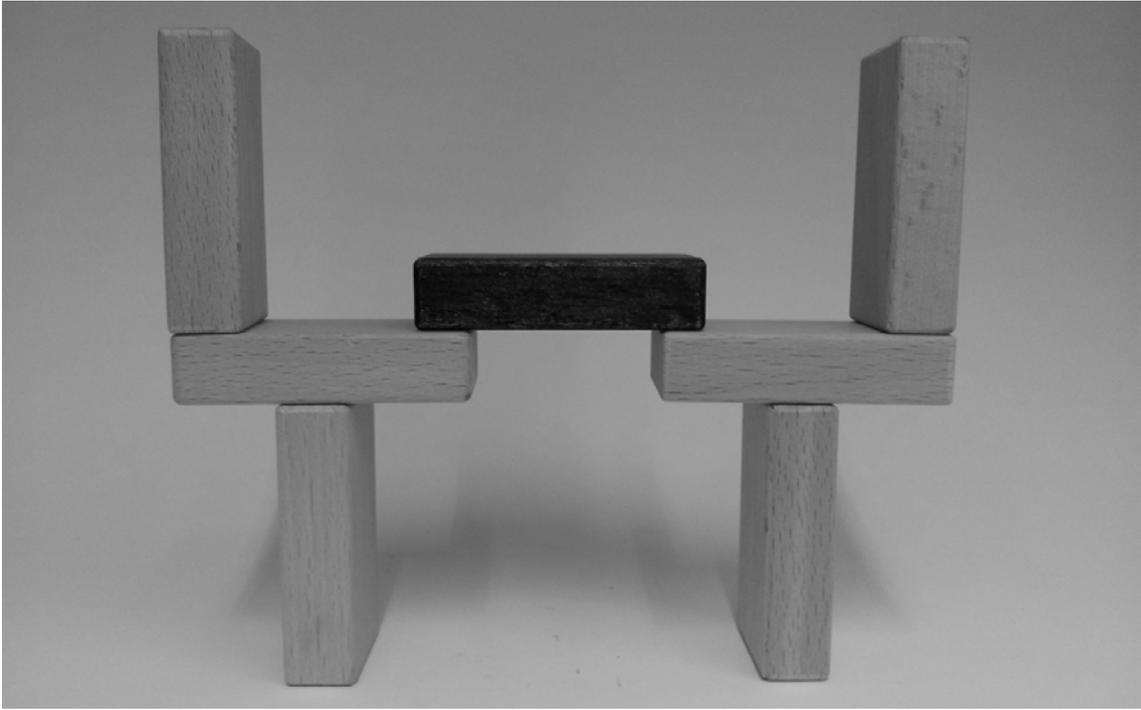




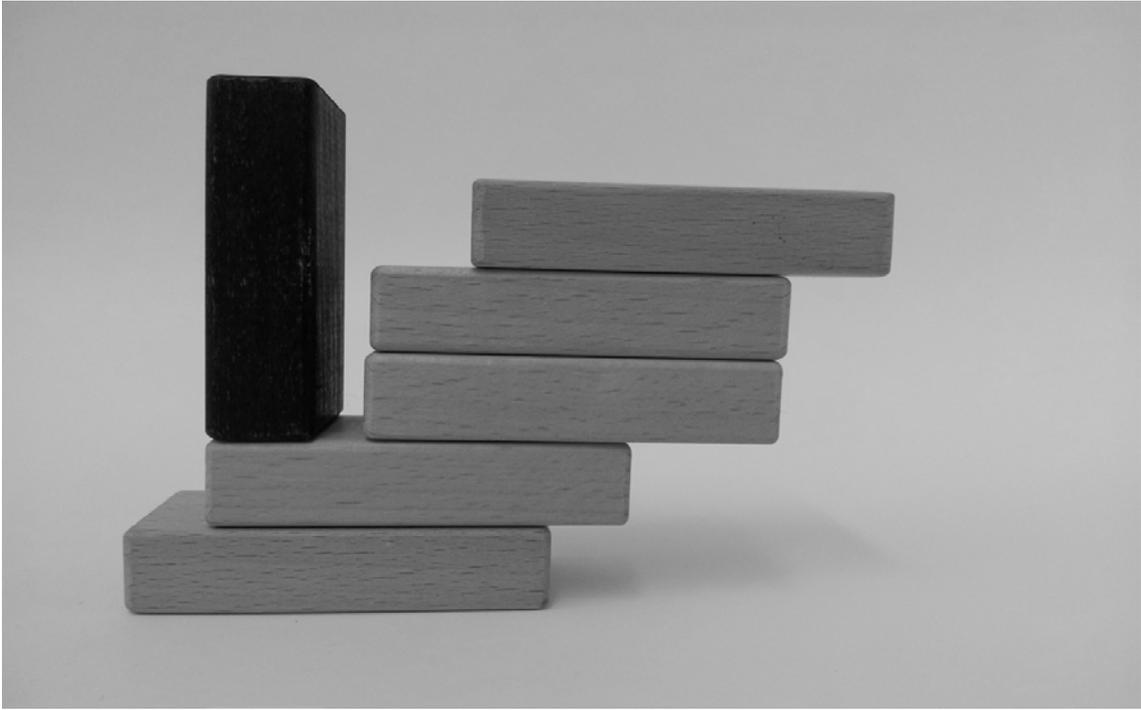


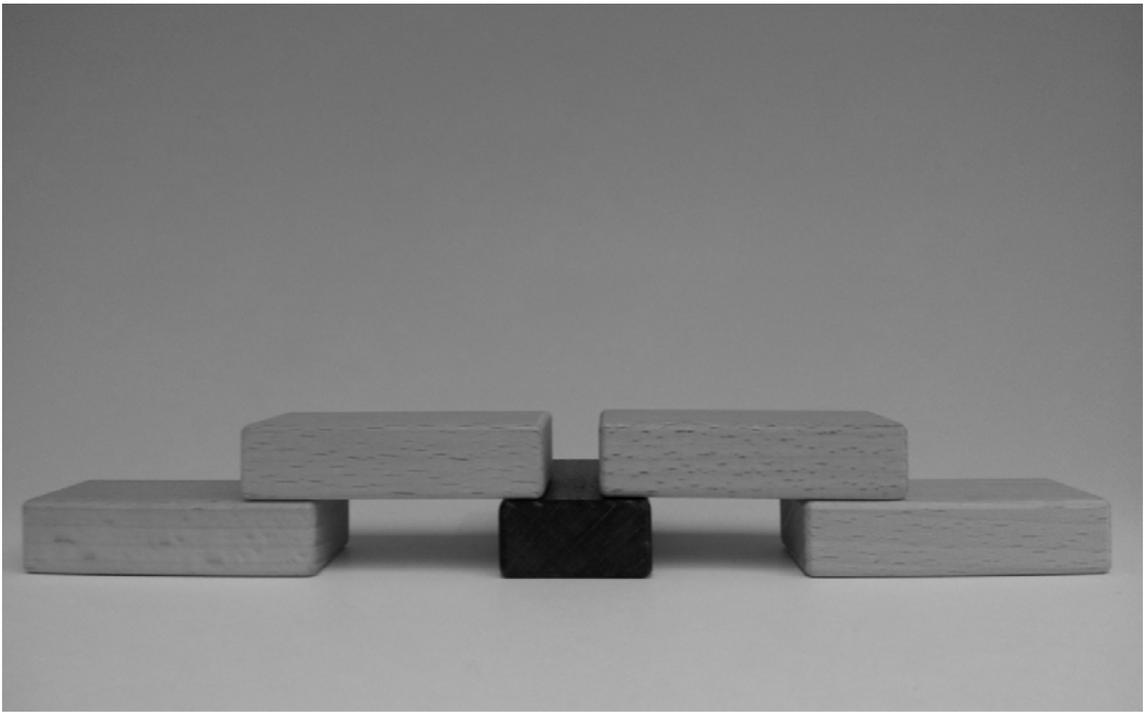


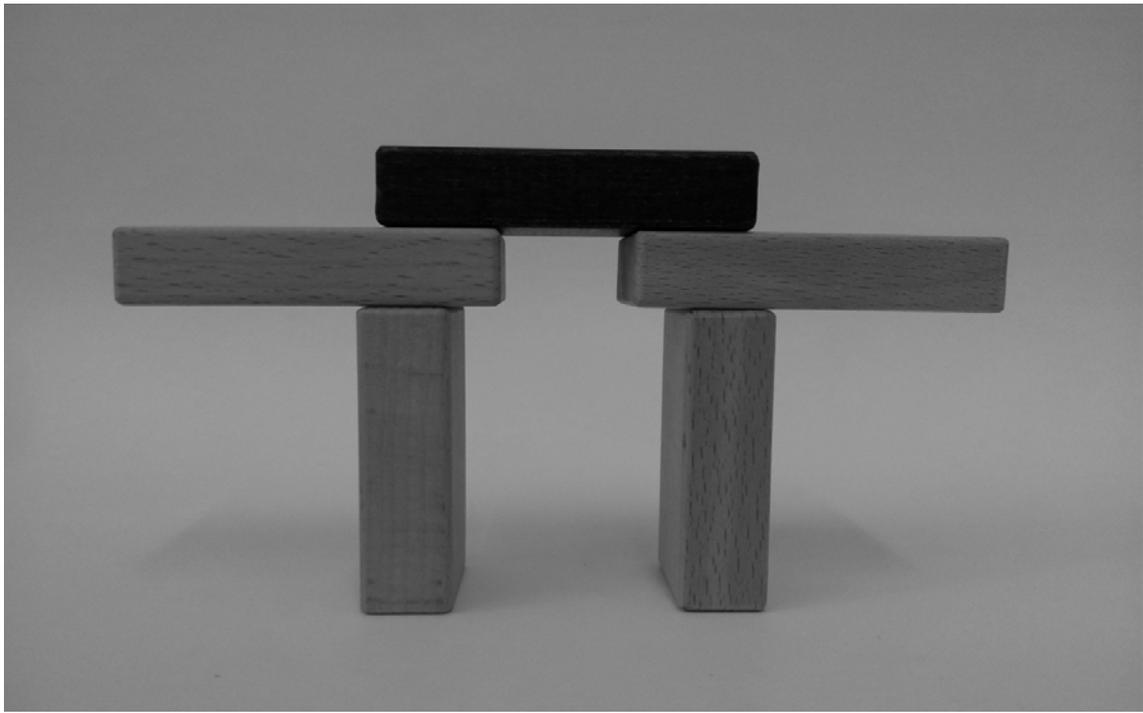












Bauen mit Bauklötzen, Vergleich

Testheft A

(vom Institut auszufüllen)

Code des Kindes: _____

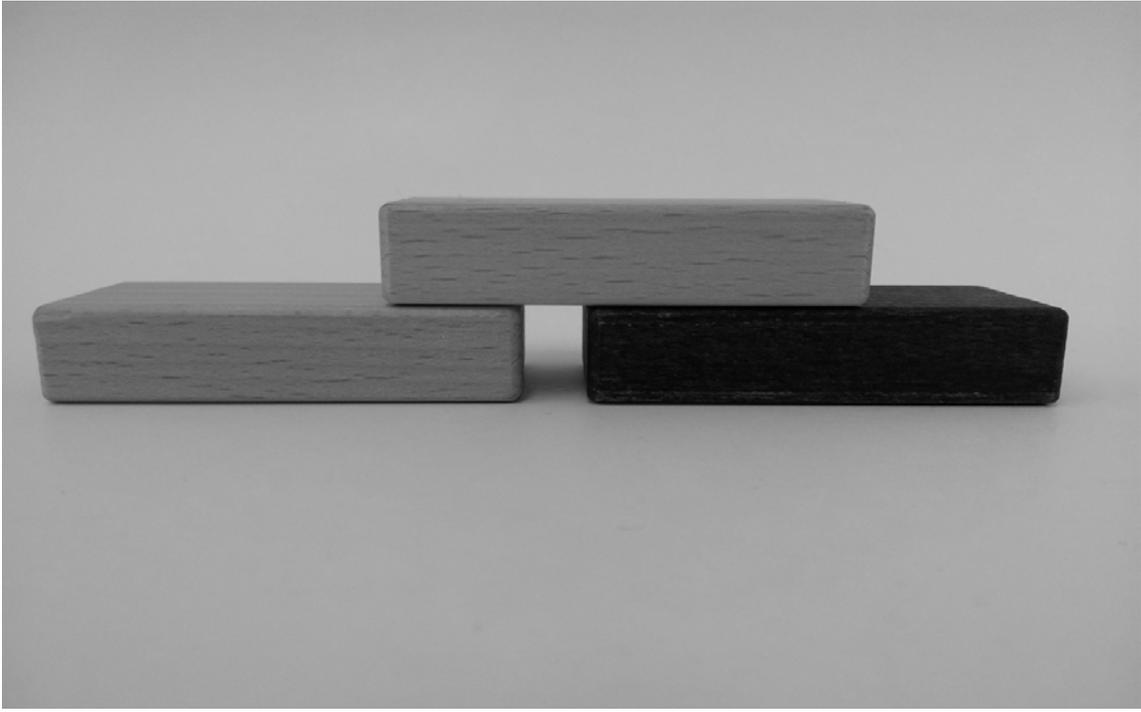
Geburtsdatum des Kindes: _____

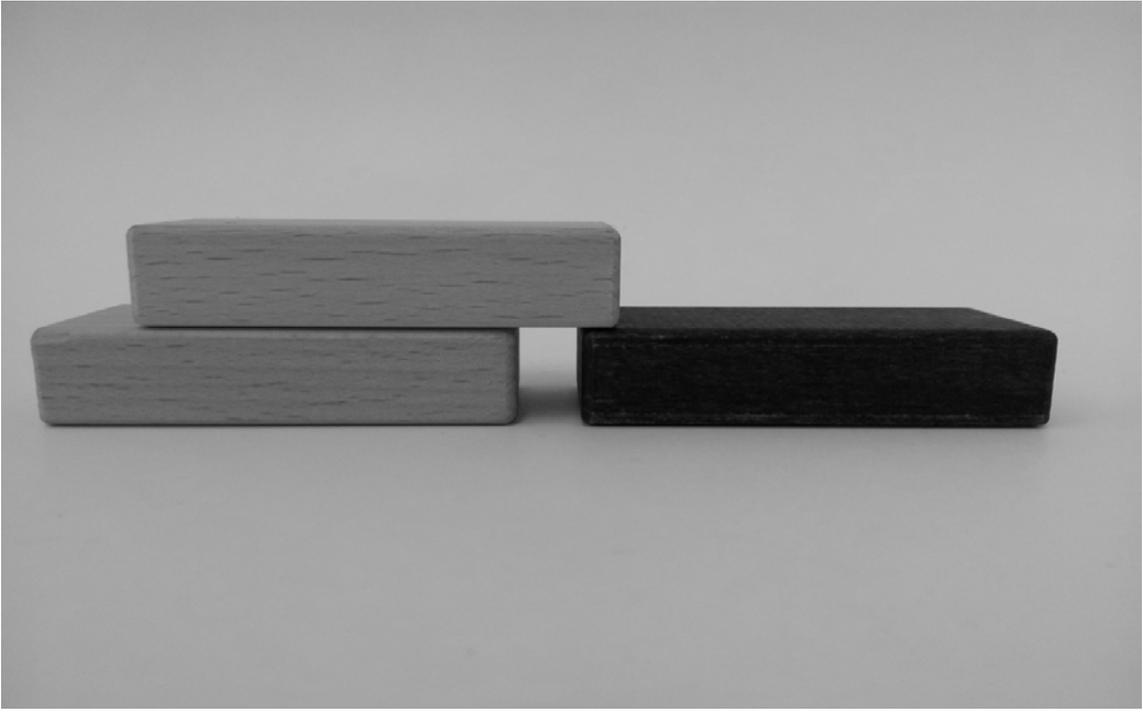
Versuchsleiter: _____

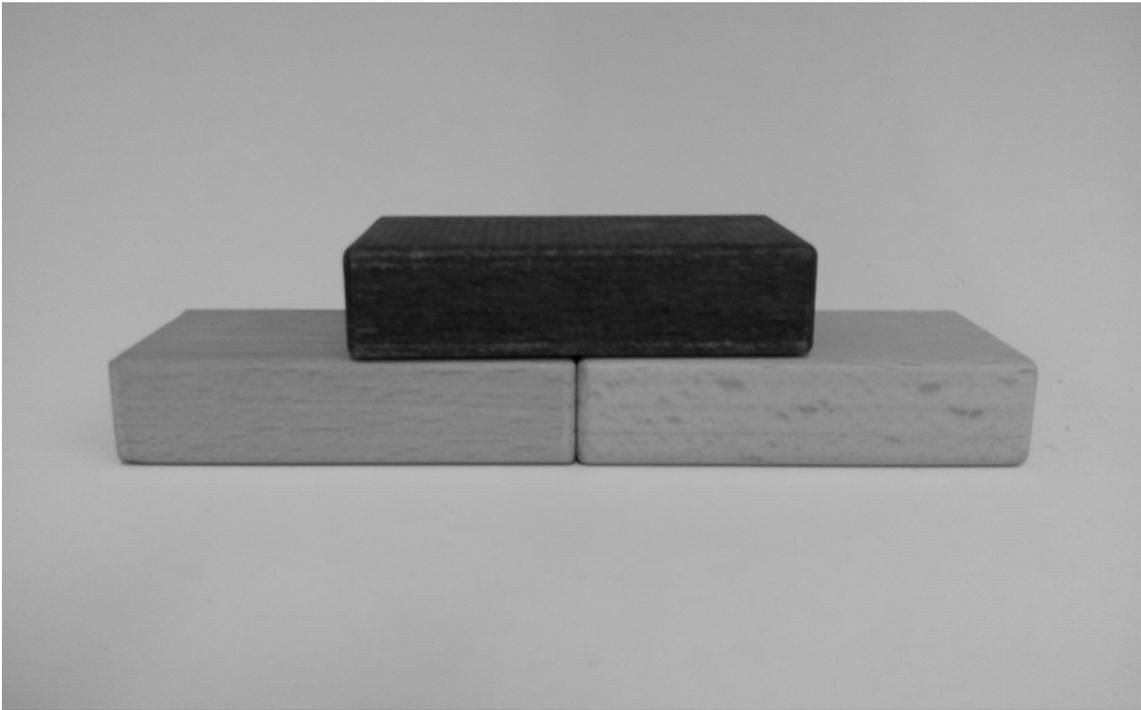
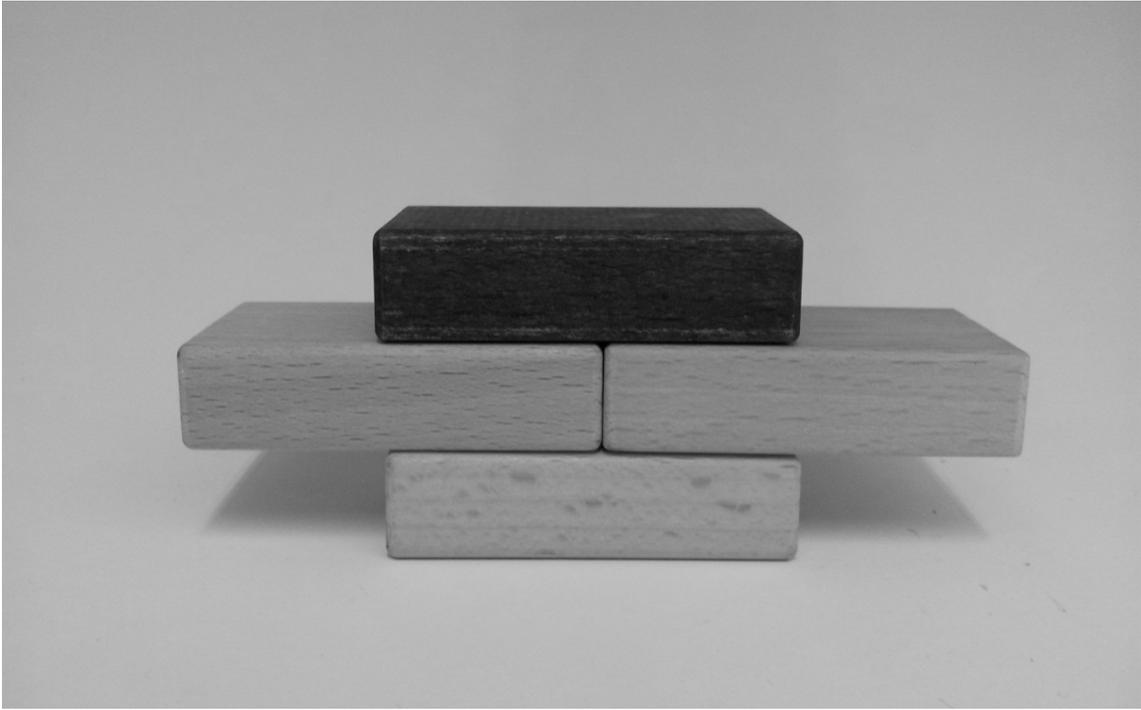
Datum: _____

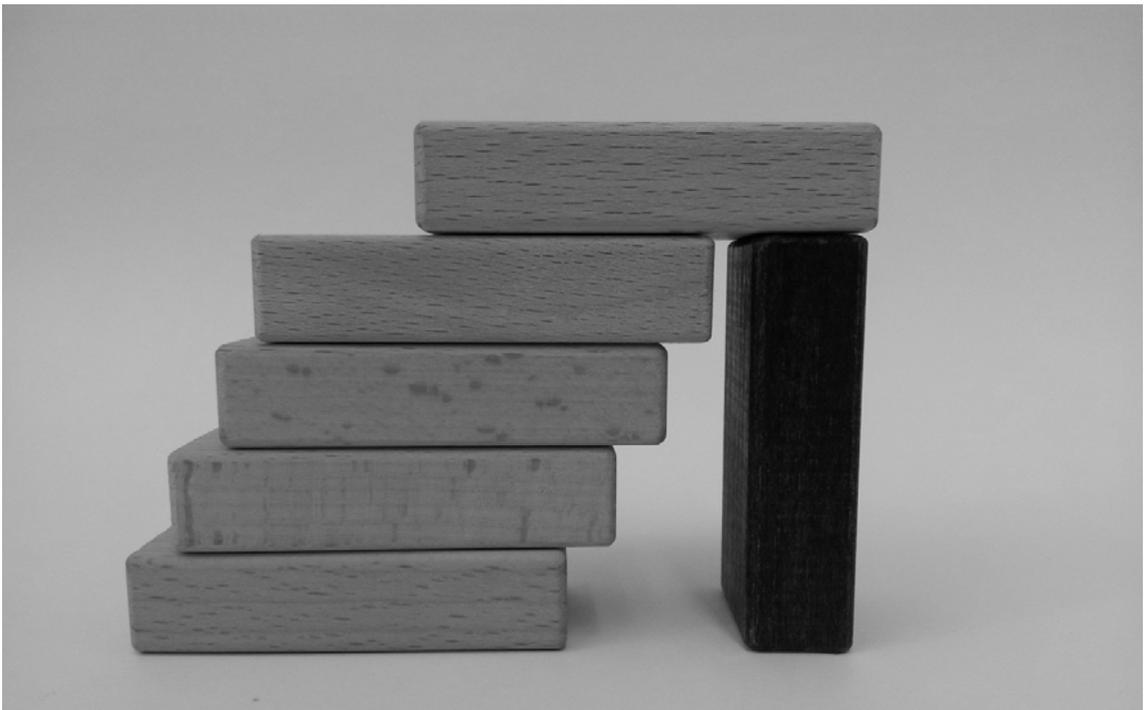
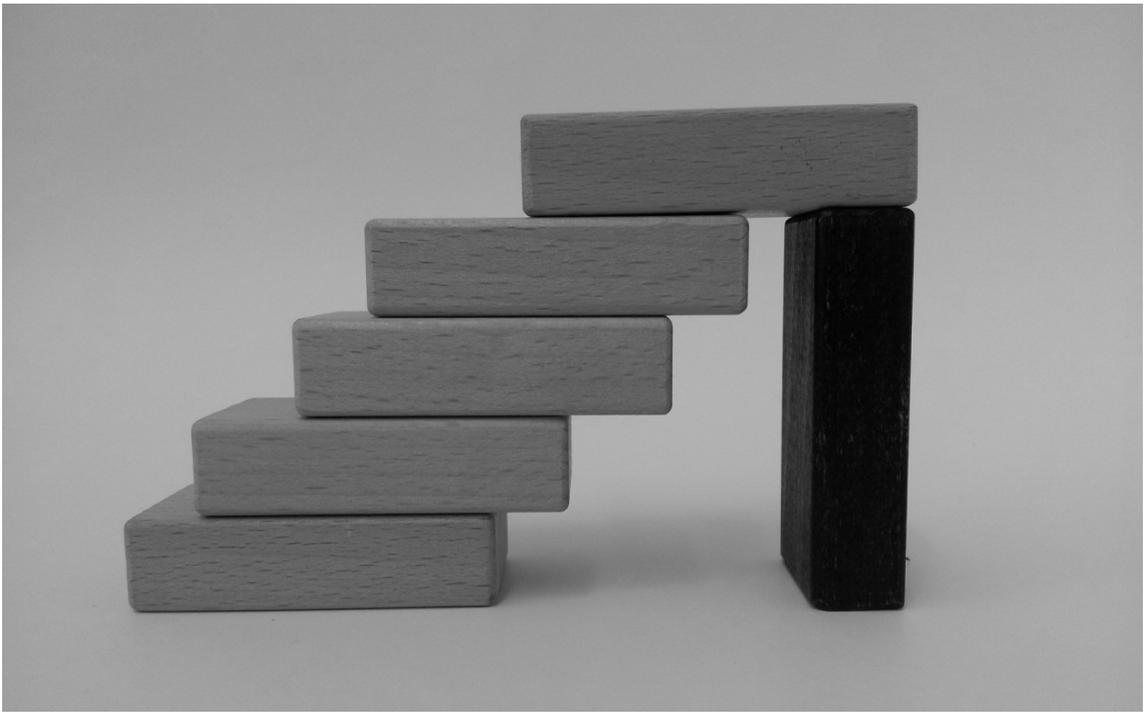
Bemerkungen:

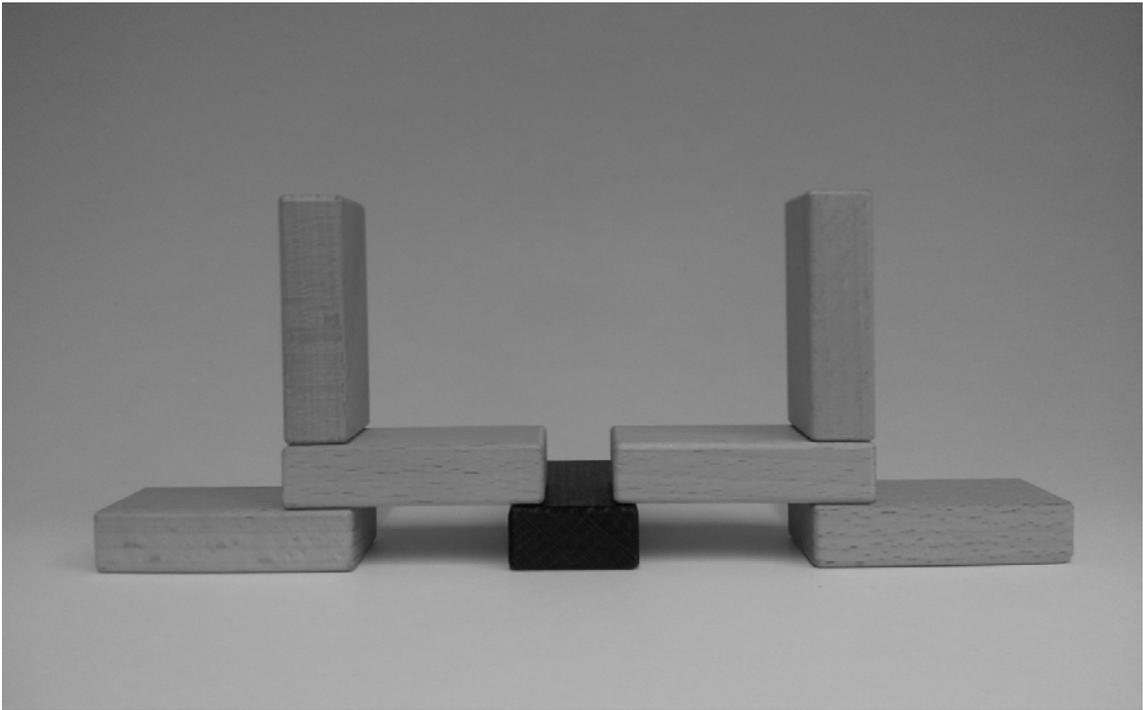
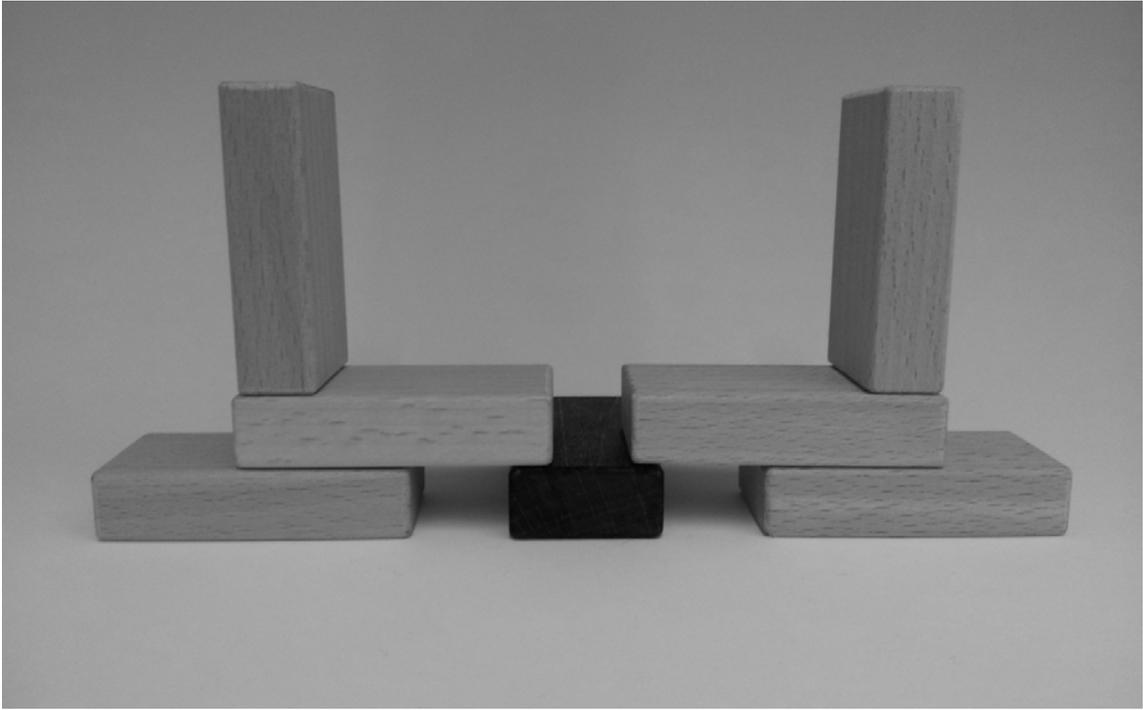
Vorname des Kindes: _____

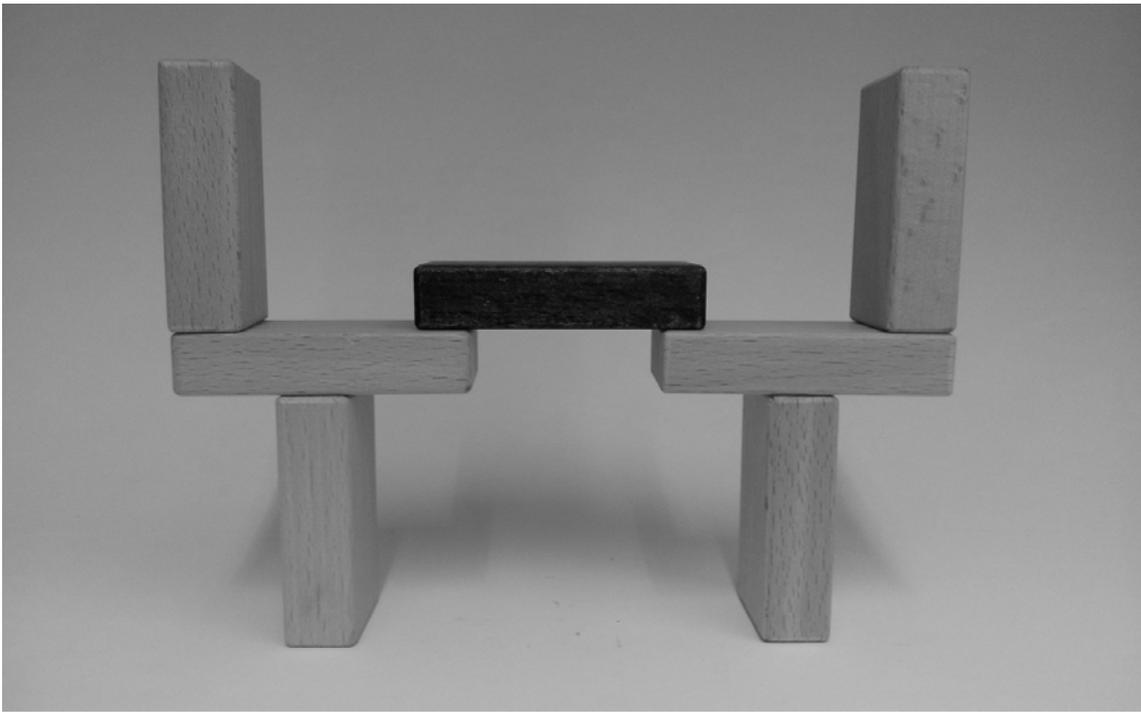


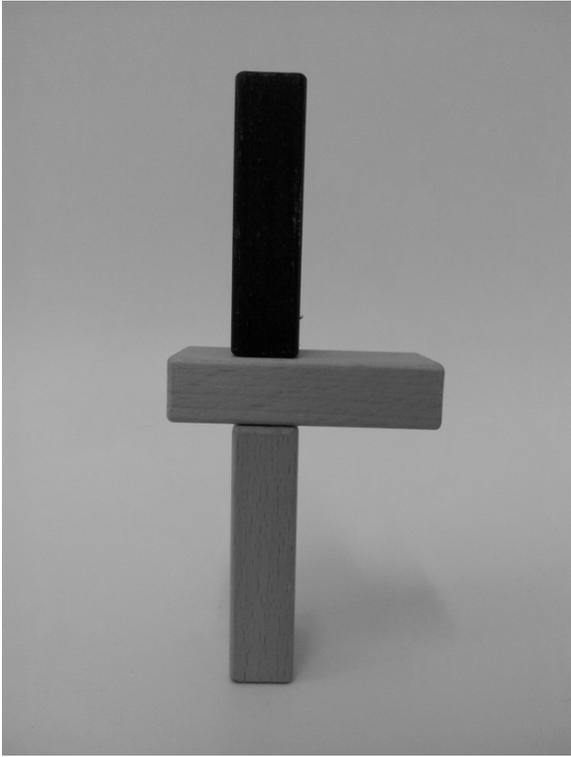


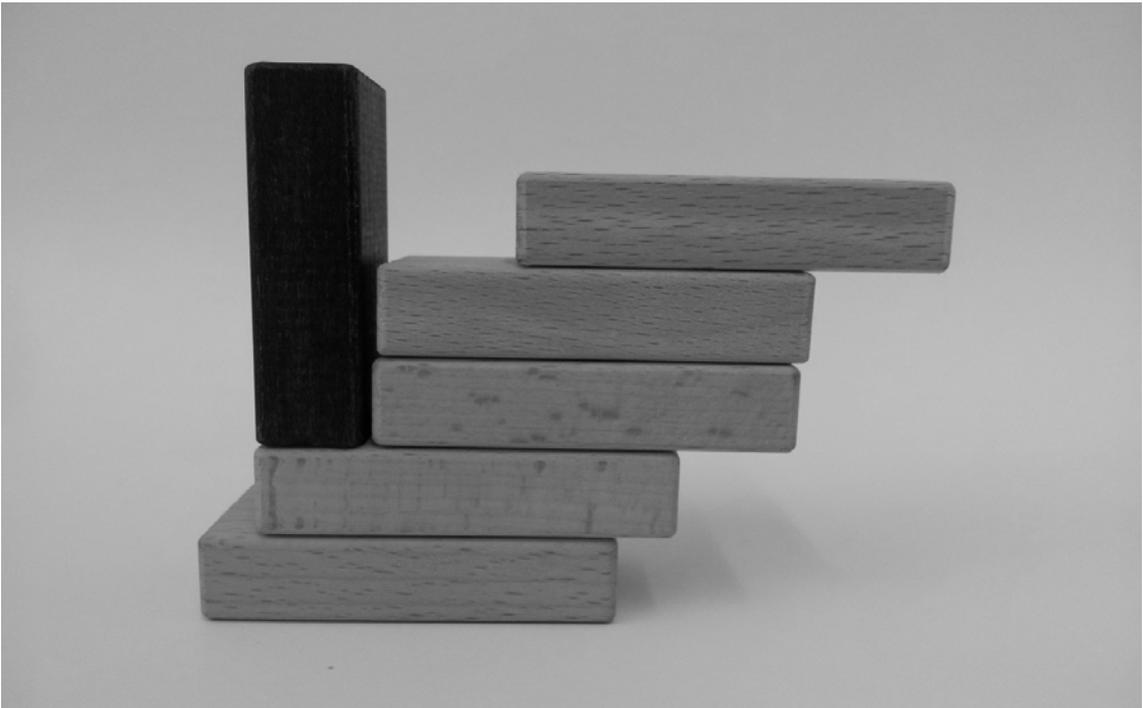
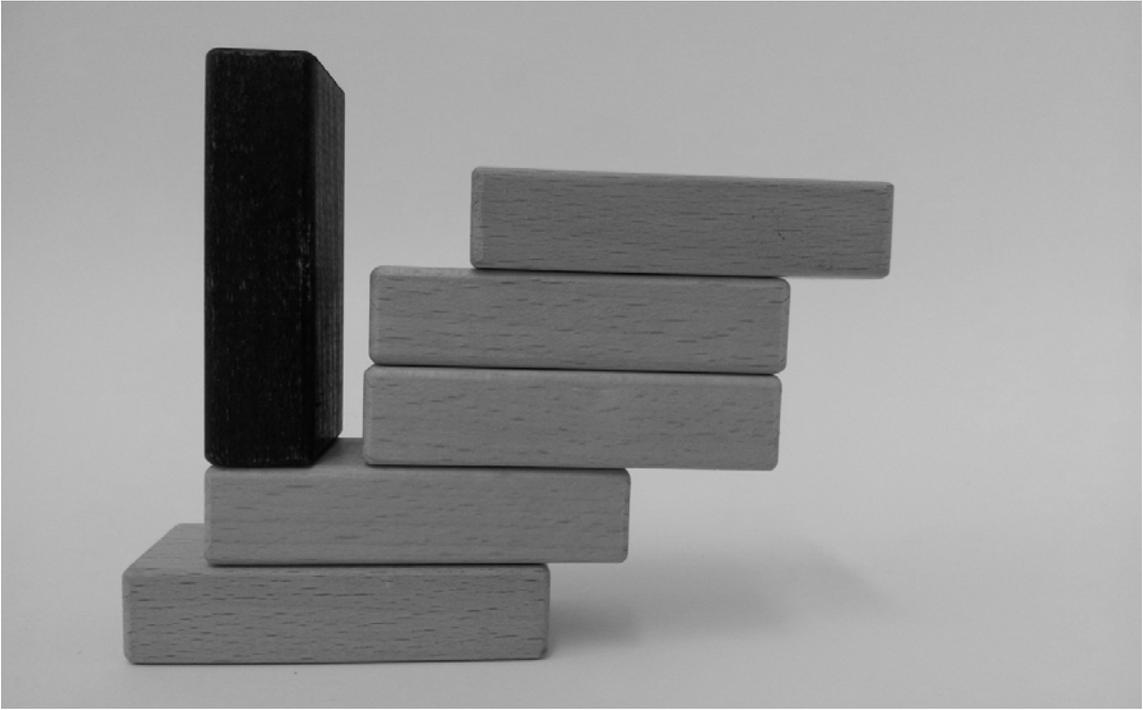


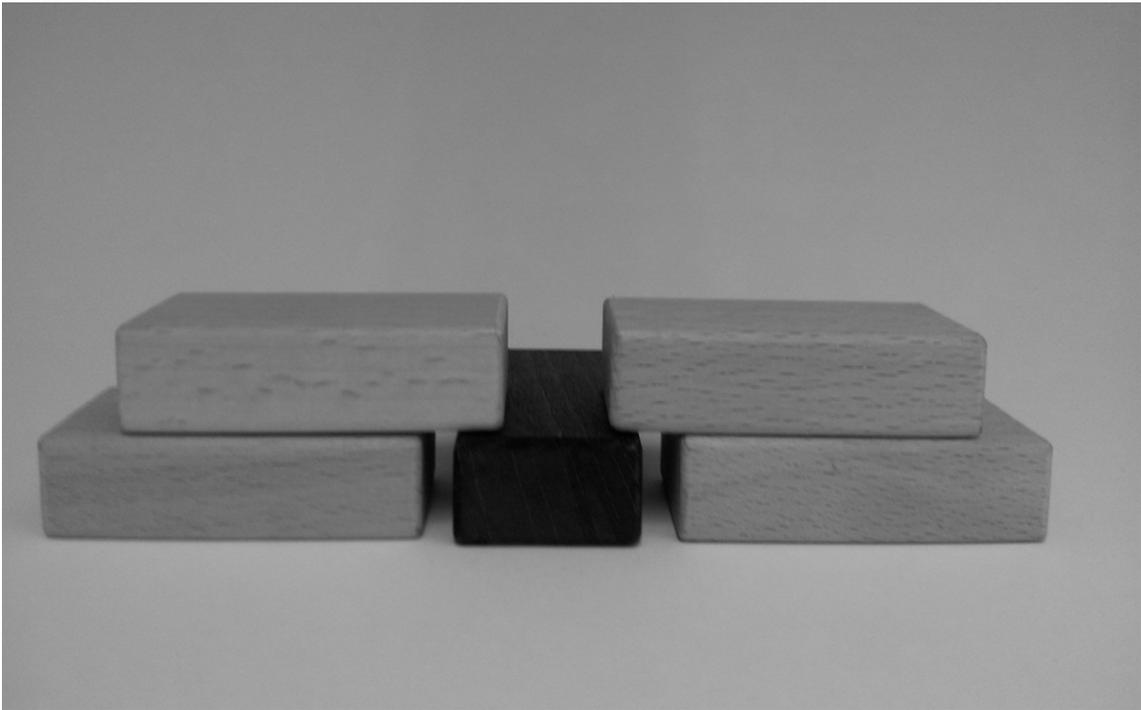
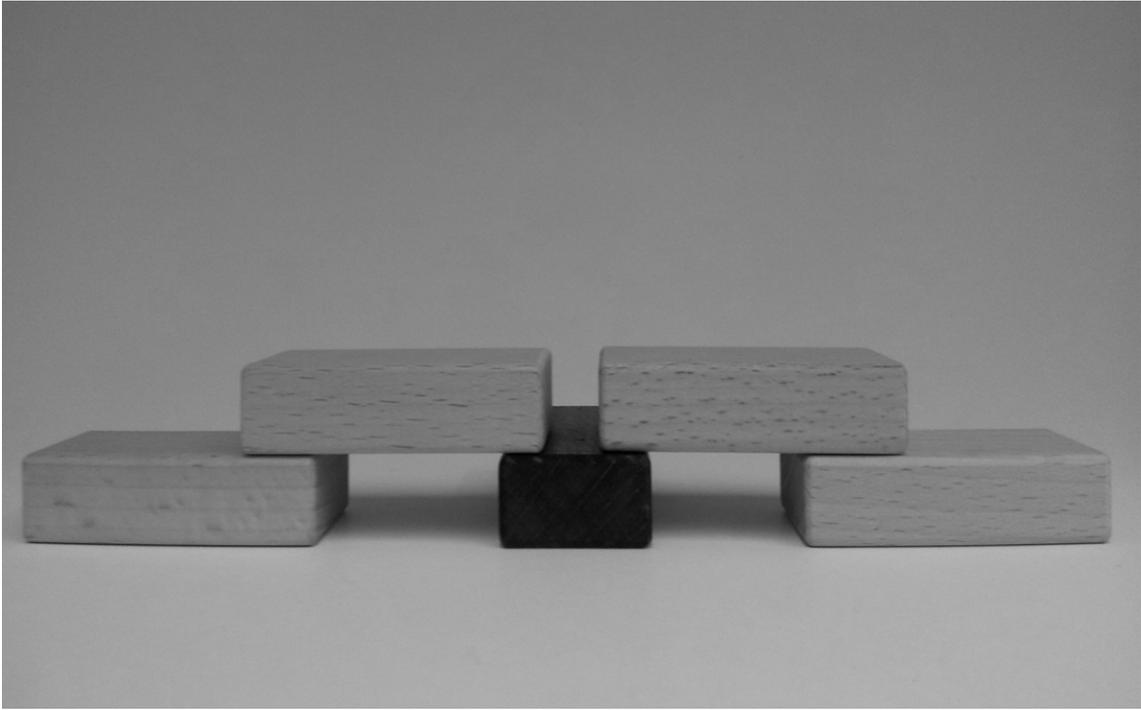


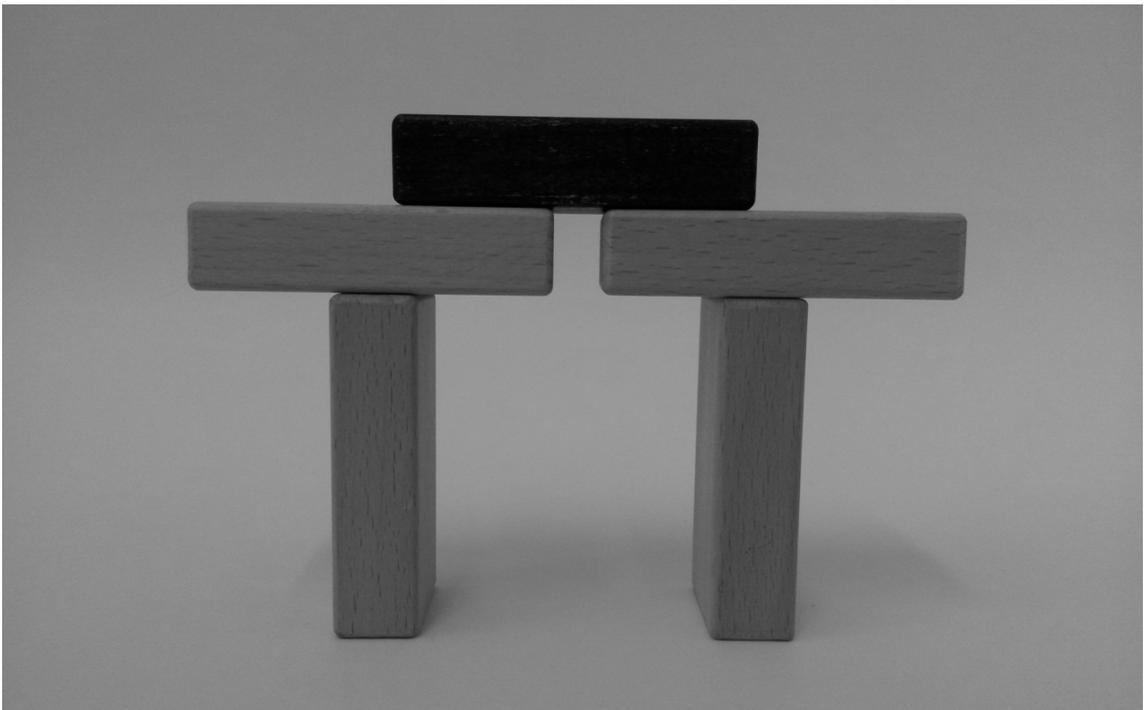
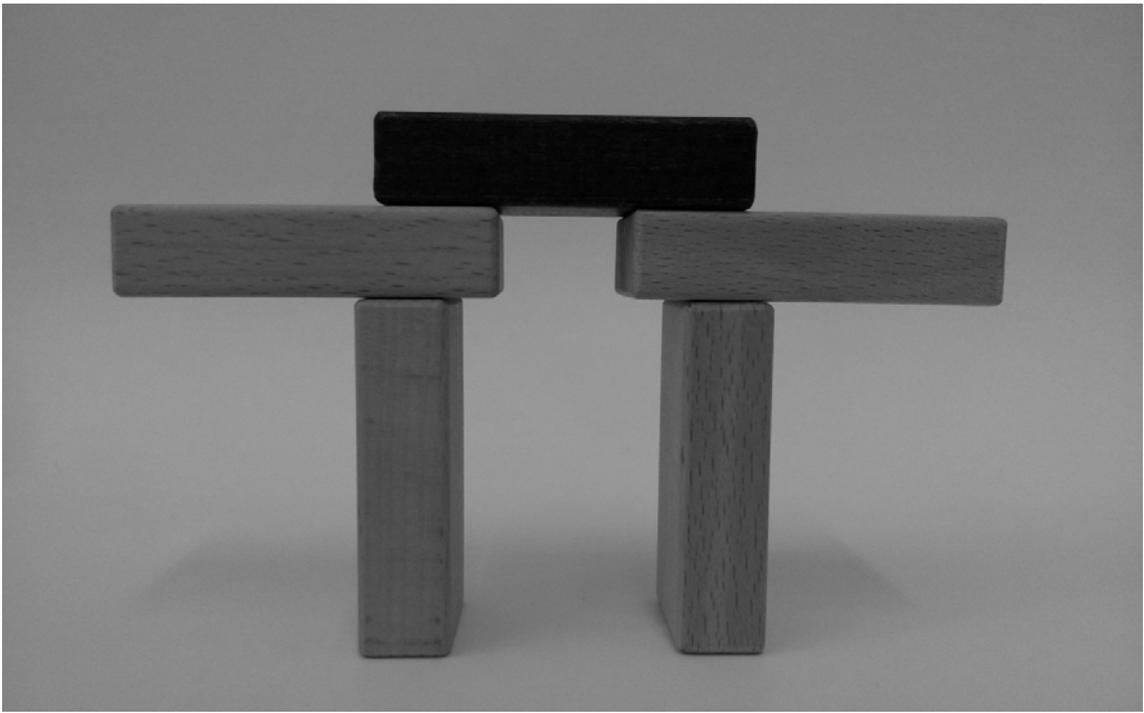












1.4 Mehrfachvergleiche zur ANOVA

Deskriptive Statistik								
Anzahl der richtigen Lösungen	N	M	SD	Standardfehler	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert		Min	Max
					Untergrenze	Obergrenze		
Vergleich_mit Beschreibung	23	10.13	1.842	.384	9.33	10.93	6	13
Vergleich_ohne Beschreibung	25	8.28	2.151	.430	7.39	9.17	3	13
einzeln_ohne Beschreibung	28	8.32	2.144	.405	7.49	9.15	4	13
einzeln_mit Beschreibung	31	8.81	1.558	.280	8.23	9.38	4	12
Gesamtsumme	107	8.84	2.029	.196	8.45	9.23	3	13

ANOVA						
		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Anzahl der richtigen Lösungen	Zwischen Gruppen	53.705	3	17.902	4.819	.004
	Innerhalb der Gruppen	382.595	103	3.715		
	Gesamtsumme	436.299	106			

Mehrfachvergleiche (Bonferroni)							
Abhängige Variable	Art/Variante der Testung	Art/Variante der Testung	Mittelwertdifferenz	Standardfehler	Sig.	95 % Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
Ergebnisse des CFT-Subtest Matrizen	Vergleich_mit Beschreibung	Vergleich_ohne Beschreibung	-1.370	.908	.807	-3.81	1.07
		einzeln_ohne Beschreibung	-.059	.885	1.000	-2.44	2.32
		einzeln_mit Beschreibung	.436	.871	1.000	-1.91	2.78
	Vergleich_ohne Beschreibung	Vergleich_mit Beschreibung	1.370	.908	.807	-1.07	3.81
		einzeln_ohne Beschreibung	1.311	.865	.796	-1.02	3.64
		einzeln_mit Beschreibung	1.807	.851	.218	-.48	4.10
	einzeln_ohne Beschreibung	Vergleich_mit Beschreibung	.059	.885	1.000	-2.32	2.44
		Vergleich_ohne Beschreibung	-1.311	.865	.796	-3.64	1.02
		einzeln_mit Beschreibung	.495	.826	1.000	-1.73	2.72
	einzeln_mit Beschreibung	Vergleich_mit Beschreibung	-.436	.871	1.000	-2.78	1.91
		Vergleich_ohne Beschreibung	-1.807	.851	.218	-4.10	.48
		einzeln_ohne Beschreibung	-.495	.826	1.000	-2.72	1.73
Ergebnisse des CFT-Test: Subtest Labyrinth	Vergleich_mit Beschreibung	Vergleich_ohne Beschreibung	-.083	.738	1.000	-2.07	1.90
		einzeln_ohne Beschreibung	.492	.719	1.000	-1.44	2.43
		einzeln_mit Beschreibung	.232	.713	1.000	-1.69	2.15
	Vergleich_ohne Beschreibung	Vergleich_mit Beschreibung	.083	.738	1.000	-1.90	2.07
		einzeln_ohne Beschreibung	.576	.703	1.000	-1.32	2.47
		einzeln_mit Beschreibung	.316	.697	1.000	-1.56	2.19
	einzeln_ohne Beschreibung	Vergleich_mit Beschreibung	-.492	.719	1.000	-2.43	1.44
		Vergleich_ohne Beschreibung	-.576	.703	1.000	-2.47	1.32
		einzeln_mit Beschreibung	-.260	.677	1.000	-2.08	1.56
	einzeln_mit Beschreibung	Vergleich_mit Beschreibung	-.232	.713	1.000	-2.15	1.69
		Vergleich_ohne Beschreibung	-.316	.697	1.000	-2.19	1.56
		einzeln_ohne Beschreibung	.260	.677	1.000	-1.56	2.08
Alter als Dezimalzahl	Vergleich_mit Beschreibung	Vergleich_ohne Beschreibung	-.13942	.09406	.848	-.3924	.1136
		einzeln_ohne Beschreibung	.01617	.09161	1.000	-.2303	.2626
		einzeln_mit Beschreibung	-.00082	.08959	1.000	-.2418	.2402
	Vergleich_ohne Beschreibung	Vergleich_mit Beschreibung	.13942	.09406	.848	-.1136	.3924
		einzeln_ohne Beschreibung	.15560	.08957	.512	-.0854	.3966

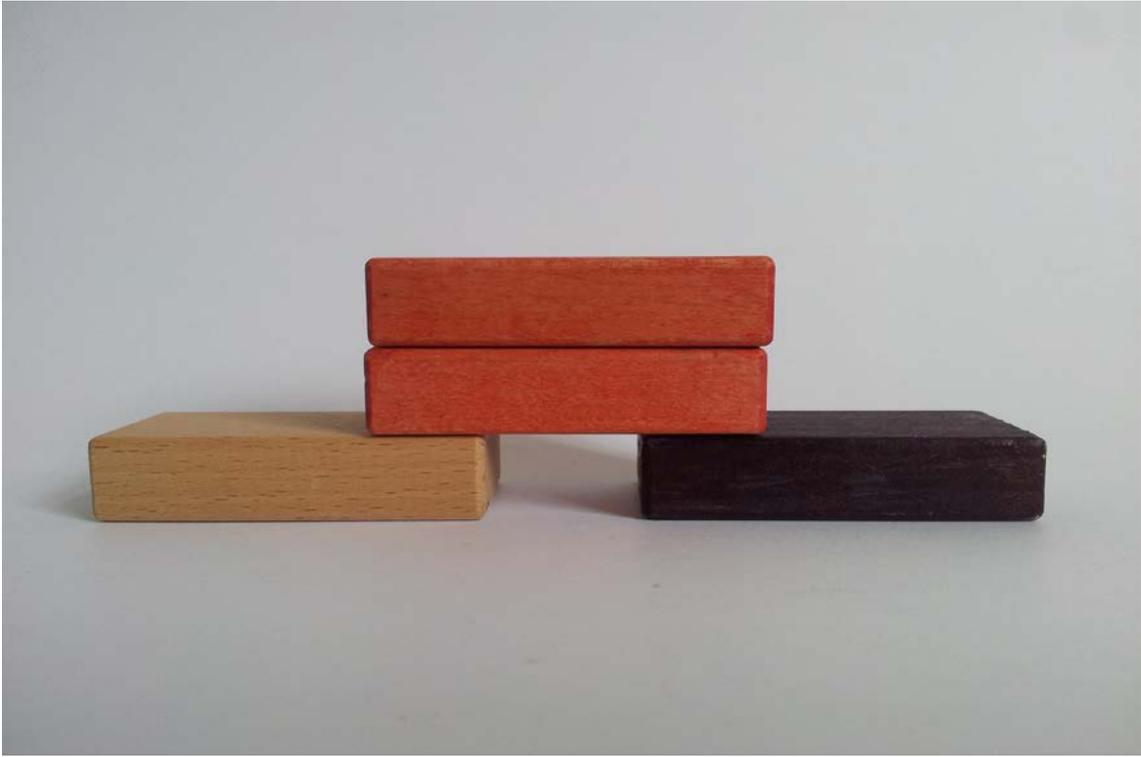
	einzeln_ohne Beschreibung	einzeln_mit Beschreibung	.13860	.08751	.698	-.0968	.3740	
		Vergleich_mit Beschreibung	-	.09161	1.000	-.2626	.2303	
		Vergleich_ohne Beschreibung	-	.08957	.512	-.3966	.0854	
	einzeln_mit Beschreibung	einzeln_ohne Beschreibung	-	.08487	1.000	-.2453	.2113	
		Vergleich_mit Beschreibung	.00082	.08959	1.000	-.2402	.2418	
		Vergleich_ohne Beschreibung	-	.08751	.698	-.3740	.0968	
	Mittelwert Sprachfähigkeit	Vergleich_mit Beschreibung	einzeln_ohne Beschreibung	.01699	.08487	1.000	-.2113	.2453
			Vergleich_ohne Beschreibung	-	.16603	.093	-.8553	.0380
			einzeln_mit Beschreibung	-	.16171	1.000	-.6333	.2367
		Vergleich_ohne Beschreibung	einzeln_ohne Beschreibung	-	.15814	1.000	-.6254	.2255
			Vergleich_mit Beschreibung	.40865	.16603	.093	-.0380	.8553
			einzeln_mit Beschreibung	.21034	.15812	1.000	-.2150	.6357
einzeln_ohne Beschreibung		einzeln_ohne Beschreibung	.20869	.15447	1.000	-.2069	.6242	
		Vergleich_mit Beschreibung	.19831	.16171	1.000	-.2367	.6333	
		Vergleich_ohne Beschreibung	-	.15812	1.000	-.6357	.2150	
einzeln_mit Beschreibung		einzeln_mit Beschreibung	.21034	.14982	1.000	-.4047	.4014	
		Vergleich_mit Beschreibung	.19996	.15814	1.000	-.2255	.6254	
		Vergleich_ohne Beschreibung	-	.15447	1.000	-.6242	.2069	
Anzahl der richtigen Lösungen	Vergleich_mit Beschreibung	einzeln_ohne Beschreibung	.00165	.14982	1.000	-.4014	.4047	
		Vergleich_mit Beschreibung	1.850*	.557	.007	.35	3.35	
		einzeln_ohne Beschreibung	1.809*	.542	.007	.35	3.27	
	Vergleich_ohne Beschreibung	einzeln_mit Beschreibung	1.324	.530	.085	-.10	2.75	
		Vergleich_mit Beschreibung	-	.557	.007	-3.35	-.35	
		einzeln_ohne Beschreibung	-0.041	.530	1.000	-1.47	1.39	
	einzeln_ohne Beschreibungl	einzeln_mit Beschreibung	-.526	.518	1.000	-1.92	.87	
		Vergleich_mit Beschreibung	-	.542	.007	-3.27	-.35	
		Vergleich_ohne Beschreibung	.041	.530	1.000	-1.39	1.47	
	einzeln_mit Beschreibung	einzeln_mit Beschreibung	-.485	.502	1.000	-1.84	.87	
		Vergleich_mit Beschreibung	-1.324	.530	.085	-2.75	.10	
		Vergleich_ohne Beschreibung	.526	.518	1.000	-.87	1.92	
		einzeln_ohne Beschreibung	.485	.502	1.000	-.87	1.84	
* die Mittelwertdifferenz ist auf der Stufe 0.05 signifikant.								

Teil 2

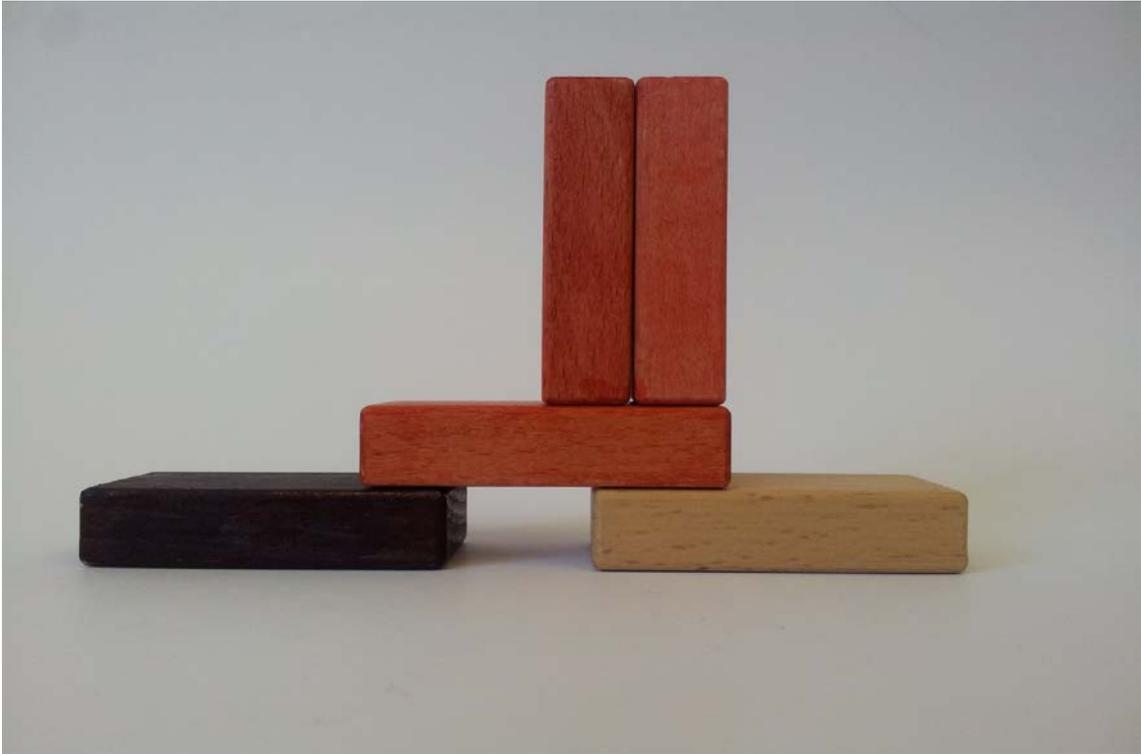
2.1 Antworthefte der Kinder der Studie 2a

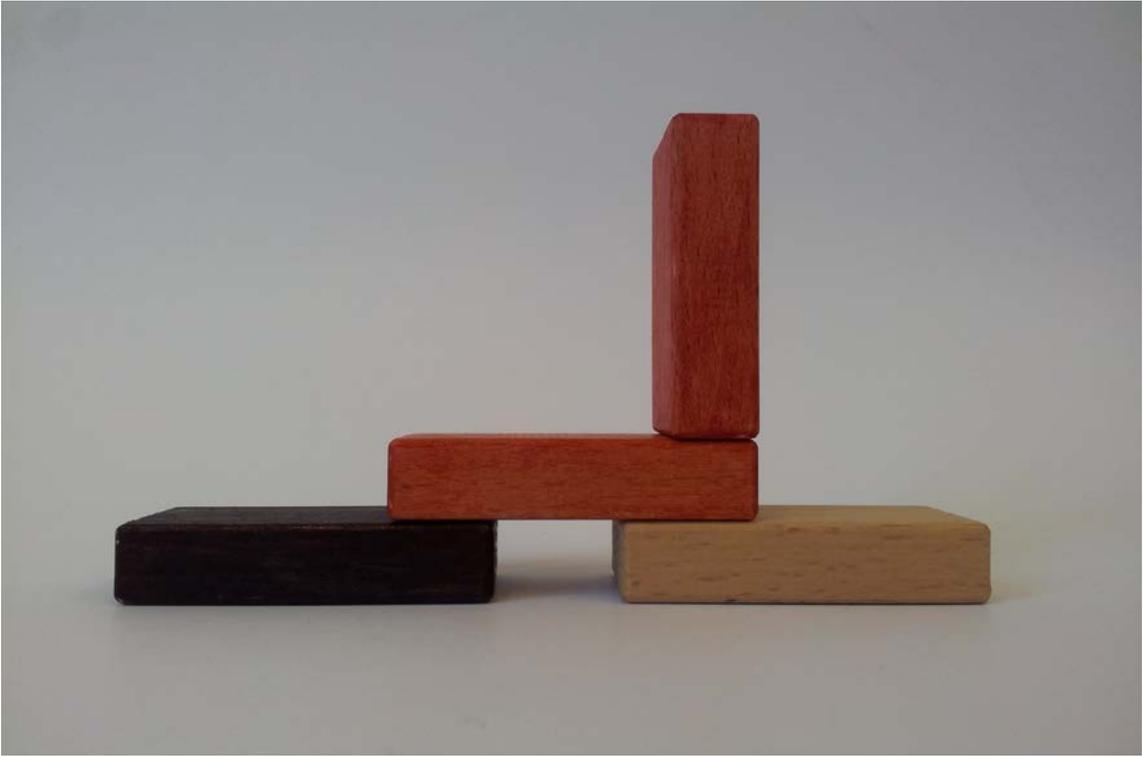
Bauen mit Bauklötzen, rote Steine Antwortheft der Kinder, Heft A
Code des Kindes: _____ Geburtsdatum des Kindes: _____ (vom Institut auszufüllen)
Versuchsleiter: _____ Datum: _____ Bemerkungen:
Vorname des Kindes:







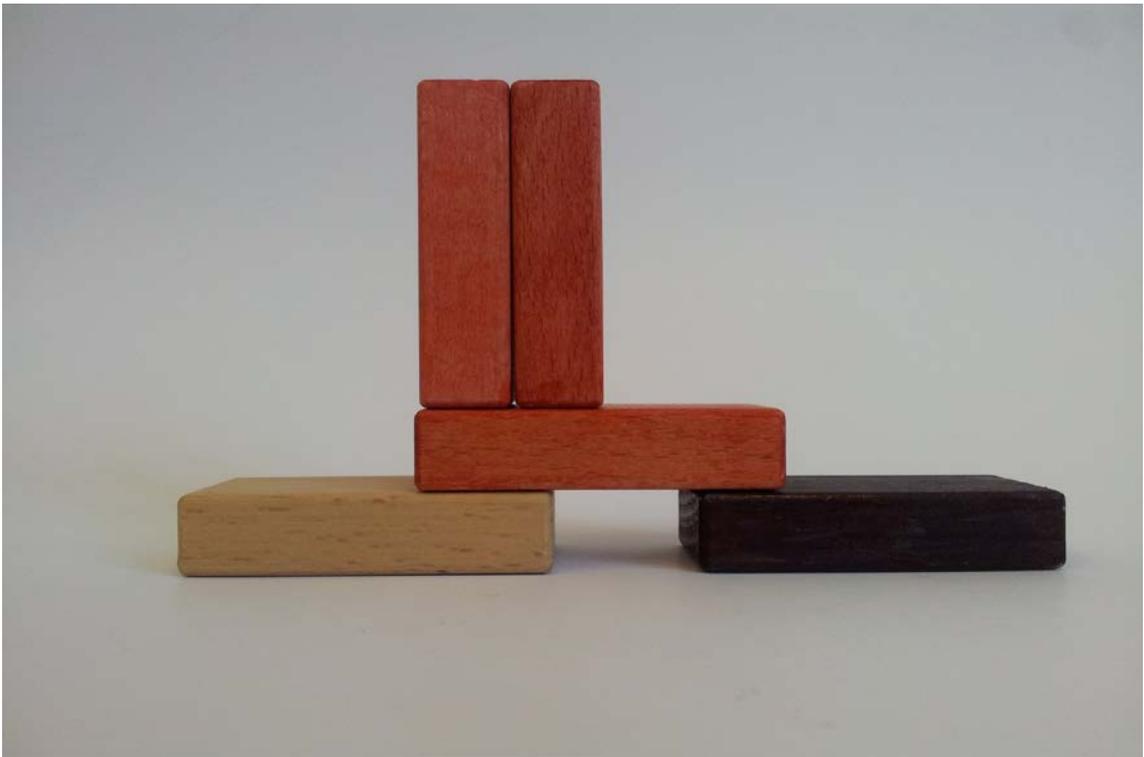




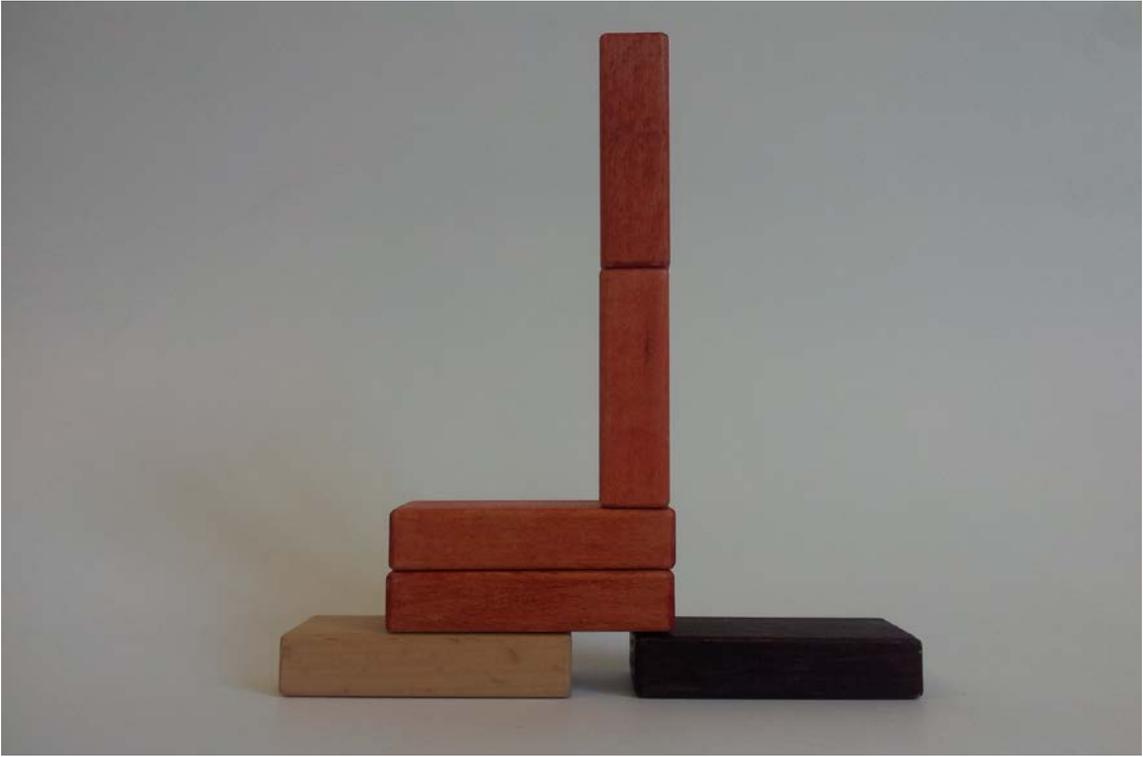


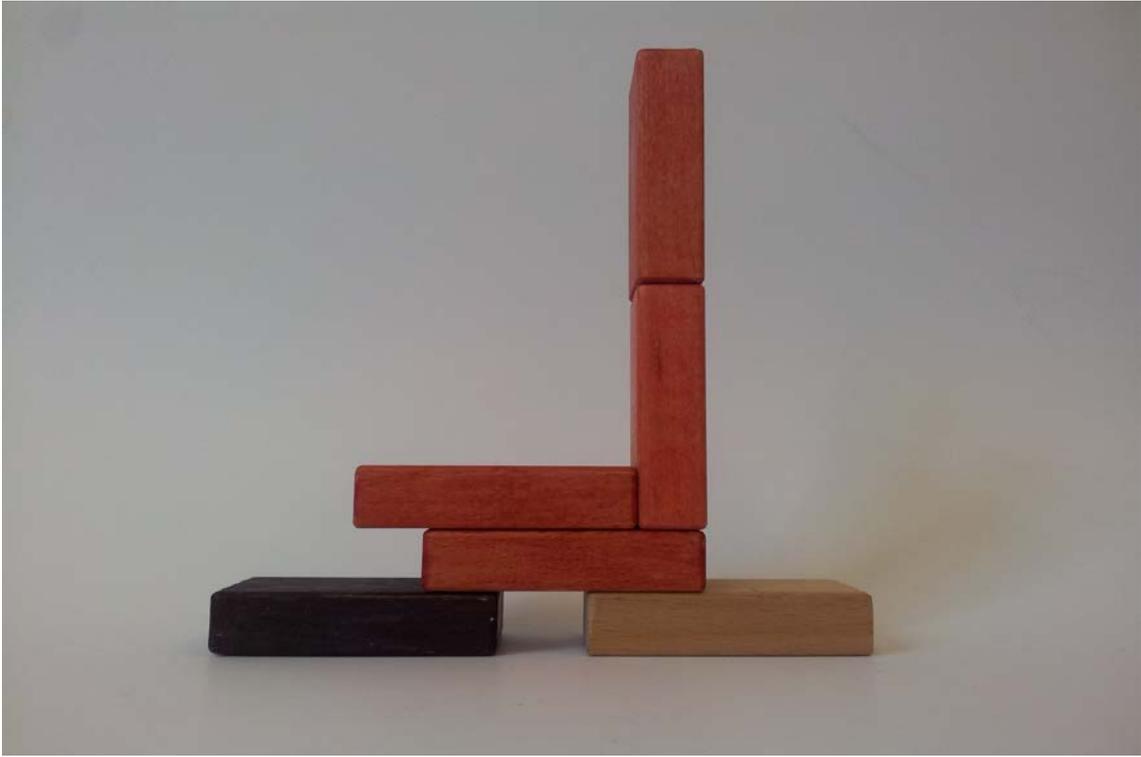


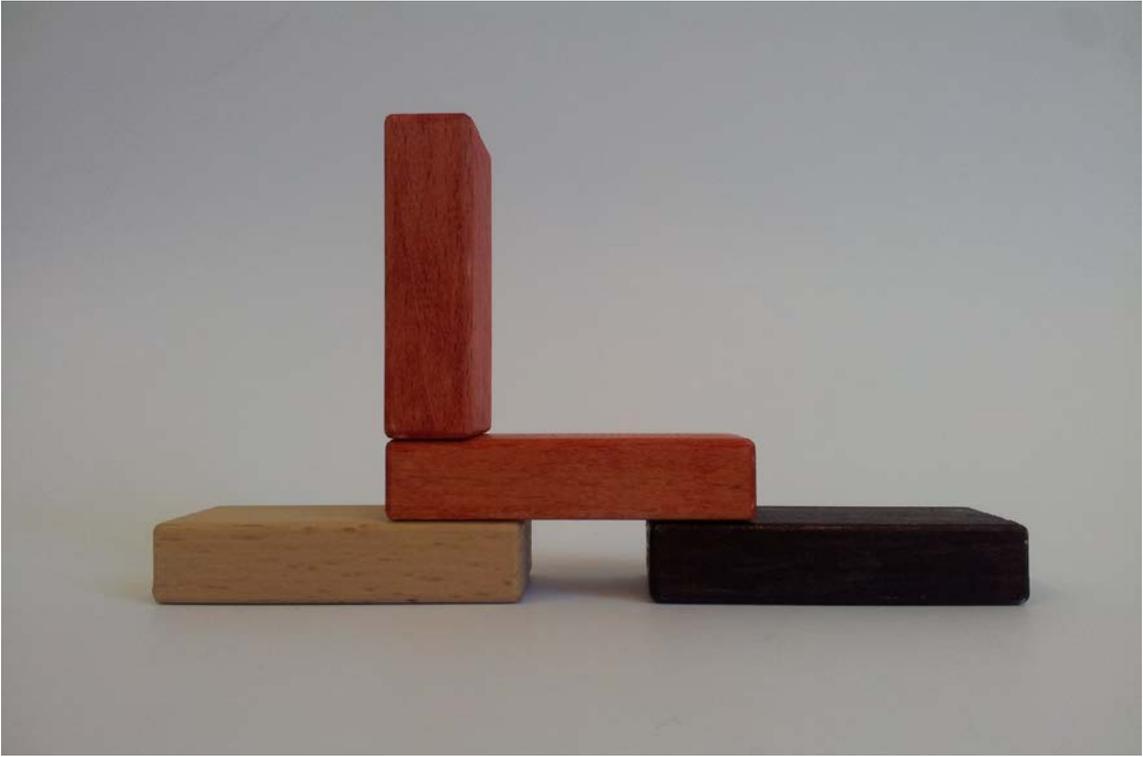






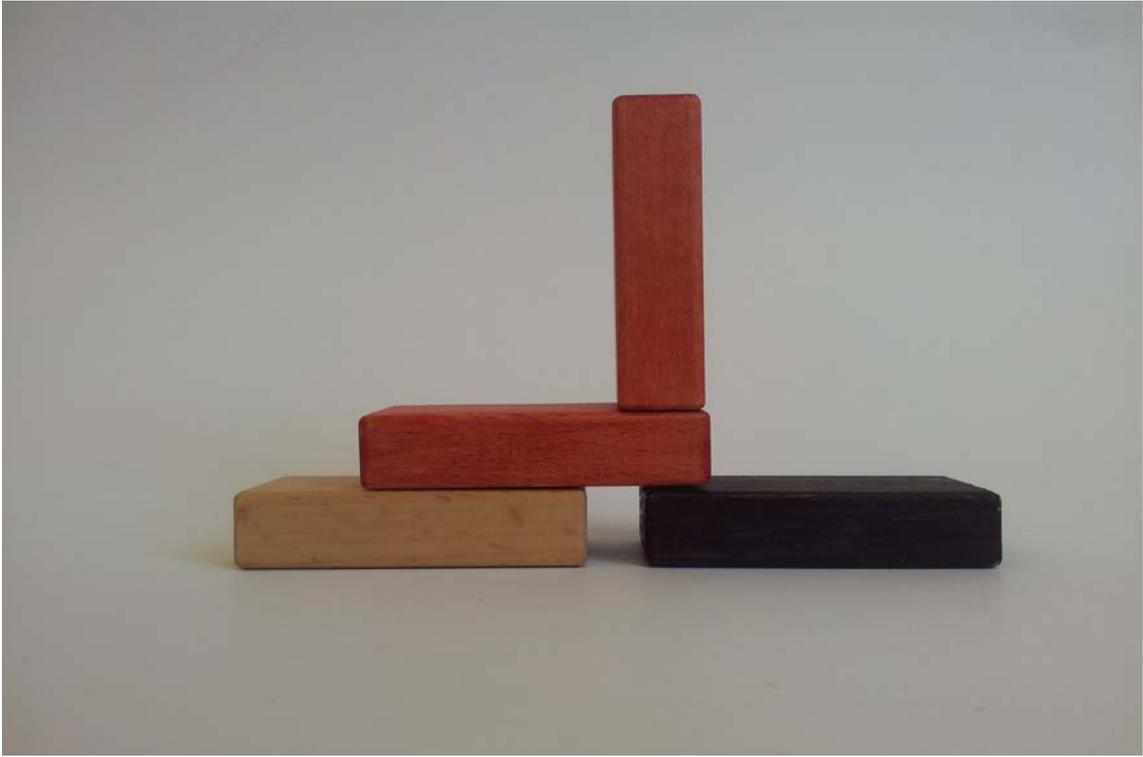




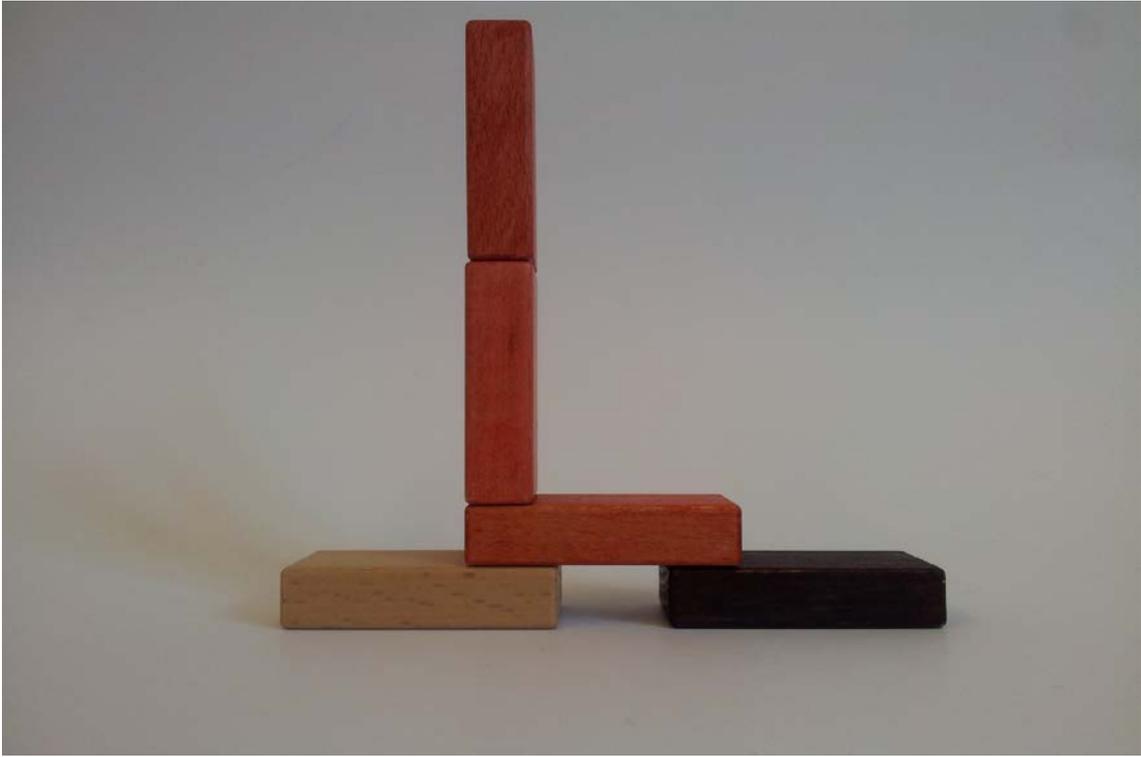








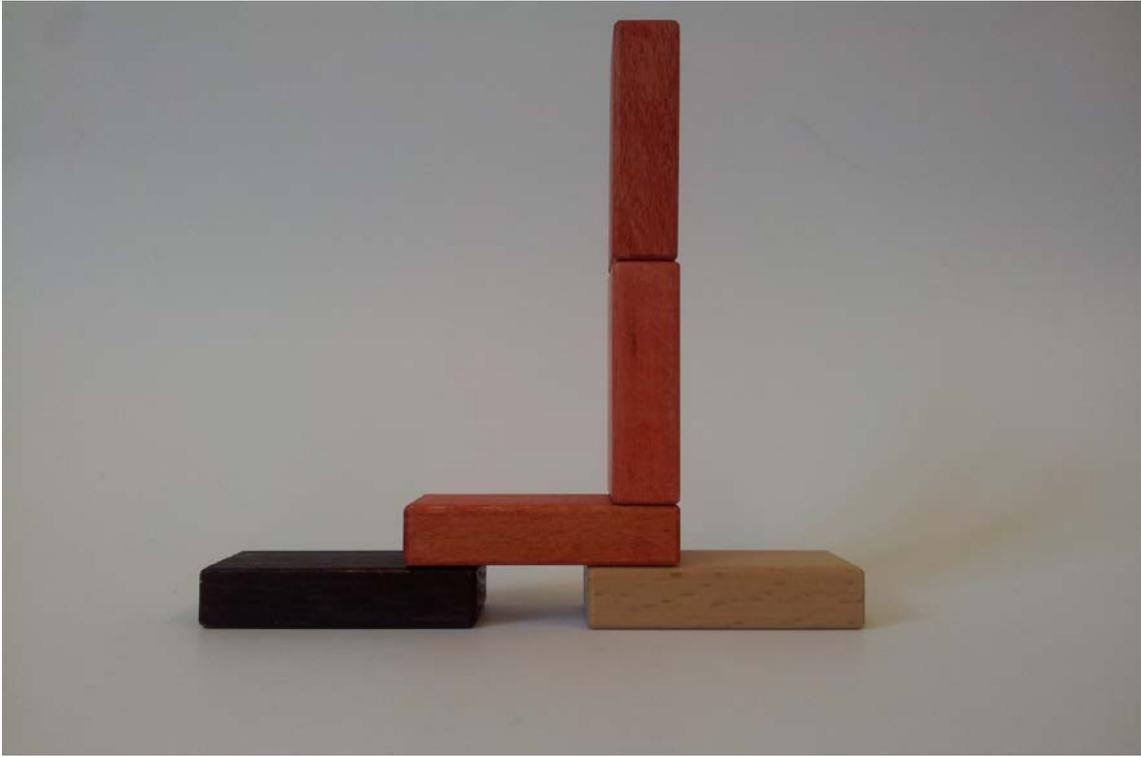












2.2 Leitfaden zur Durchführung der Erhebung Studie 2a

Protokollbogen (einzeln, rote Steine) Heft a „Stabilität beim Bauen mit Bauklötzen“

Allgemeine Hinweise zum Vorgehen:

- Alle Versuchsbedingungen müssen in der beschriebenen Weise durchgeführt werden. Es sollten keine individuellen Veränderungen in der Sprache und dem Ablauf vorgenommen werden.
- Alle Materialien und die Videokamera sowie der Aufbau müssen vor dem Versuch bereit stehen.
- Die komplette Testung wird auf Video aufgezeichnet.
- Es geht nicht darum, die Kinder durch Hinweise zu korrekten Antworten zu führen, sondern darum zu testen, wie der Entwicklungsstand des Kindes ist.
- Lässt bei einem Kind die Motivation oder Konzentrationsfähigkeit im Laufe der Durchführung nach, kann man selbstverständlich individuell eingreifen, z.B. indem gezeigt wird, dass nicht mehr viel zu beantworten ist.
- Geben Sie dem Kind keine Rückmeldung, ob die gegebene Antwort richtig oder falsch war.

Kleines einführendes Gespräch mit dem Kind:

- *Wir sind heute hier, weil wir zusammen mit Bauklötzen spielen wollen.*
- *Wie heißt du?*
- *Wie alt bist du?*
- ...

Bitte tragen Sie hier die genaue Uhrzeit ein: _____

Material

2 rote große Steine
1 heller großer Steine
1 schwarzer großer Stein
Bleistifte für die Kinder
Antworthefte für die Kinder

TUN	SAGEN
Antworthefte an Kinder verteilen.	<i>Zunächst schreibst du bitte vorne deinen Namen in den grauen Kasten und lässt das Heft zugeschlagen vor Dir liegen. Du guckst zu mir.</i>
Steine auf den Tisch legen.	<i>Guck mal, ich habe Bauklötze mitgebracht. Ich baue die Steine jetzt nacheinander immer verschieden auf und werde dich dazu etwas fragen.</i>
Steine wie folgt aufstellen:	<i>Guck mal, jetzt stehen die Steine so. So, wie die Steine hier stehen, ist der schwarze Stein als Stütze da. Manchmal wird der schwarze Stein</i>

 <p>(Kinder schlagen Hefte auf.) ❄</p>	<p>wirklich gebraucht, damit die roten Steine so stehen bleiben und das Gebaute heil bleibt. Aber manchmal wird der schwarze Stein nicht wirklich gebraucht. Die roten Steine würden auch ohne ihn so stehen bleiben.</p> <p>Wenn du dein Heft aufschlägst, siehst du auf der Seite mit der Schneeflocke ein Bild, auf dem die Steine genauso stehen.</p> <p>Guck Dir die Steine genau an, was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die roten Steine so stehen oder fallen sie herunter? Die meisten Kinder antworten.</p>
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p>Wenn du glaubst, dass die roten Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass die roten Steine herunterfallen, kreuzt du das Bild durch.</p>
<p>Schwarzen Stein wegnehmen</p>	<p>Dann wollen wir das mal testen. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt weg. Guck mal, die roten Steine bleiben genauso stehen. Hier halten die roten Steine also auch ohne den schwarzen Stein als Stütze. Falls du anders vermutet hast, musst du das nicht korrigieren, das ist in Ordnung so.</p>
<p>Steine wie folgt aufstellen:</p>  <p>(Kinder blättern um.) ☒</p>	<p>Guck mal, jetzt stehen die Steine so.</p> <p>Wenn du umblätterst, siehst du auf der Seite mit dem Brief ein Bild, auf dem die Steine genauso stehen.</p> <p>Guck Dir die Steine genau an, was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die roten Steine so stehen oder fallen die roten Steine herunter? Die meisten Kinder antworten.</p>
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p>Wenn du glaubst, dass die roten Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass die roten Steine herunterfallen, kreuzt du das Bild durch.</p>

Schwarzen Stein wegnehmen	<p><i>Dann wollen wir das mal testen. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt weg. Guck mal, die roten Steine fallen herunter. Hier hat es den schwarzen Stein also wirklich als Stütze gebraucht. Falls du anders vermutet hast, musst du das nicht korrigieren, das ist in Ordnung so.</i></p>
Zeigen, wie man den Mund als Reißverschluss zu macht.	<p><i>Jetzt habe ich noch ganz viele Bilder mitgebracht. Auf diesen stehen die Steine immer anders. Wir blättern immer gemeinsam um und gucken das Bild an. Von jetzt an darfst du gar nichts mehr sagen. Komm du machst den Mund jetzt zu - wie einen Reißverschluss.</i></p>

TUN	SAGEN
<p>(Kinder blättern um.)</p> <p></p> <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Wenn du umblätterst, siehst du auf der Seite mit dem Tropfen ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Wichtig ist: Ab jetzt sagst du die Antwort nicht mehr laut, sondern du antwortest für dich alleine, indem du das Bild einkreist oder durchkreuzt.</i></p> <p><i>Also guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die roten Steine so stehen oder fallen sie herunter?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die roten Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass die roten Steine herunterfallen, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Ab jetzt werde ich den schwarzen Stein nicht mehr wegnehmen. Du markierst bei jedem Bild deine Antwort, was du glaubst, was passieren würde und dann geht es weiter mit dem nächsten Bild.</i></p> <p><i>Also, dann blätterst du jetzt um.</i></p>

TUN	SAGEN
 <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit dem Buch siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die roten Steine so stehen oder fallen sie herunter?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die roten Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass die roten Steine herunterfallen, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blättest du um.</i></p>

TUN	SAGEN
 <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Schere siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die roten Steine so stehen oder fallen sie herunter?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die roten Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass die roten Steine herunterfallen, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blättest du um.</i></p>

TUN	SAGEN
 <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Brille siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die roten Steine so stehen oder fallen sie herunter?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die roten Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass die roten Steine herunterfallen, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
 <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Kerze siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die roten Steine so stehen oder fallen sie herunter?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die roten Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass die roten Steine herunterfallen, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
 <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit dem Telefon siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die roten Steine so stehen oder fallen sie herunter?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die roten Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass die roten Steine herunterfallen, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
 <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Hand siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die roten Steine so stehen oder fallen sie herunter?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die roten Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass die roten Steine herunterfallen, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
	<p><i>Auf der Seite mit dem Smiley siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die roten Steine so stehen oder fallen sie herunter?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die roten Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass die roten Steine</i></p>

TUN	SAGEN
 <p data-bbox="212 1070 667 1104">(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p data-bbox="212 1216 483 1249">(Kinder blättern um.)</p>	<p data-bbox="807 208 1329 387"><i>Die Bilder, die jetzt noch kommen, darfst du alleine bearbeiten, wenn du mir versprichst, dass du jedes Mal gut überlegst, was passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde.</i></p> <p data-bbox="807 427 1329 528"><i>Es kommt nicht darauf an, dass du schnell fertig bist, du sollst lieber gut überlegen!</i></p> <p data-bbox="807 568 1329 636"><i>*diesen Text immer wieder wiederholen*</i></p> <p data-bbox="807 676 1329 743"><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p data-bbox="807 754 1329 900"><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehme würde. Bleiben die roten Steine so stehen oder fallen sie herunter?</i></p> <p data-bbox="807 938 1329 1117"><i>Wenn du glaubst, dass die roten Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass die roten Steine herunterfallen, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p data-bbox="807 1158 1329 1180">*****</p> <p data-bbox="807 1196 1329 1335"><i>Wenn du fertig bist, guck‘ bitte noch einmal das Heft durch, ob du jede Seite bearbeitet hast; Manchmal überblättert man ausversehen eine.</i></p>

Bitte tragen Sie hier die genaue Uhrzeit ein: _____

2.3 Ergebnisse der Studie 2a – Anzahl korrekter Lösungen je Altersgruppe

	Fünf-jährigen	Sechs-jährigen	Sieben-jährige	Acht-jährige	Neun-jährige	Studierende
N	21	56	63	24	68	93
Geringe Anzahl korrekter Lösungen, geometrische Mitte (max 7)	12 57.14%	25 44.64%	20 31.75%	6 25%	14 20.59%	6 6.45%
Mittelere Anzahl korrekter Lösungen, unklar	9 42.86%	25 44.64%	26 41.27%	8 33.33%	18 26.47%	30 32.26%
Hohe Anzahl Lösungen, Massenmittelpunkt (min 13)	0	6 10.71%	17 26.98%	10 41.67%	36 52.94%	57 61.29%

2.4 Leitfaden zur Durchführung der Befragung Studie 2b

Protokollbogen (Sym, Asym) Heft A „Stabilität beim Bauen mit Bauklötzen“

Allgemeine Hinweise zum Vorgehen:

- Alle Versuchsbedingungen müssen in der beschriebenen Weise durchgeführt werden. Es sollten keine individuellen Veränderungen in der Sprache und dem Ablauf vorgenommen werden.
- Alle Materialien und die Videokamera sowie der Aufbau müssen vor dem Versuch bereit stehen.
- Die komplette Testung wird auf Video aufgezeichnet.
- Es geht nicht darum, die Kinder durch Hinweise zu korrekten Antworten zu führen, sondern darum zu testen, wie der Entwicklungsstand des Kindes ist.
- Lässt bei einem Kind die Motivation oder Konzentrationsfähigkeit im Laufe der Durchführung nach, kann man selbstverständlich individuell eingreifen, z.B. indem gezeigt wird, dass nicht mehr viel zu beantworten ist.
- Geben Sie dem Kind keine Rückmeldung, ob die gegebene Antwort richtig oder falsch war.

Kleines einführendes Gespräch mit dem Kind:

- *Wir sind heute hier, weil wir zusammen mit Bauklötzen spielen wollen.*
- *Wie heißt du?*
- *Wie alt bist du?*
- ...

Bitte tragen Sie hier die genaue Uhrzeit ein: _____

Material

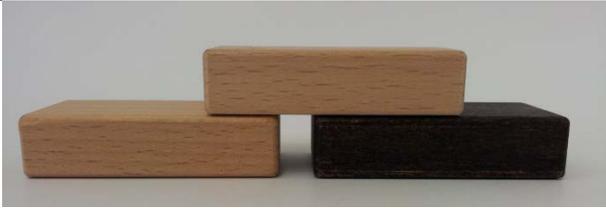
2 helle große Steine

1 schwarzer großer Stein

Bleistifte für die Kinder

Antworthefte für die Kinder

TUN	SAGEN
Antworthefte an Kinder verteilen.	<i>Zunächst schreibst du bitte nur vorne deinen Namen drauf und lässt das Heft zugeschlagen vor Dir liegen und guckst zu mir.</i>
Steine auf den Tisch legen.	<i>Guck mal, ich habe Bauklötze mitgebracht. Ich baue die Steine jetzt nacheinander immer verschieden auf und werde dich dazu etwas fragen.</i>
Steine wie folgt aufstellen:	<i>Guck mal, jetzt stehen die Steine so. So, wie die Steine hier stehen, ist der schwarze Stein als Stütze da. Manchmal wird der schwarze Stein wirklich gebraucht, damit die anderen</i>

 <p>(Kinder schlagen Hefte auf.)</p> 	<p><i>Steine so stehen bleiben und das Gebaute heil bleibt. Aber manchmal wird der schwarze Stein nicht wirklich gebraucht. Die anderen Steine würden auch ohne ihn so stehen bleiben.</i></p> <p><i>Wenn du dein Heft aufschlägst, siehst du auf der Seite mit dem Bleistift ein Bild, auf dem die Steine genauso stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine genau an, was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt? Die meisten Kinder antworten.</i></p>
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p>
<p>Schwarzen Stein wegnehmen</p>	<p><i>Dann wollen wir das mal testen. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt weg. Guck mal, das Gebaute geht kaputt. Hier hat es den schwarzen Stein also wirklich als Stütze gebraucht. Falls du anders vermutet hast, musst du es nicht korrigieren, das ist in Ordnung so.</i></p>
<p>Steine wie folgt aufstellen:</p>  <p>(Kinder blättern um.)</p> 	<p><i>Guck mal, jetzt stehen die Steine so.</i></p> <p><i>Wenn du umblätterst, siehst du auf der Seite mit der Schere ein Bild, auf dem die Steine genauso stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine genau an, was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt? Die meisten Kinder antworten.</i></p>
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p>

Schwarzen Stein wegnehmen	<i>Dann wollen wir das mal testen. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt weg. Guck mal, die anderen Steine bleiben genauso stehen. Hier hält das Gebaute also auch ohne den schwarzen Stein als Stütze. Falls du anders vermutet hast, musst du es nicht korrigieren, das ist in Ordnung so.</i>
Zeigen, wie man den Mund als Reißverschluss zu macht.	<i>Jetzt habe ich noch ganz viele Bilder mitgebracht. Auf diesen stehen die Steine immer anders. Wir blättern immer gemeinsam um und gucken das Bild an. Von jetzt an darfst du gar nichts mehr sagen. Komm du machst den Mund jetzt zu - wie einen Reißverschluss.</i>

TUN	SAGEN
 (Kinder machen Kreuz oder Kreis.) (Kinder blättern um.)	<i>Auf der Seite mit der Blume siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i> <i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i> <i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i> <i>Dann blättest du um.</i>

TUN	SAGEN
 (Kinder machen Kreuz oder Kreis.) (Kinder blättern um.)	<i>Auf der Seite mit der Blume siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i> <i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i> <i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i> <i>Dann blättest du um.</i>

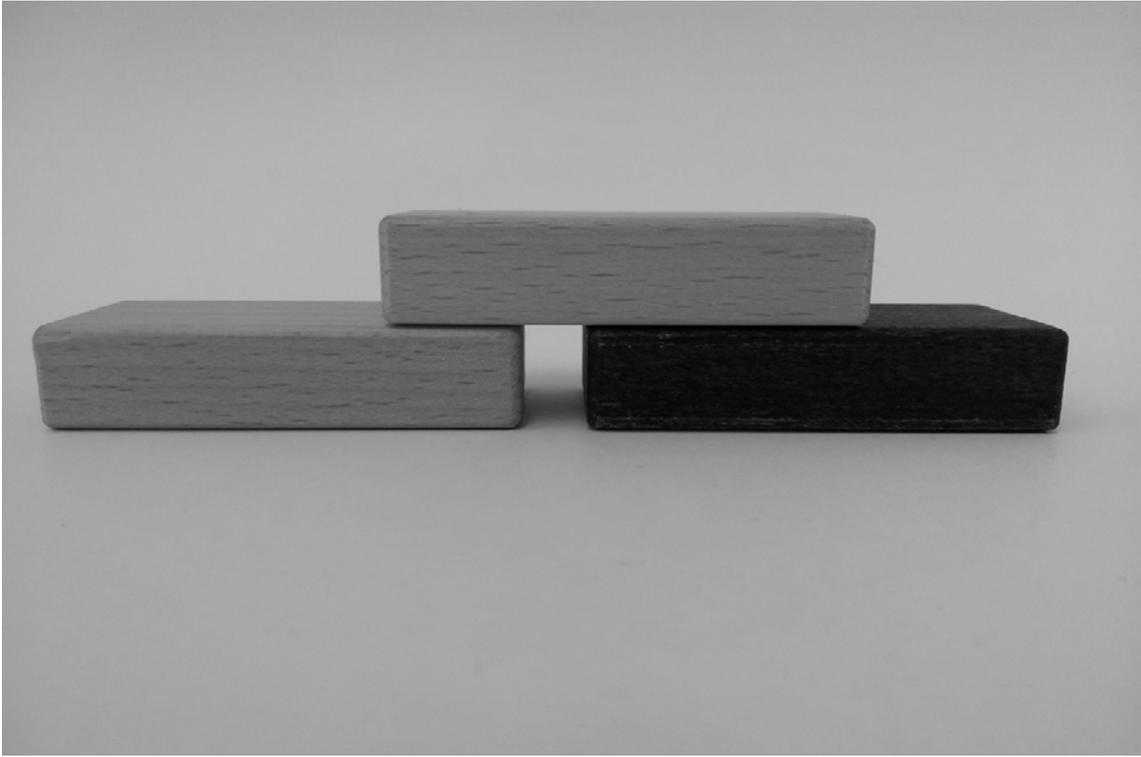
TUN	SAGEN
 <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Blume siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

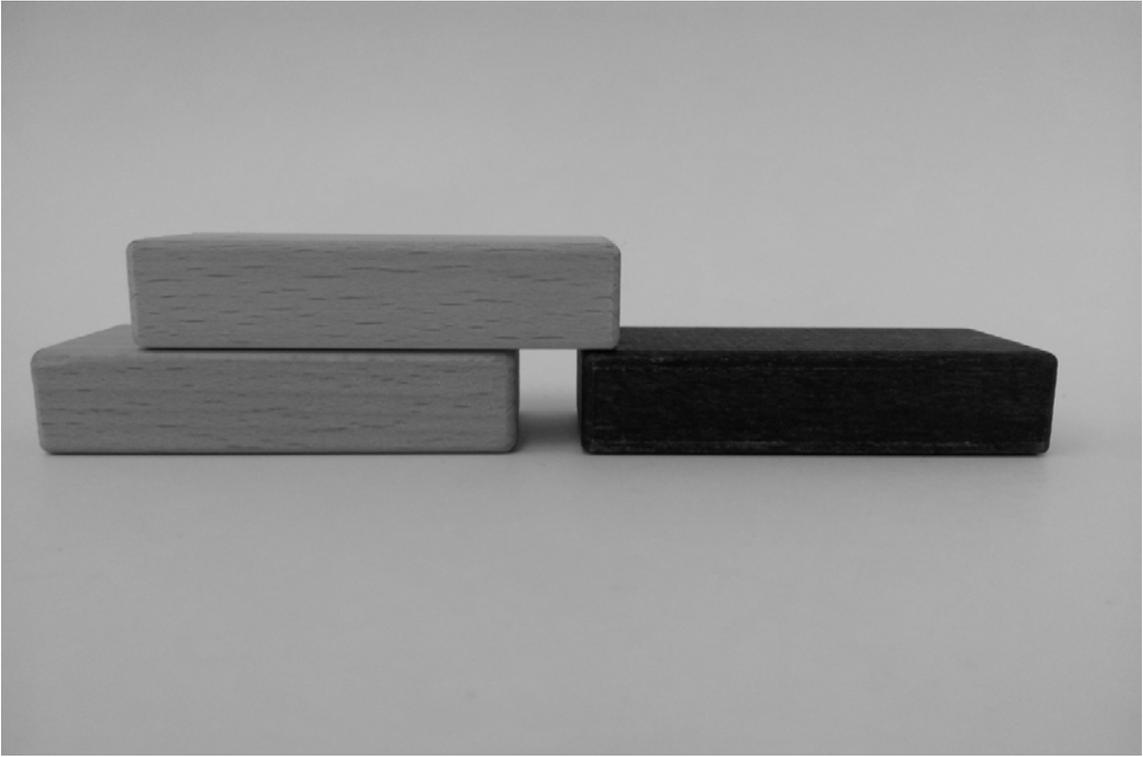
TUN	SAGEN
 <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Fahne siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
 <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Sonne siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

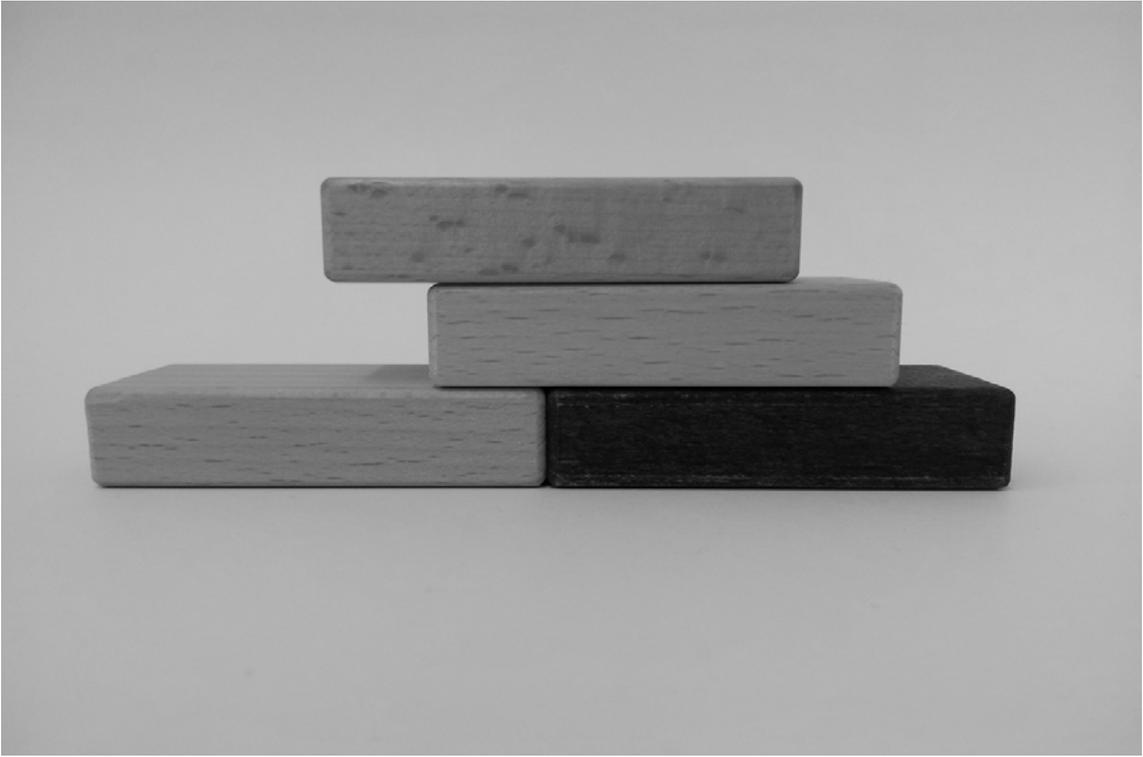
2.5 *Antworthefte der Kinder Studie 2b*

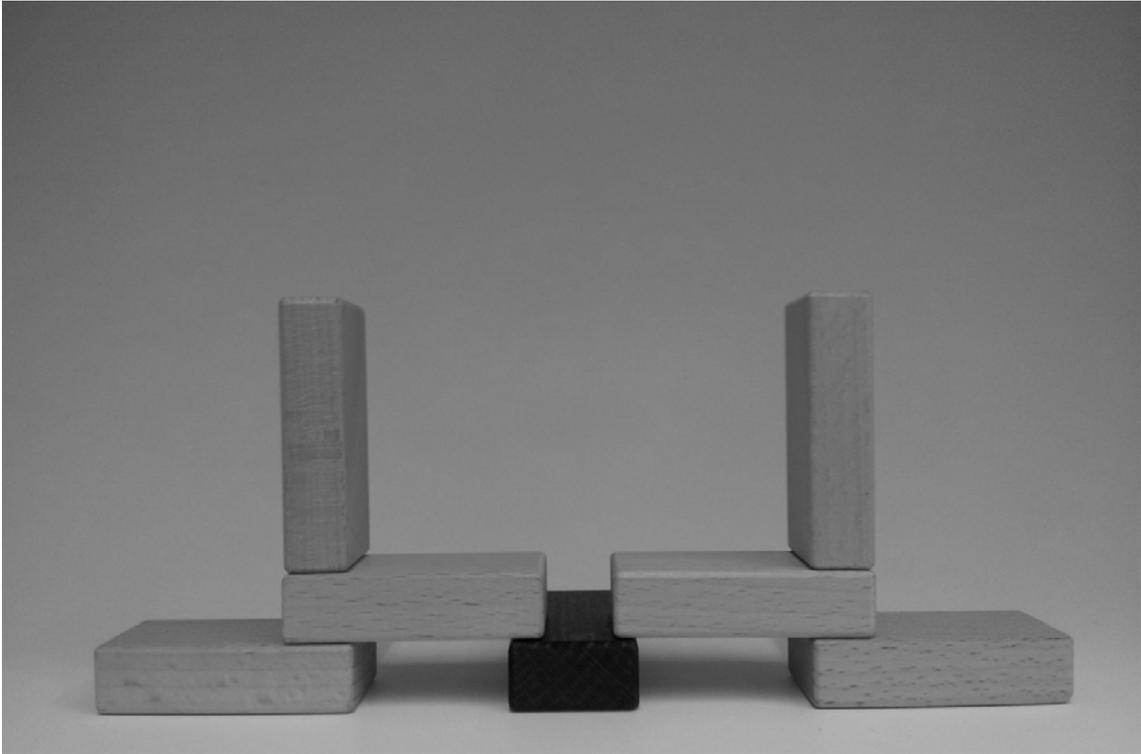
Bauen mit Bauklötzen, einzeln (sym, asym) Testheft A
(vom Institut auszufüllen) Geburtsdatum des Kindes: _____ Code des Kindes: _____ Versuchsleiter: _____ Datum: _____ Bemerkungen:
Vorname des Kindes: _____



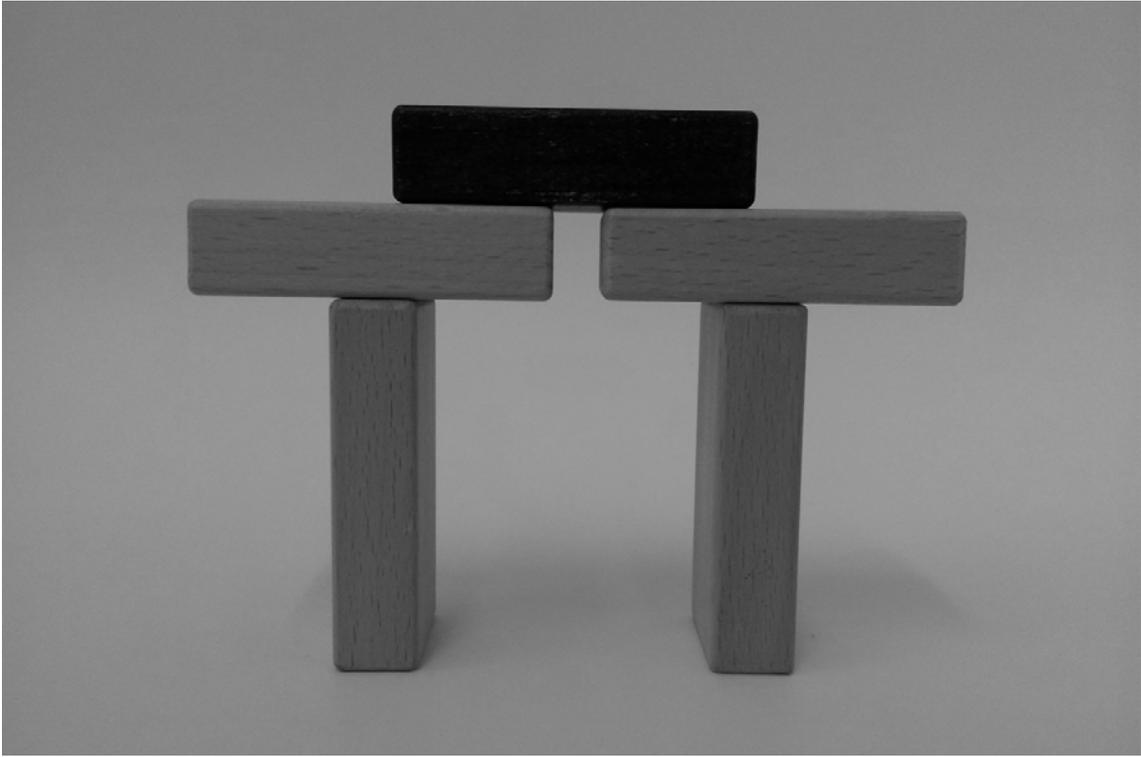


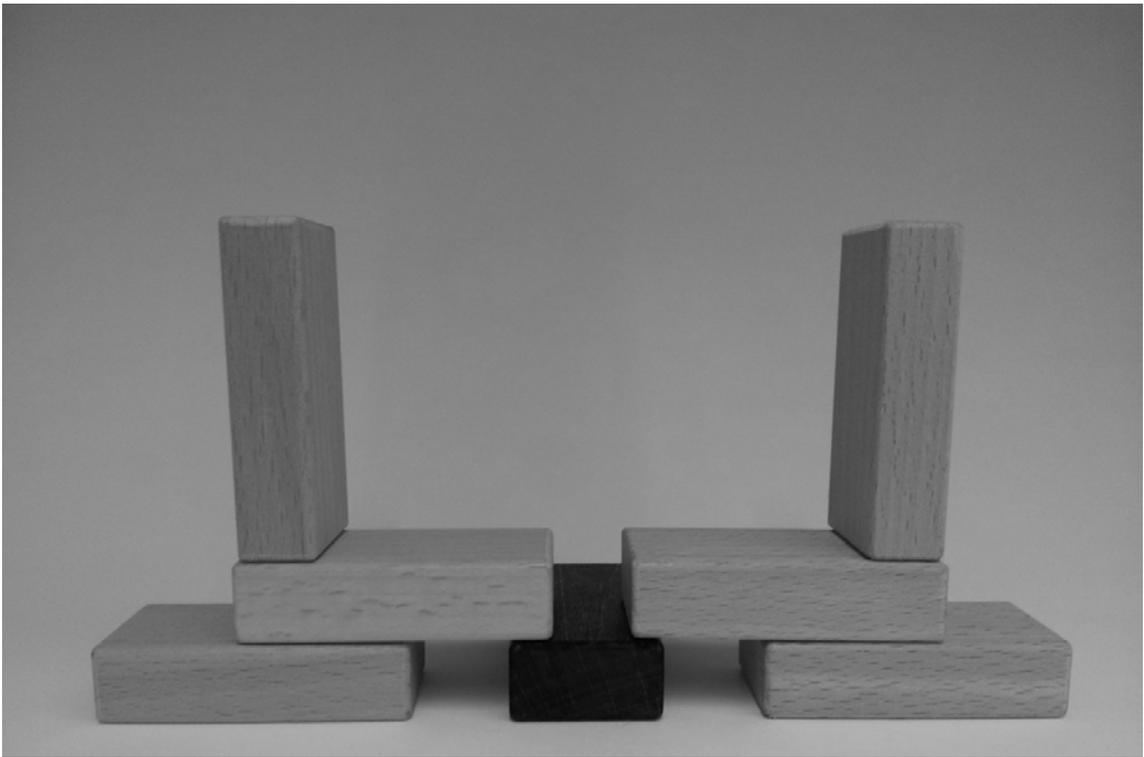


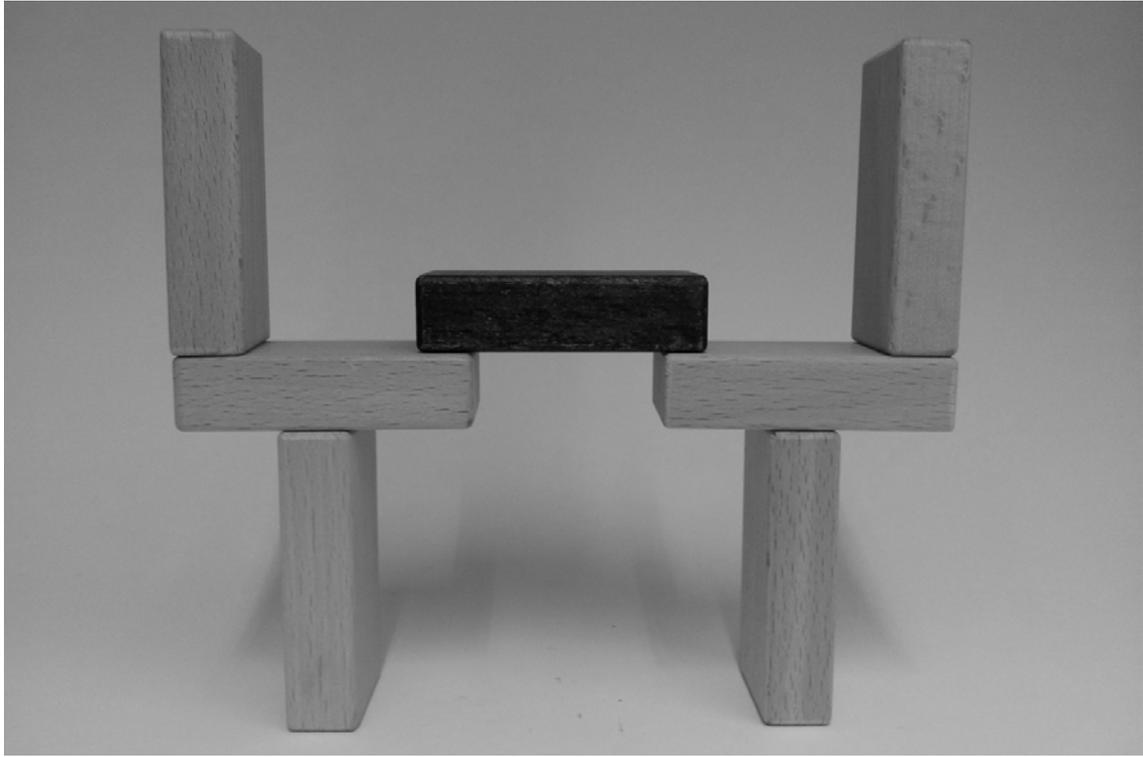


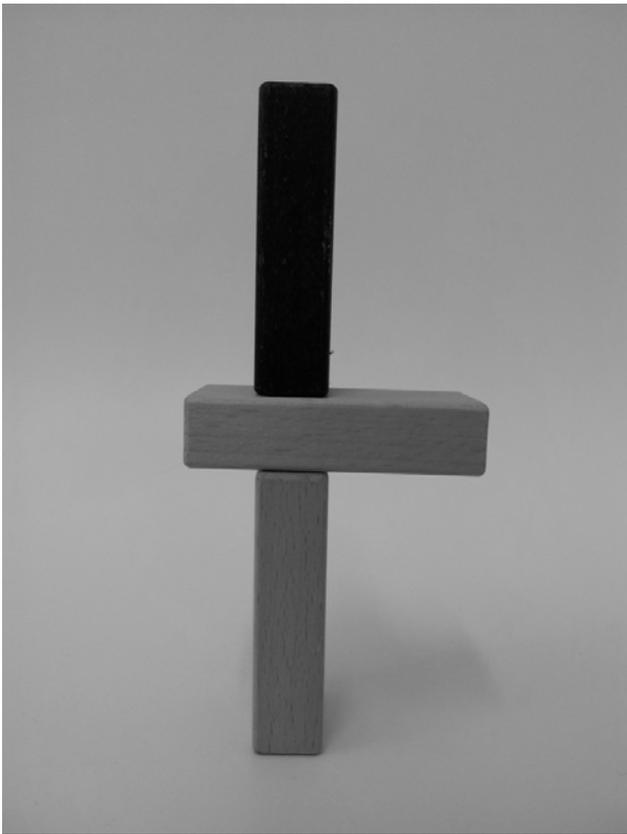


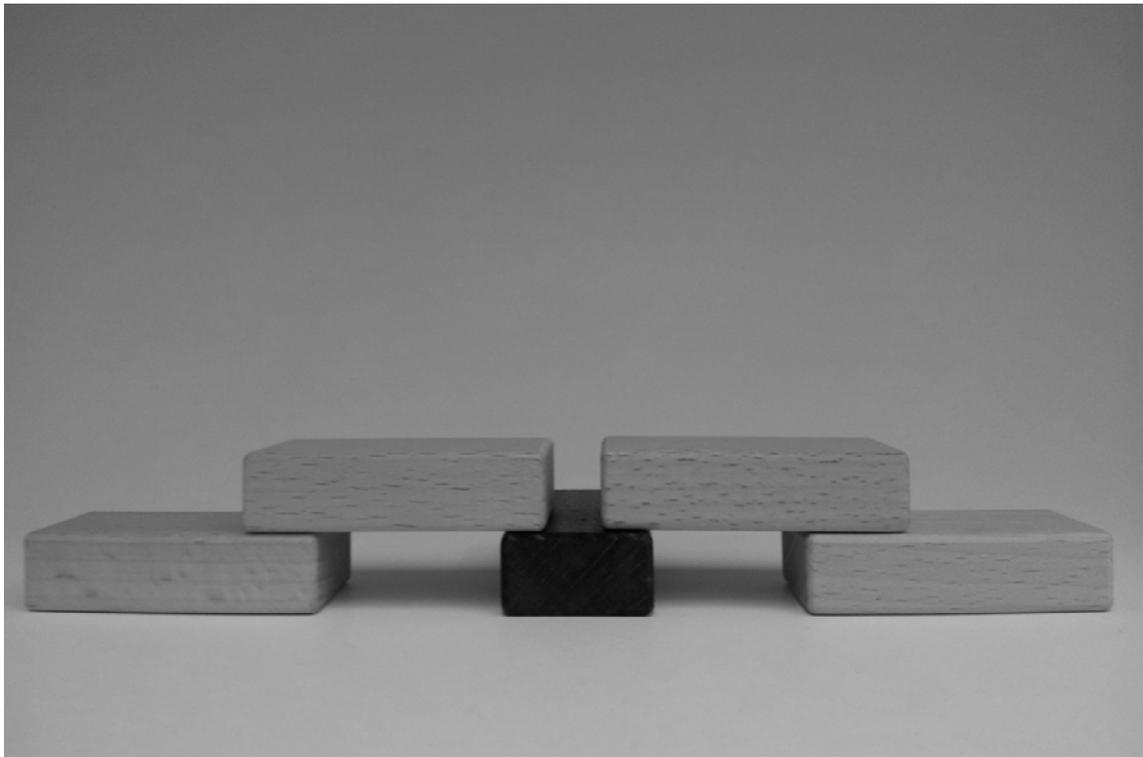


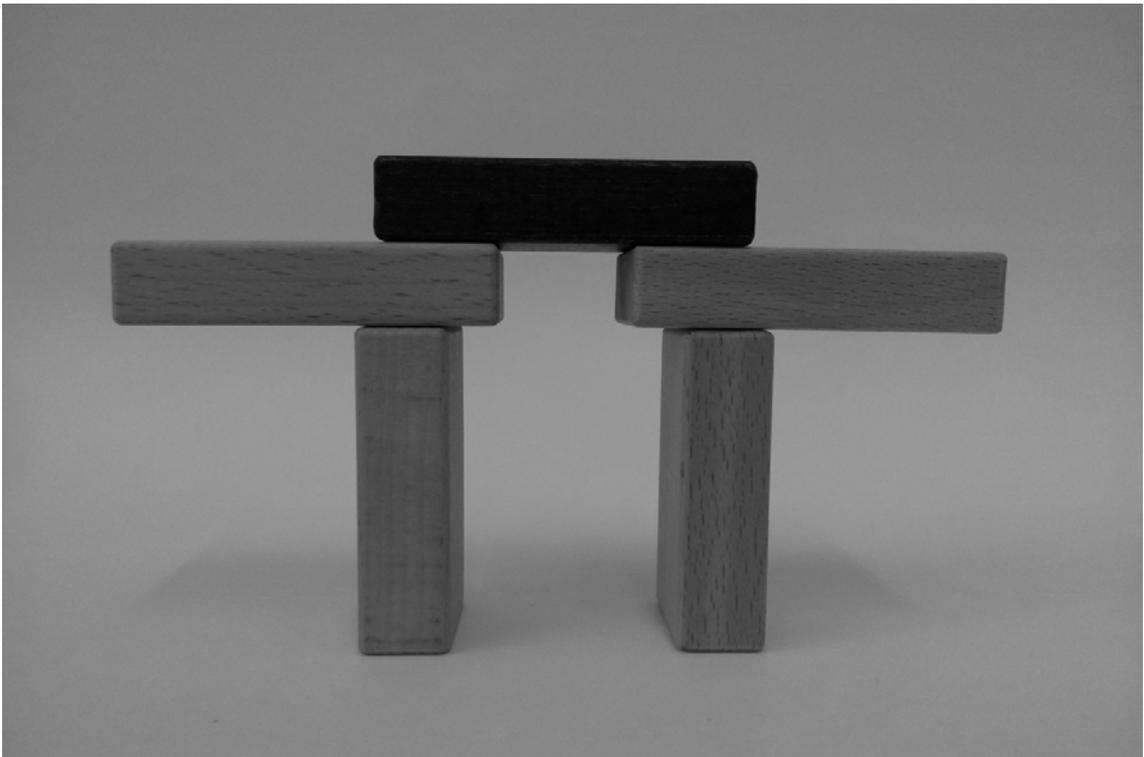












2.6 Leitfaden zur Durchführung der Befragung Studie 2c

Protokollbogen (Begründungen) „Stabilität beim Bauen mit Bauklötzen“

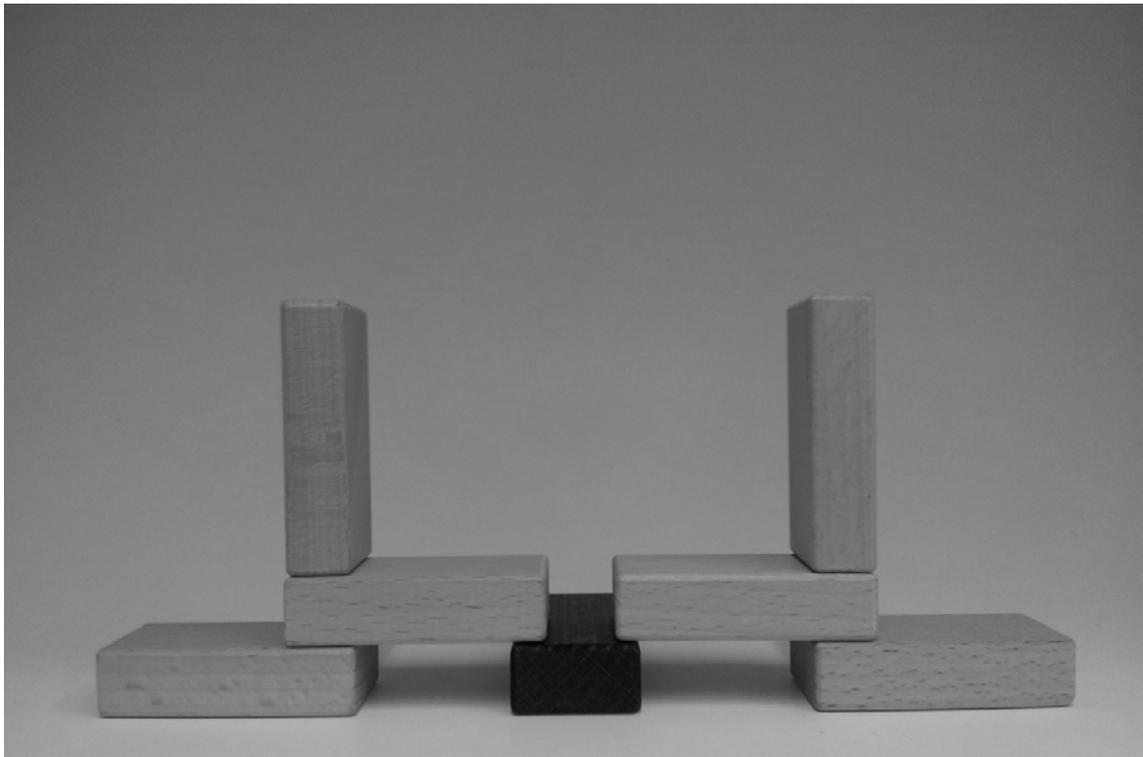
Material

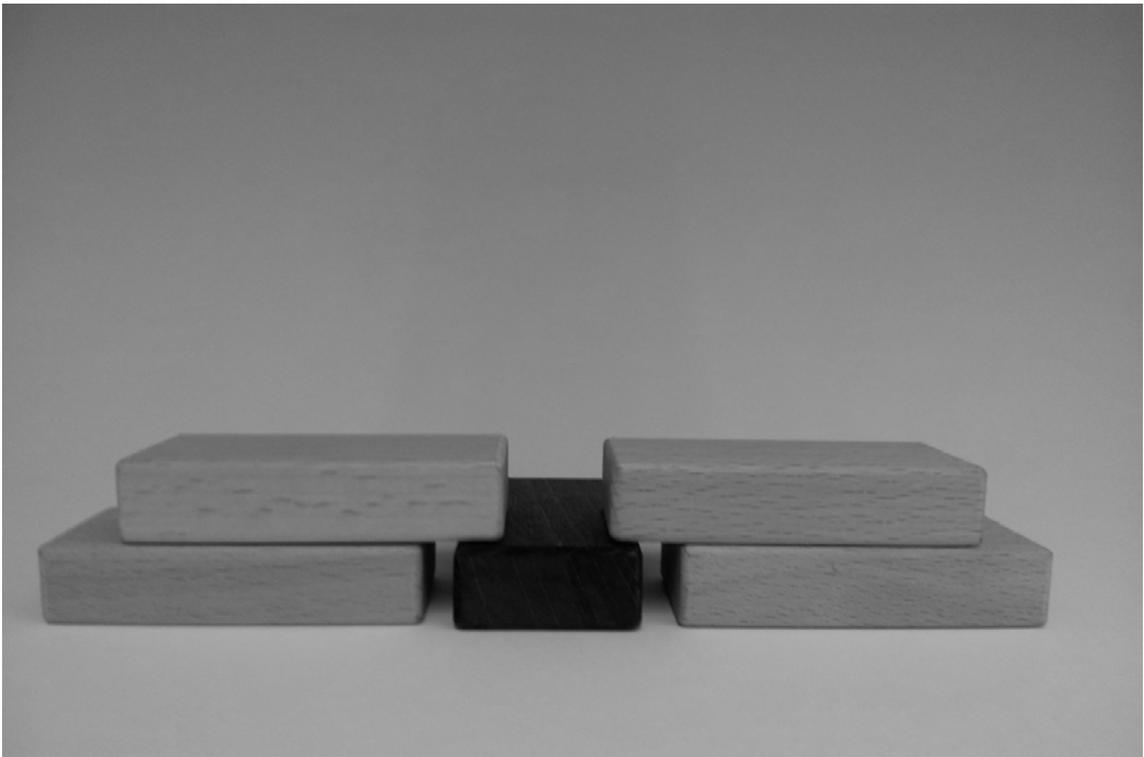
32 helle große Steine
8 schwarze große Steine
8 Bilder von Bauklotz-Anordnungen
8 Tücher zum Zudecken der aufgebauten Anordnungen
Antworthefte der Kinder

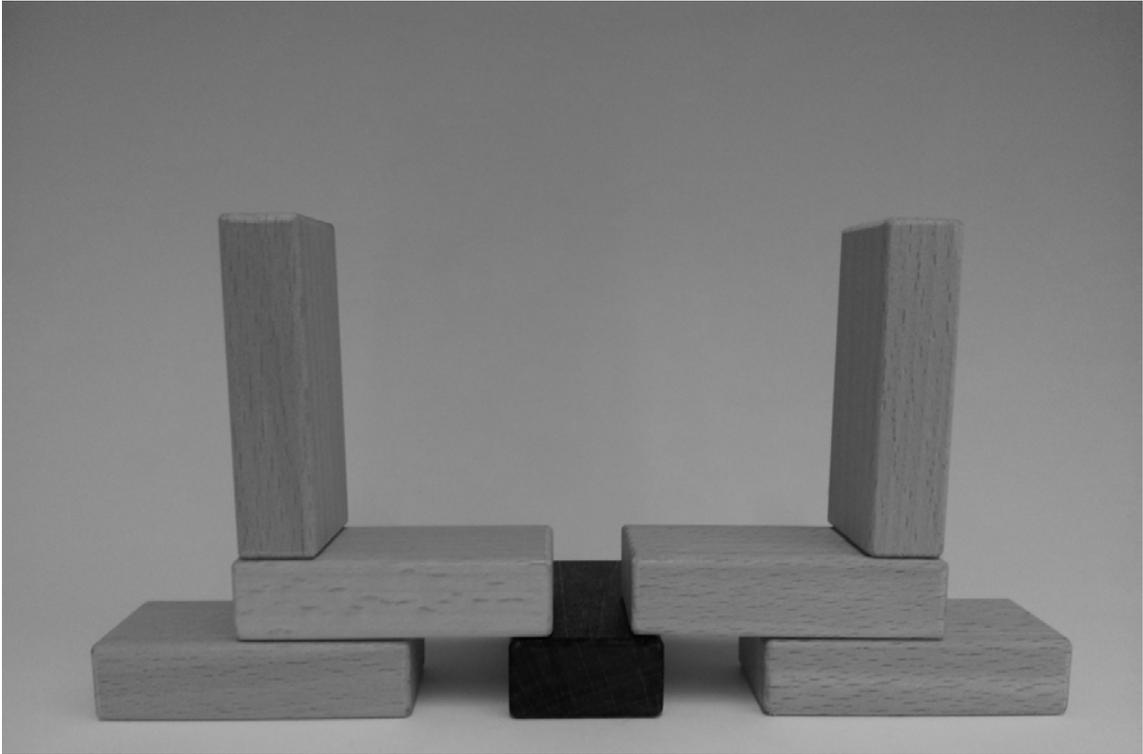
TUN	SAGEN
Antwortheft des Kindes raussuchen	<i>Guck mal ich habe hier nochmal dein Heft mitgebracht. In dem hast du eingeschätzt, ob die Bauklotz-Gebäude halten oder kaputt gehen, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde.</i>
Decke hochheben	<i>Lass uns mal hier drunter gucken. Guck mal, ich habe hier Steine aufgebaut und hier sind die auch nochmal auf dem Bild. Guck mal, ob das genauso aussieht wie auf dem Bild</i>
Antwortheft des Kindes aufblättern	<i>Ich blättere jetzt in deinem Heft genau bis zu dieser Stelle. Guck mal du hast also bei diesen Bauklötzen gesagt, wenn ich den schwarzen Stein wegnehme, dass es hält bzw. zusammenbricht.</i>
Frage stellen und Antwort des Kindes abwarten, ausharren! Folgende Nachfragen stellen, um die Begründungen des Kindes umfassend zu erfahren:	<i>Kannst du mir erklären, warum das Gebäude hält bzw. zusammenbricht?</i> -Wie meinst du das genau? -Kannst du es mir nochmal sagen? -Beschreibe es nochmal bitte. -Kannst du mir das auf dem Bild (nochmal) zeigen? -Kannst du mir das (nochmal) an den Steinen zeigen? -Das ist Max. Kannst du Max (auch nochmal) erklären, warum das hält bzw. zusammenbricht ? -Was müsste ich verändern, damit das Gebäude hält bzw. zusammenbricht?

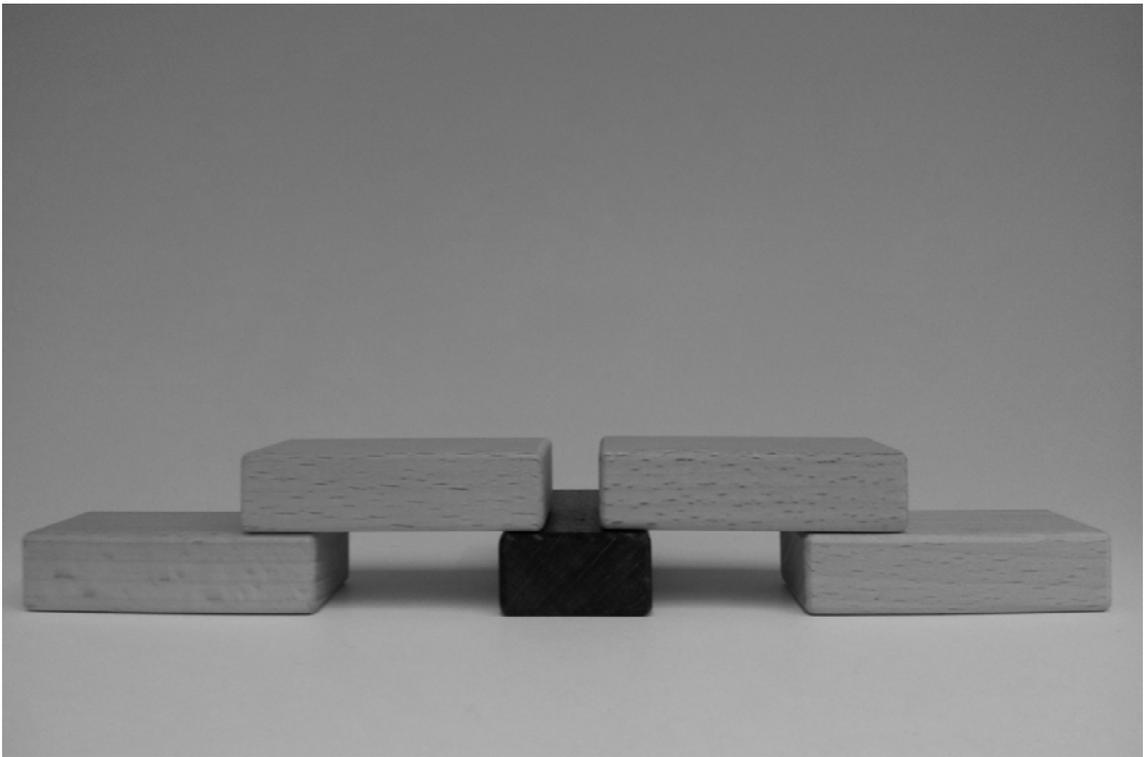
2.7 *Antworthefte der Kinder Studie 2c*

Bauen mit Bauklötzen, einzeln Testheft A
(vom Institut auszufüllen) Geburtsdatum des Kindes: _____ Code des Kindes: _____ Versuchsleiter: _____ Datum: _____ Bemerkungen:
Vorname des Kindes: _____

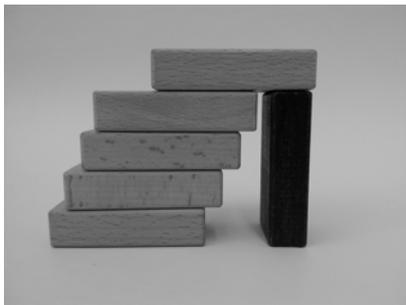
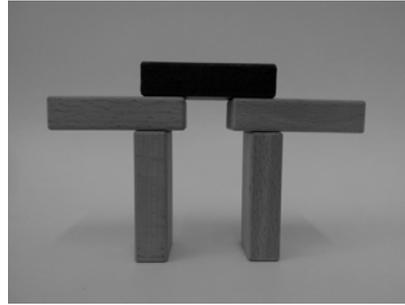
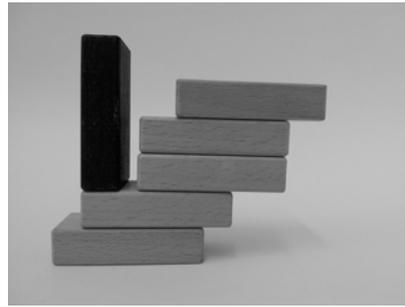
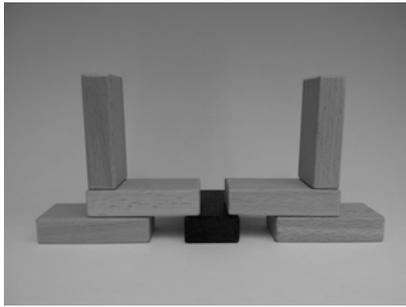








2.8 Items der Befragung



Teil 3

3.1 Leitfaden zur Durchführung der Befragung Studie 3

Protokollbogen (einzeln) Heft A „Stabilität beim Bauen mit Bauklötzen“

Allgemeine Hinweise zum Vorgehen:

- Alle Versuchsbedingungen müssen in der beschriebenen Weise durchgeführt werden. Es sollten keine individuellen Veränderungen in der Sprache und dem Ablauf vorgenommen werden.
 - Alle Materialien und die Videokamera sowie der Aufbau müssen vor dem Versuch bereit stehen.
 - Die komplette Testung wird auf Video aufgezeichnet.
 - Es geht nicht darum, die Kinder durch Hinweise zu korrekten Antworten zu führen, sondern darum zu testen, wie der Entwicklungsstand des Kindes ist.
 - Lässt bei einem Kind die Motivation oder Konzentrationsfähigkeit im Laufe der Durchführung nach, kann man selbstverständlich individuell eingreifen, z.B. indem gezeigt wird, dass nicht mehr viel zu beantworten ist.
 - Geben Sie dem Kind keine Rückmeldung, ob die gegebene Antwort richtig oder falsch war.
-

Kleines einführendes Gespräch mit dem Kind:

- *Wir sind heute hier, weil wir zusammen mit Bauklötzen spielen wollen.*
- *Wie heißt du?*
- *Wie alt bist du?*
- ...

Bitte tragen Sie hier die genaue Uhrzeit ein: _____

Material

2 helle große Steine

1 schwarzer großer Stein

Bleistifte für die Kinder

Antworthefte für die Kinder

TUN	SAGEN
Antworthefte an Kinder verteilen.	<i>Zunächst schreibst du bitte nur vorne deinen Namen drauf und lässt das Heft zugeschlagen vor Dir liegen und guckst zu mir.</i>
Steine auf den Tisch legen.	<i>Guck mal, ich habe Bauklötze mitgebracht. Ich baue die Steine jetzt nacheinander immer verschieden auf und werde dich dazu etwas fragen.</i>

<p>Steine wie folgt aufstellen:</p>  <p>(Kinder schlagen Hefte auf.)</p> 	<p><i>Guck mal, jetzt stehen die Steine so. So, wie die Steine hier stehen, ist der schwarze Stein als Stütze da. Manchmal wird der schwarze Stein wirklich gebraucht, damit die anderen Steine so stehen bleiben und das Gebaute heil bleibt. Aber manchmal wird der schwarze Stein nicht wirklich gebraucht. Die anderen Steine würden auch ohne ihn so stehen bleiben.</i></p> <p><i>Wenn du dein Heft aufschlägst, siehst du auf der Seite mit dem Bleistift ein Bild, auf dem die Steine genauso stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine genau an, was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt? Die meisten Kinder antworten.</i></p>
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein. Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p>
<p>Schwarzen Stein wegnehmen</p>	<p><i>Dann wollen wir das mal testen. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt weg. Guck mal, das Gebaute geht kaputt. Hier hat es den schwarzen Stein also wirklich als Stütze gebraucht. Falls du anders vermutet hast, musst du es nicht korrigieren, das ist in Ordnung so.</i></p>
<p>Steine wie folgt aufstellen:</p>  <p>(Kinder blättern um.)</p> 	<p><i>Guck mal, jetzt stehen die Steine so.</i></p> <p><i>Wenn du umblätterst, siehst du auf der Seite mit der Schere ein Bild, auf dem die Steine genauso stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine genau an, was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt? Die meisten Kinder antworten.</i></p>

(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)	<p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p>
Schwarzen Stein wegnehmen	<p><i>Dann wollen wir das mal testen. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt weg.</i></p> <p><i>Guck mal, die anderen Steine bleiben genauso stehen. Hier hält das Gebaute also auch ohne den schwarzen Stein als Stütze. Falls du anders vermutet hast, musst du es nicht korrigieren, das ist in Ordnung so.</i></p>
Zeigen, wie man den Mund als Reißverschluss zu macht.	<p><i>Jetzt habe ich noch ganz viele Bilder mitgebracht. Auf diesen stehen die Steine immer anders.</i></p> <p><i>Wir blättern immer gemeinsam um und gucken das Bild an.</i></p> <p><i>Von jetzt an darfst du gar nichts mehr sagen. Komm du machst den Mund jetzt zu - wie einen Reißverschluss.</i></p>

TUN	SAGEN
<p>(Kinder blättern um.)</p> 	<p><i>Wenn du umblätterst, siehst du auf der Seite mit der Brille ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Wichtig ist: Ab jetzt sagst du die Antwort nicht mehr laut, sondern du antwortest für dich alleine, indem du das Bild einkreist oder durchkreuzt.</i></p> <p><i>Also, guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p>
<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p><i>Ab jetzt werde ich den schwarzen Stein nicht mehr wegnehmen. Du markierst bei jedem Bild deine Antwort, was du glaubst, was passieren würde und dann geht es weiter mit dem nächsten Bild.</i></p>
<p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Also, dann blätterst du jetzt um.</i></p>

(Kinder blättern um.)	<i>Dann blätterst du um.</i>
TUN 	SAGEN <i>Auf der Seite mit dem Telefon siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i> <i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i> <i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i> <i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i> <i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i>
(Kinder machen Kreuz oder Kreis.) (Kinder blättern um.)	<i>Dann blätterst du um.</i>
TUN 	SAGEN <i>Auf der Seite mit dem Brief siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i> <i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i> <i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i> <i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i> <i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i>
(Kinder machen Kreuz oder Kreis.) (Kinder blättern um.)	<i>Dann blätterst du um.</i>
TUN 	SAGEN <i>Auf der Seite mit der Hand siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i> <i>So, wie die Steine hier stehen, ist der schwarze Stein als Gewicht da.</i> <i>Manchmal wird der schwarze Stein wirklich gebraucht, damit die anderen Steine so stehen bleiben und das Gebaute heil bleibt.</i> <i>Aber manchmal wird der schwarze Stein nicht wirklich gebraucht. Die anderen Steine würden auch ohne ihn so stehen bleiben.</i>

<p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>
---	--

TUN	SAGEN
<p></p> <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit dem Smiley siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
<p></p> <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Blume siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
 <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Uhr siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blättest du um.</i></p>

TUN	SAGEN
 <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p> <p>(Kinder blättern um.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit der Fahne siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blättest du um.</i></p>

TUN	SAGEN
 <p>(Kinder machen Kreuz oder Kreis.)</p>	<p><i>Auf der Seite mit dem Flugzeug siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p>

(Kinder blättern um.)	<i>Dann blätterst du um.</i>
-----------------------	------------------------------

TUN	SAGEN
 (Kinder machen Kreuz oder Kreis.) (Kinder blättern um.)	<p><i>Auf der Seite mit der Schneeflocke siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

TUN	SAGEN
 (Kinder machen Kreuz oder Kreis.) (Kinder blättern um.)	<p><i>Auf der Seite mit der Sonne siehst du ein Bild, auf dem wieder Steine stehen.</i></p> <p><i>Guck Dir die Steine auf dem Bild in deinem Heft genau an.</i></p> <p><i>Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehmen würde. Bleiben die anderen Steine so stehen oder geht das Gebaute kaputt?</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass die Steine so stehen bleiben, kreist du das Bild ein.</i></p> <p><i>Wenn du glaubst, dass das Gebaute kaputt geht, kreuzt du das Bild durch.</i></p> <p><i>Dann blätterst du um.</i></p>

3.2 *Antworthefte der Kinder Studie 3*

Bauen mit Bauklötzen

Antwortheft Kinder Heft A

(vom Institut auszufüllen)

Code des Kindes: _____

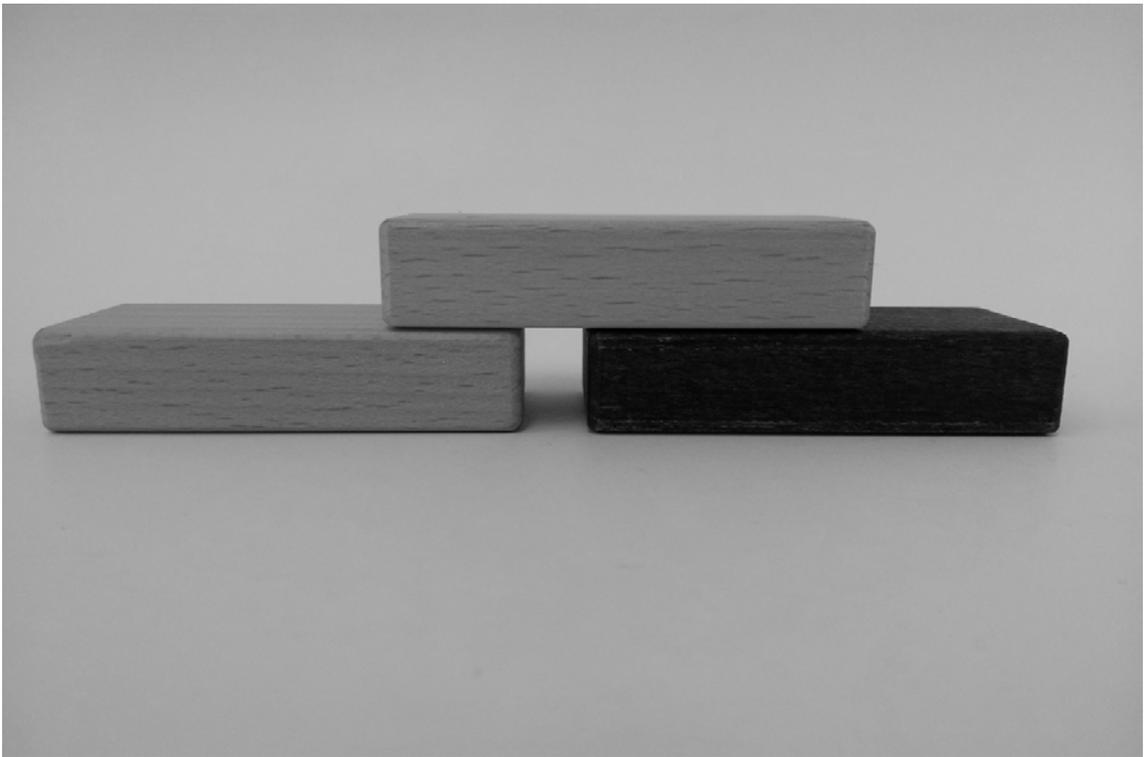
Geburtsdatum des Kindes: _____

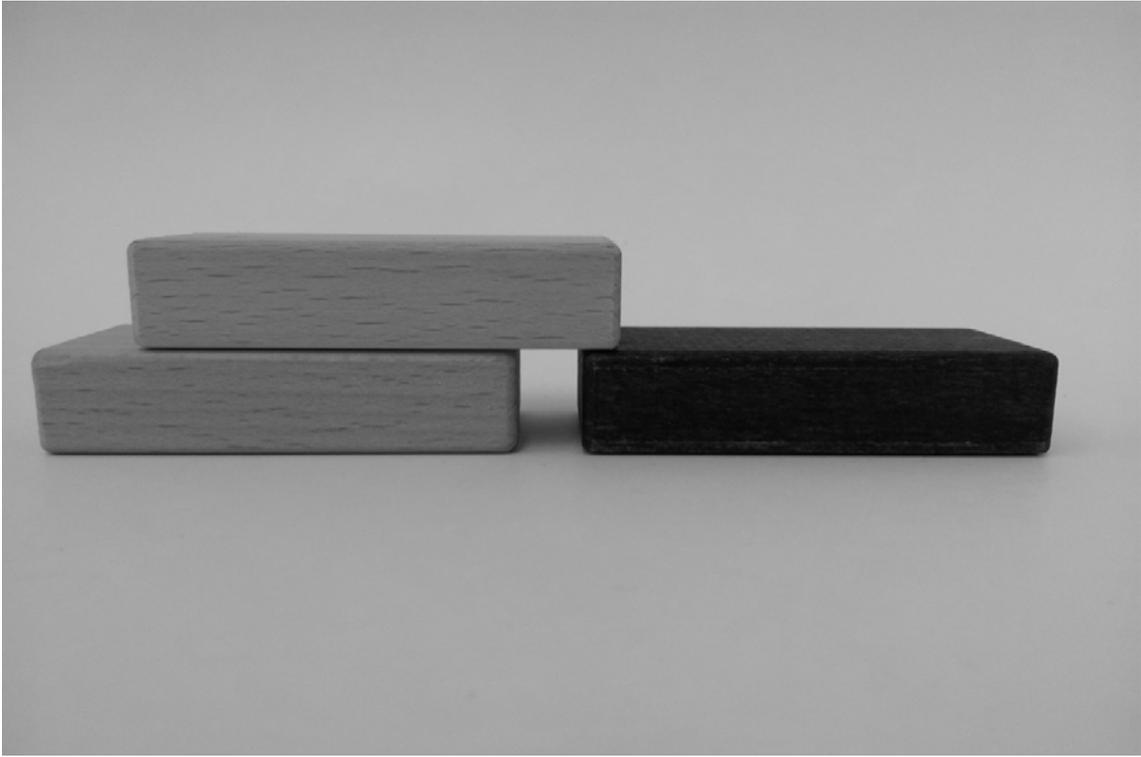
Versuchsleiter: _____

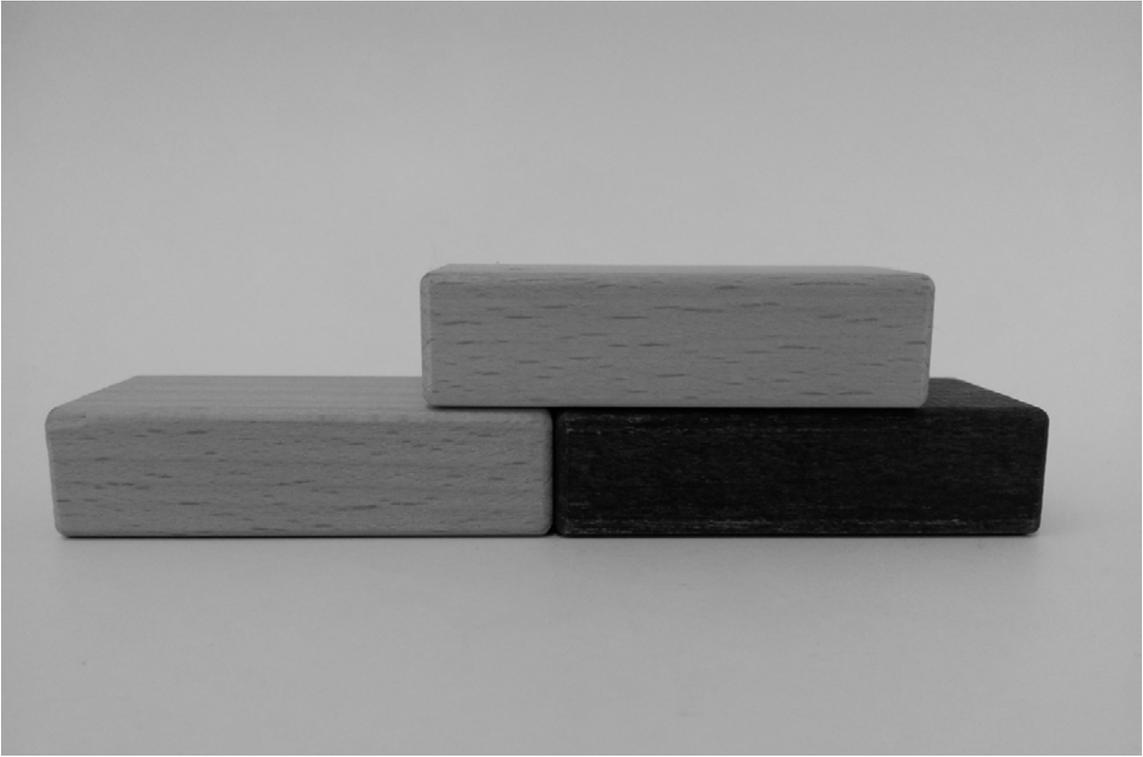
Datum: _____

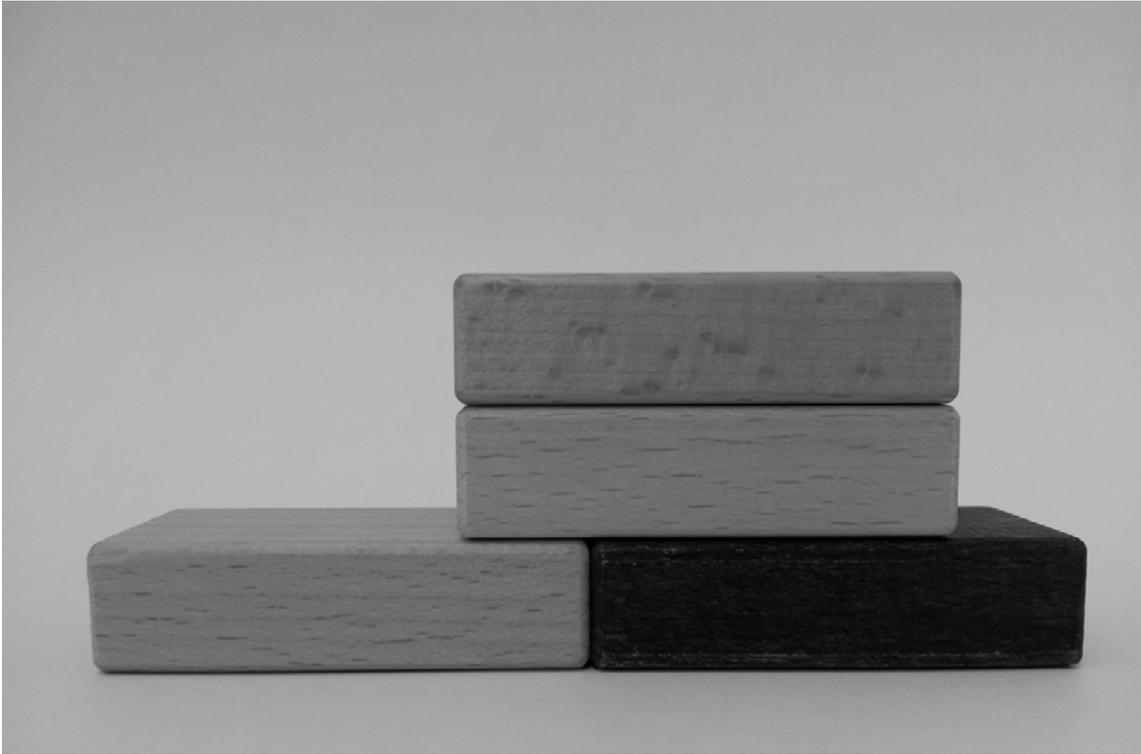
Bemerkungen:

Vorname des Kindes: _____

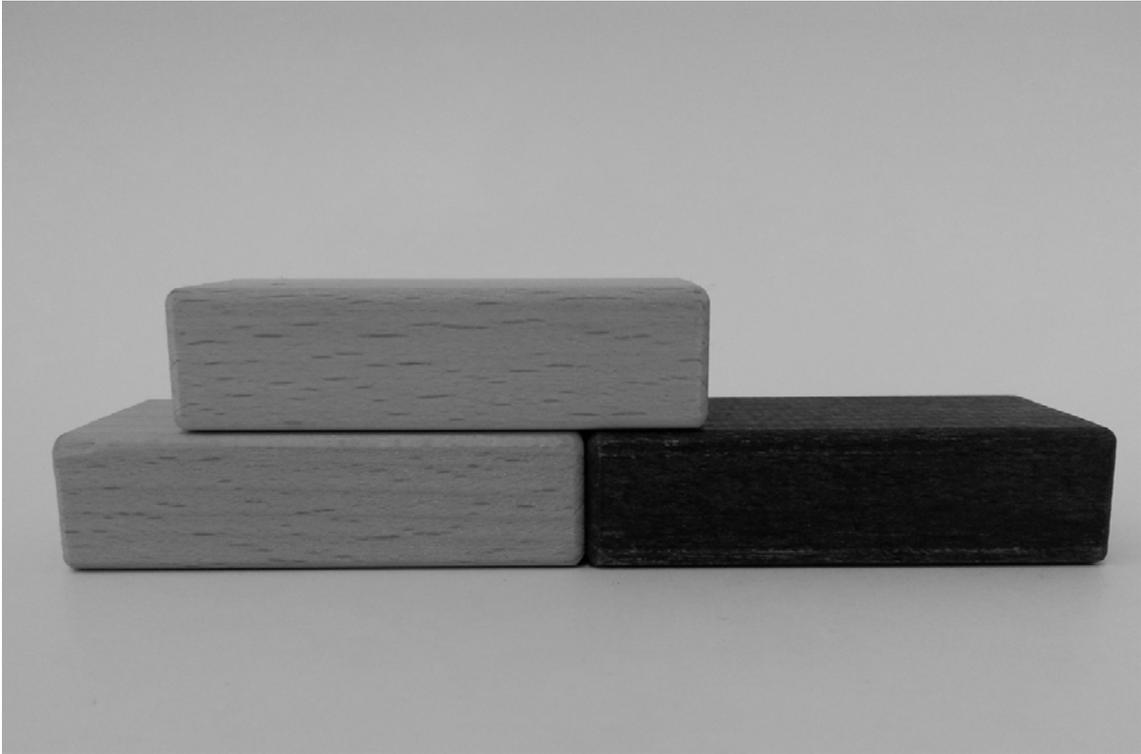




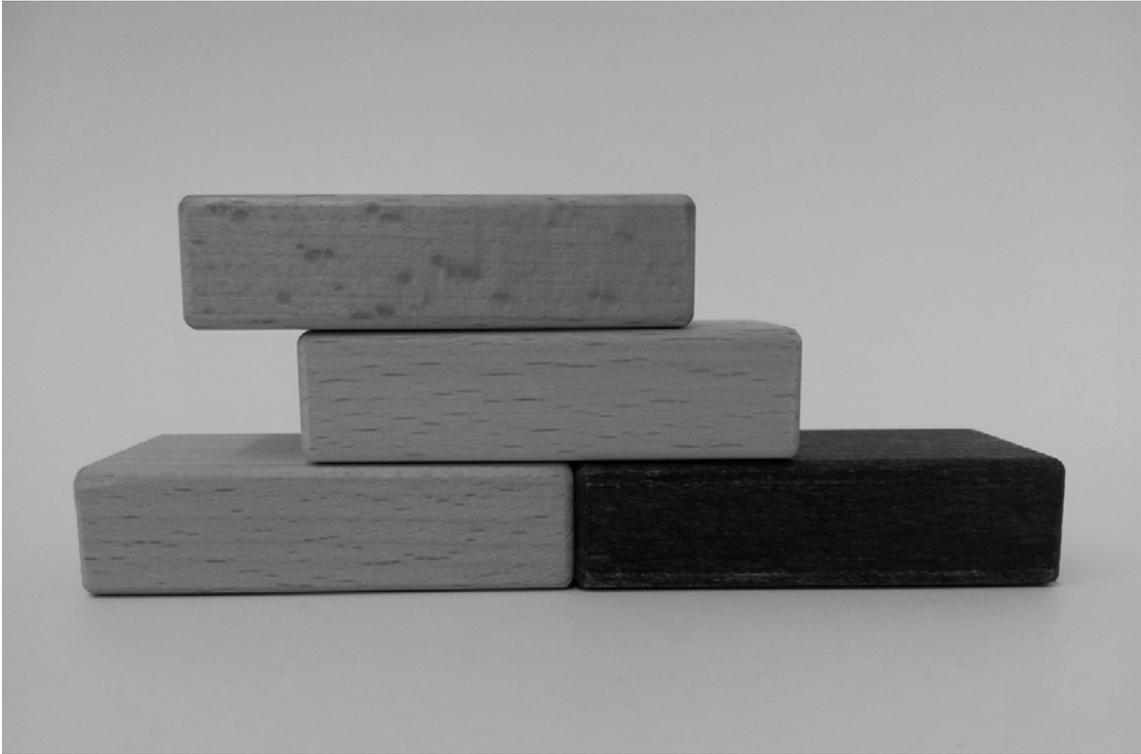


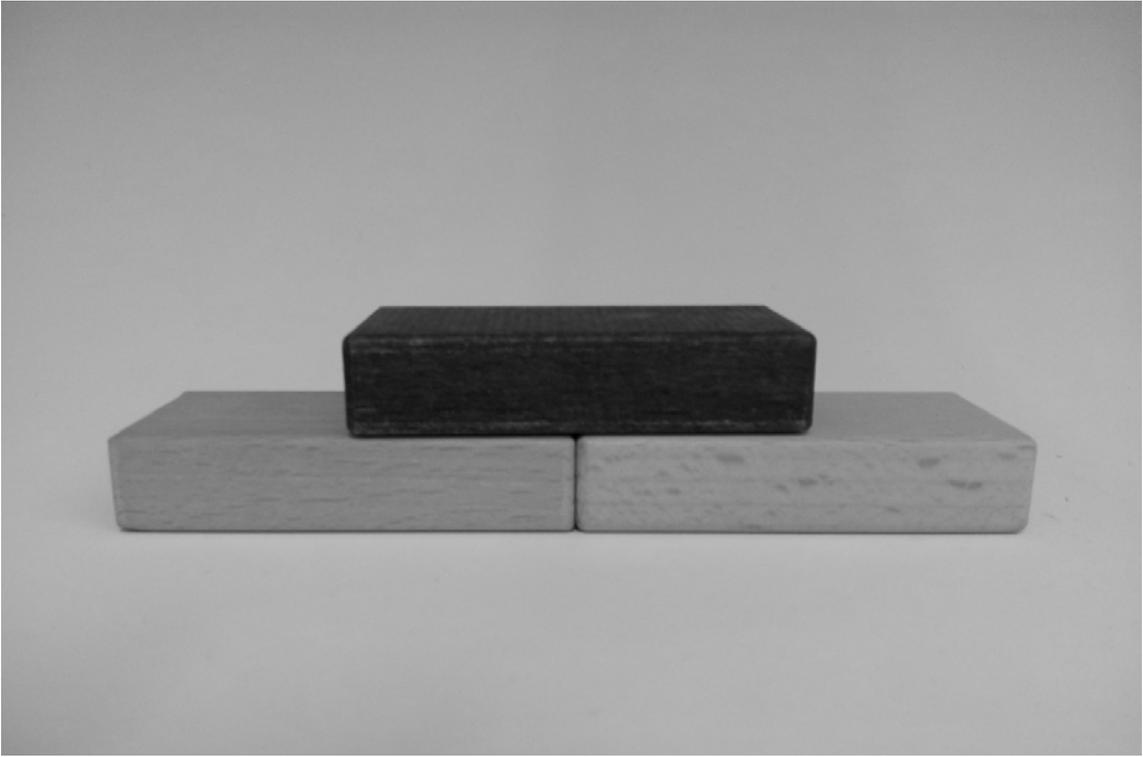


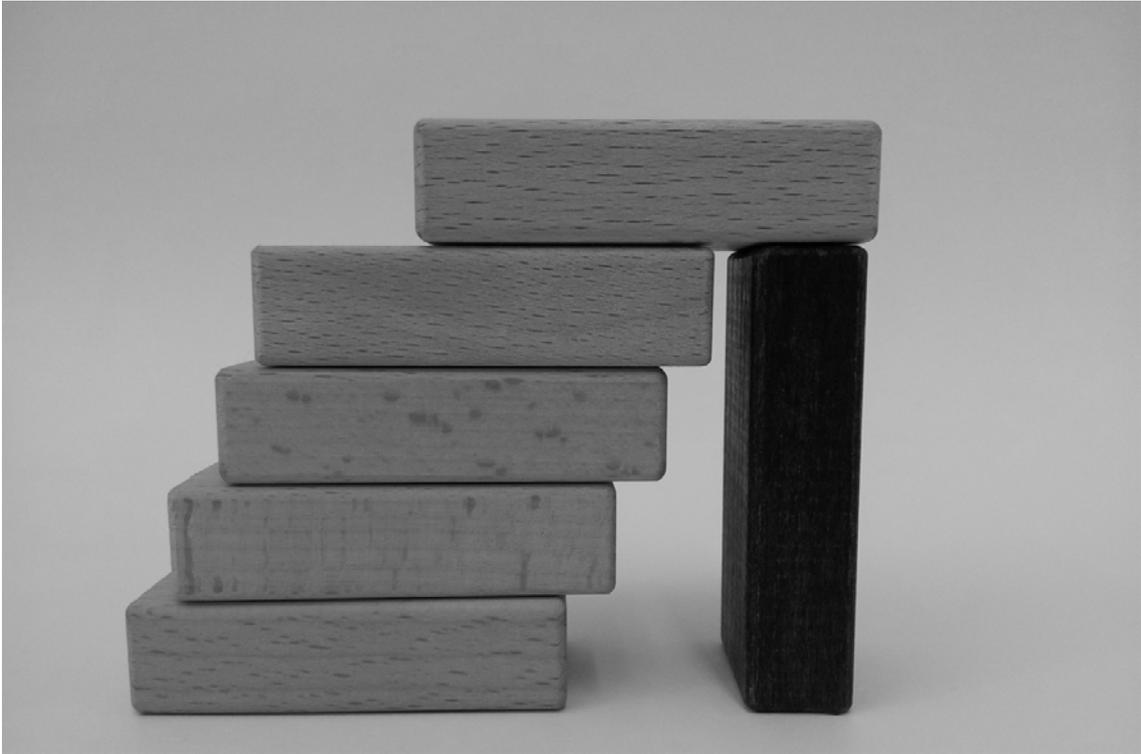


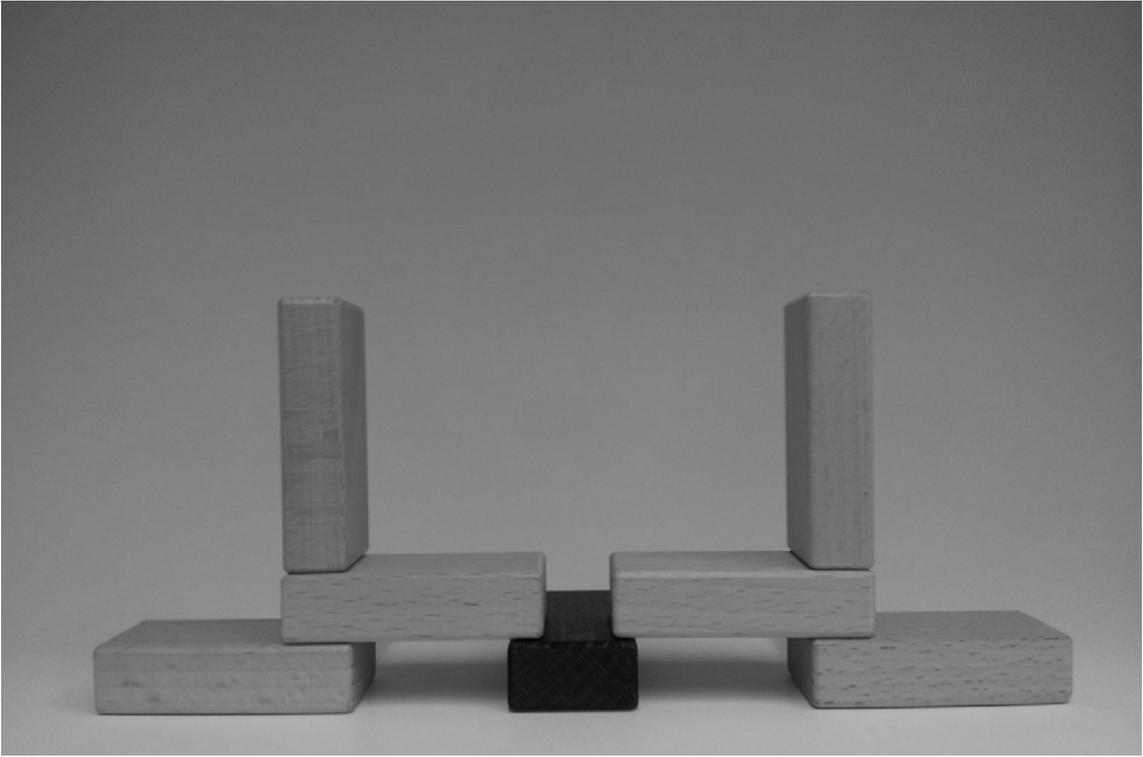






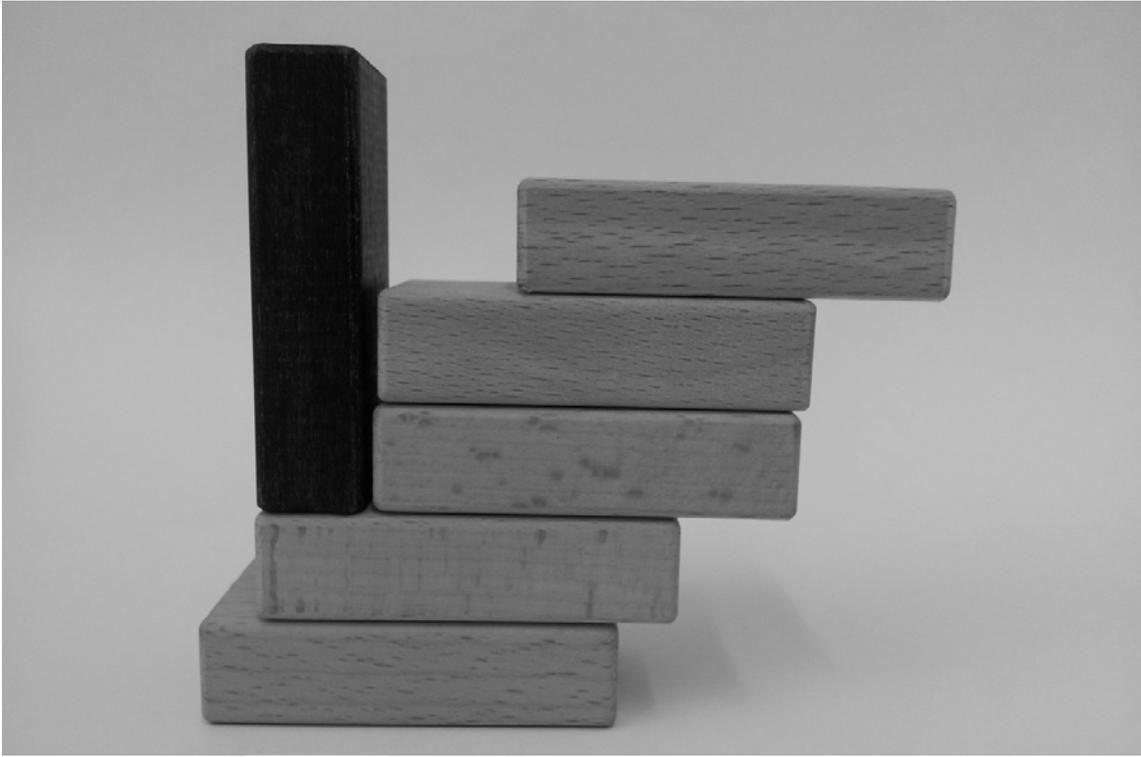


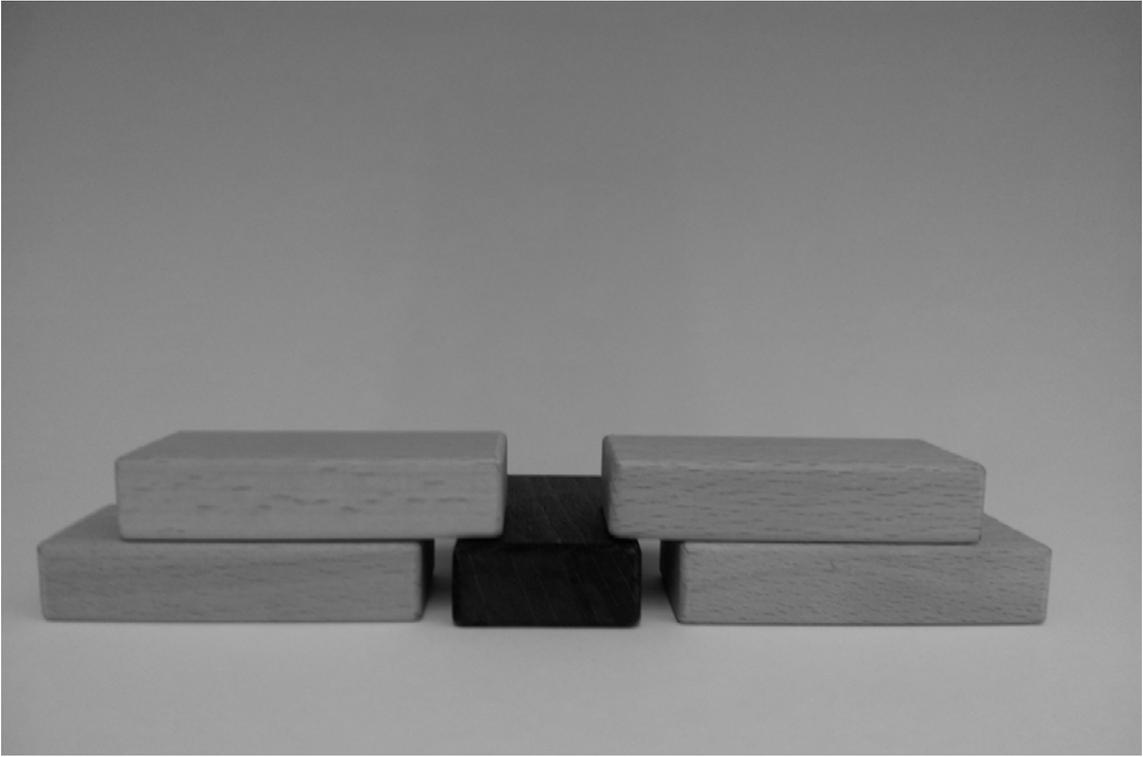


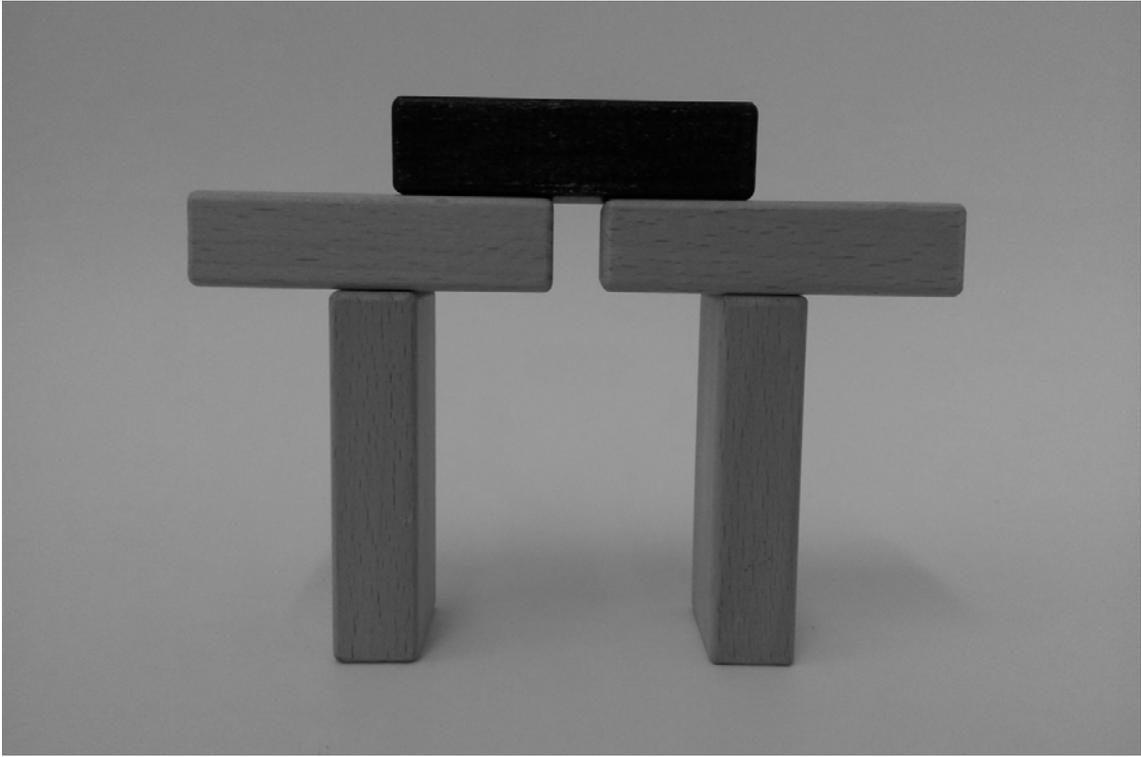


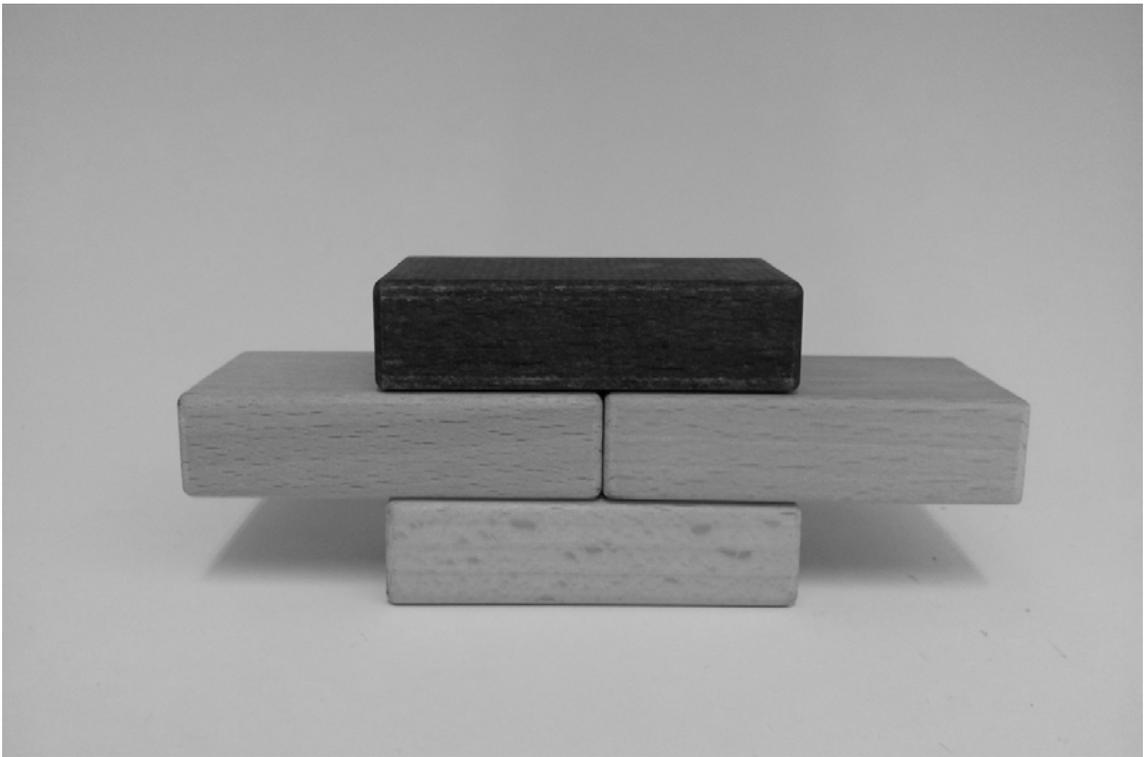


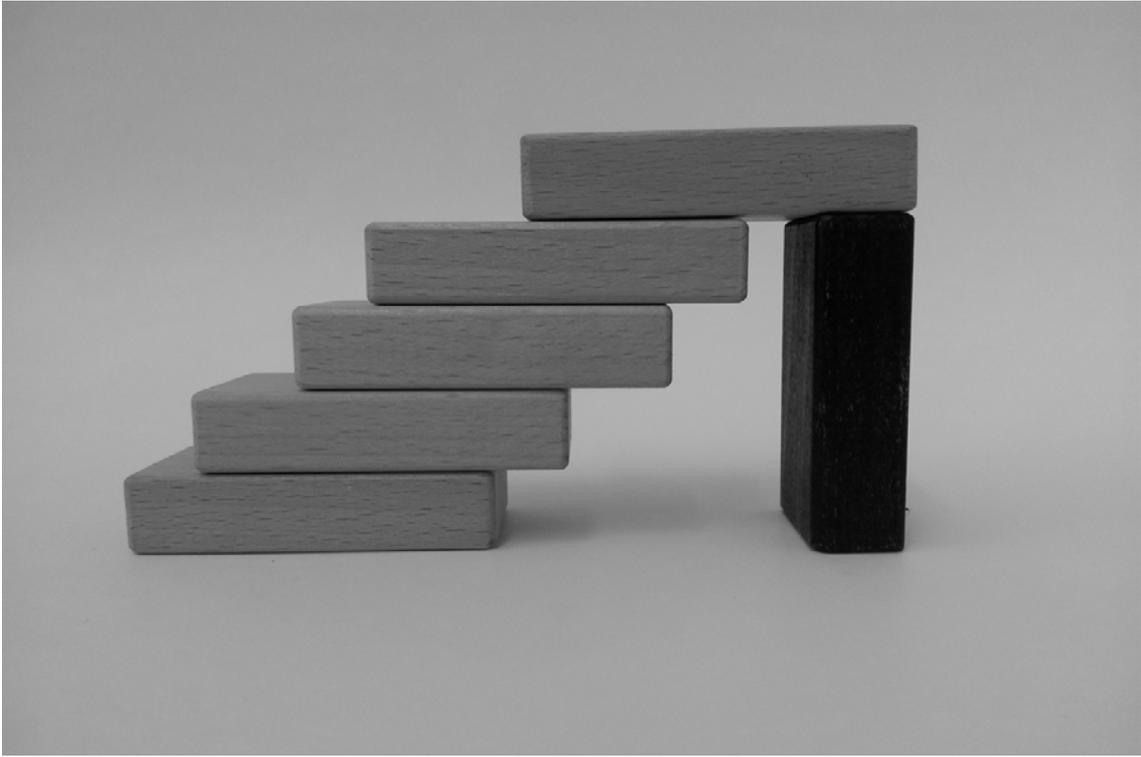


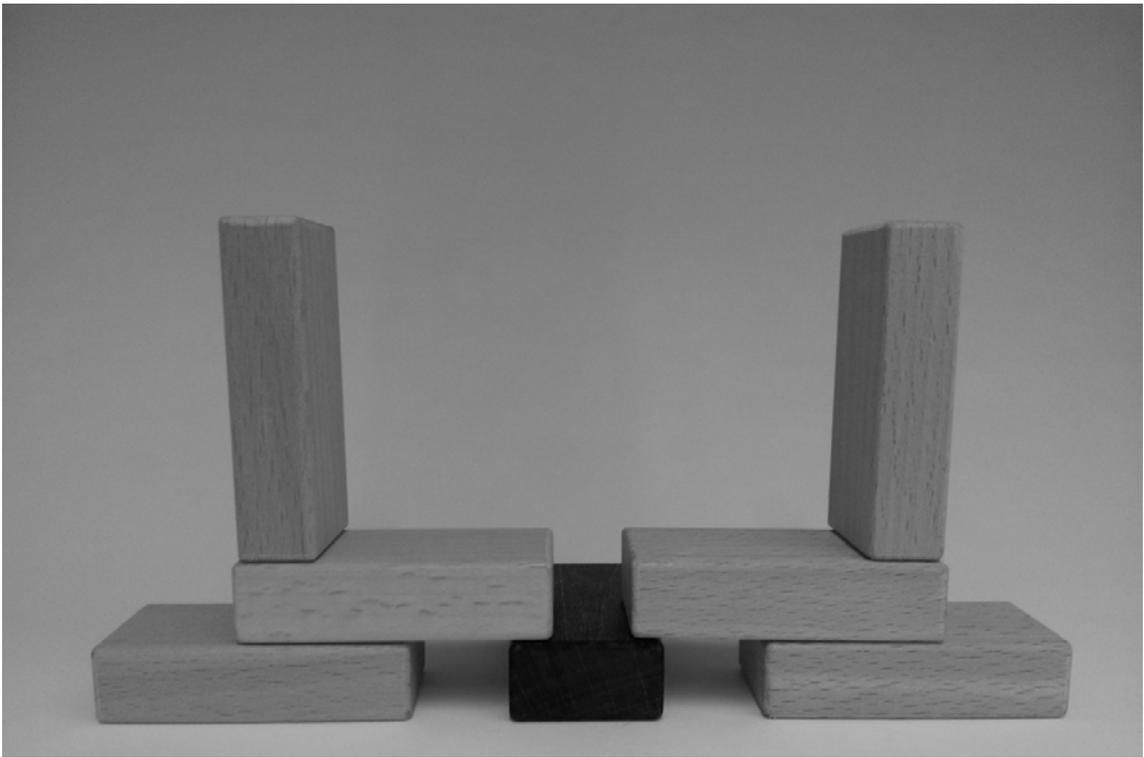


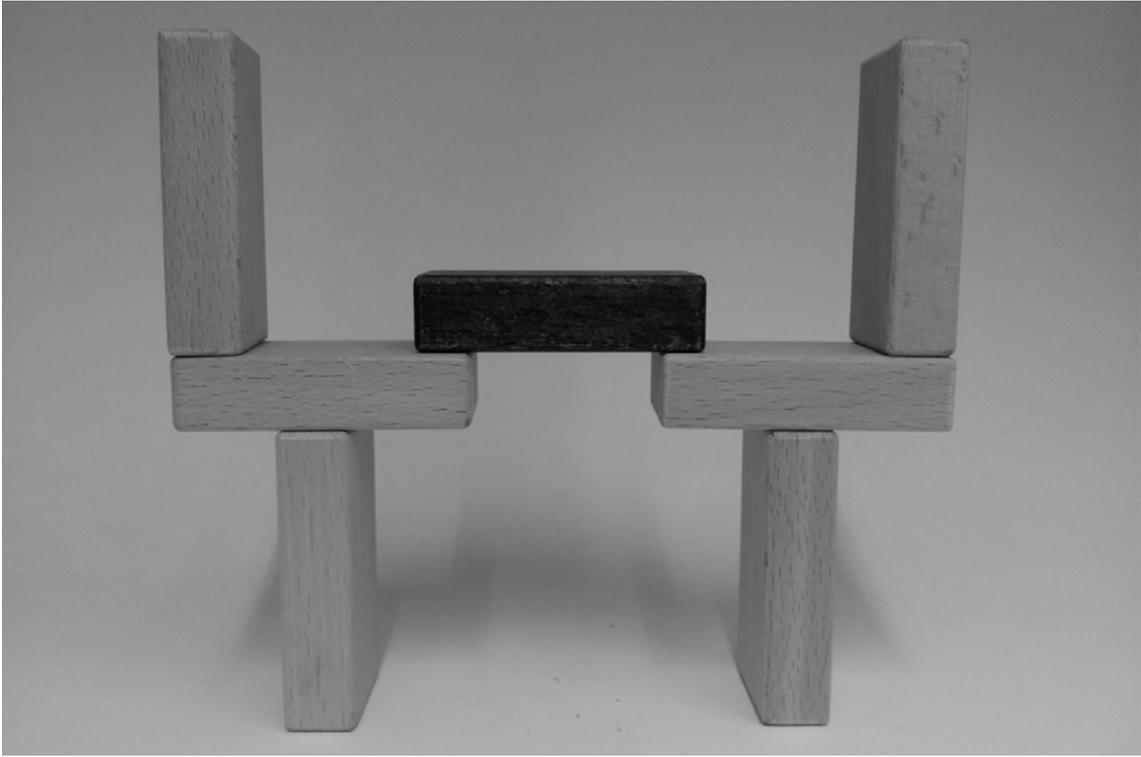




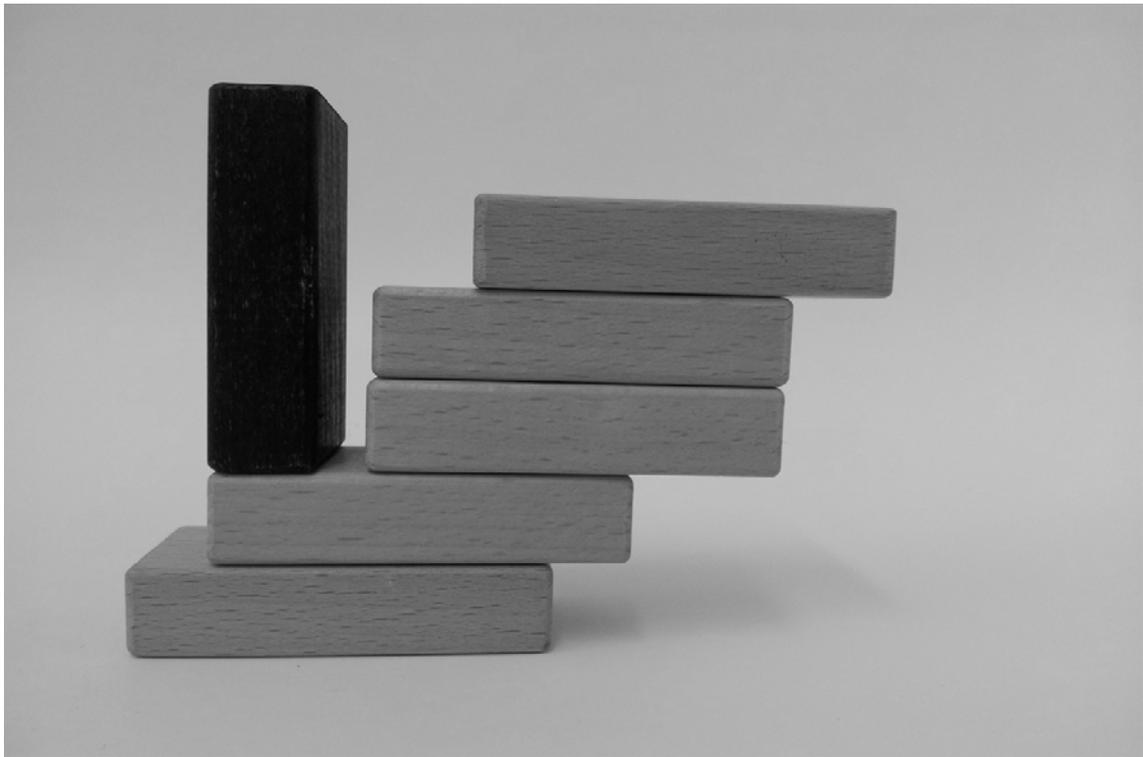


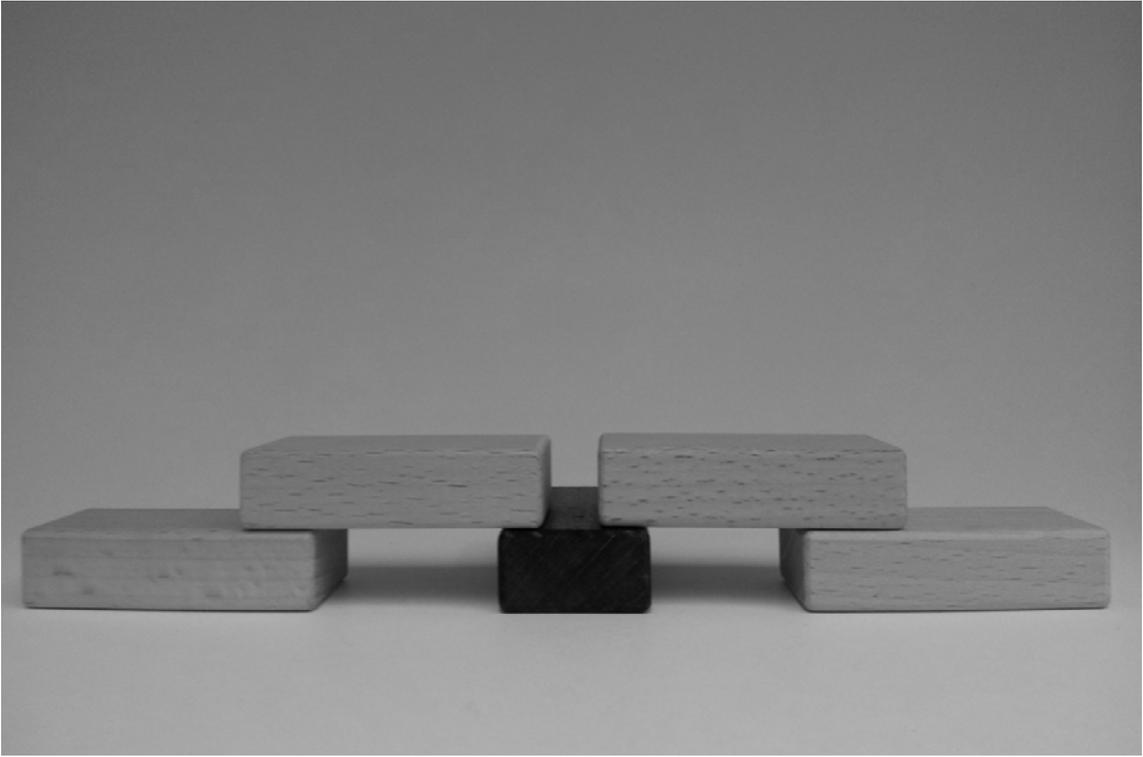


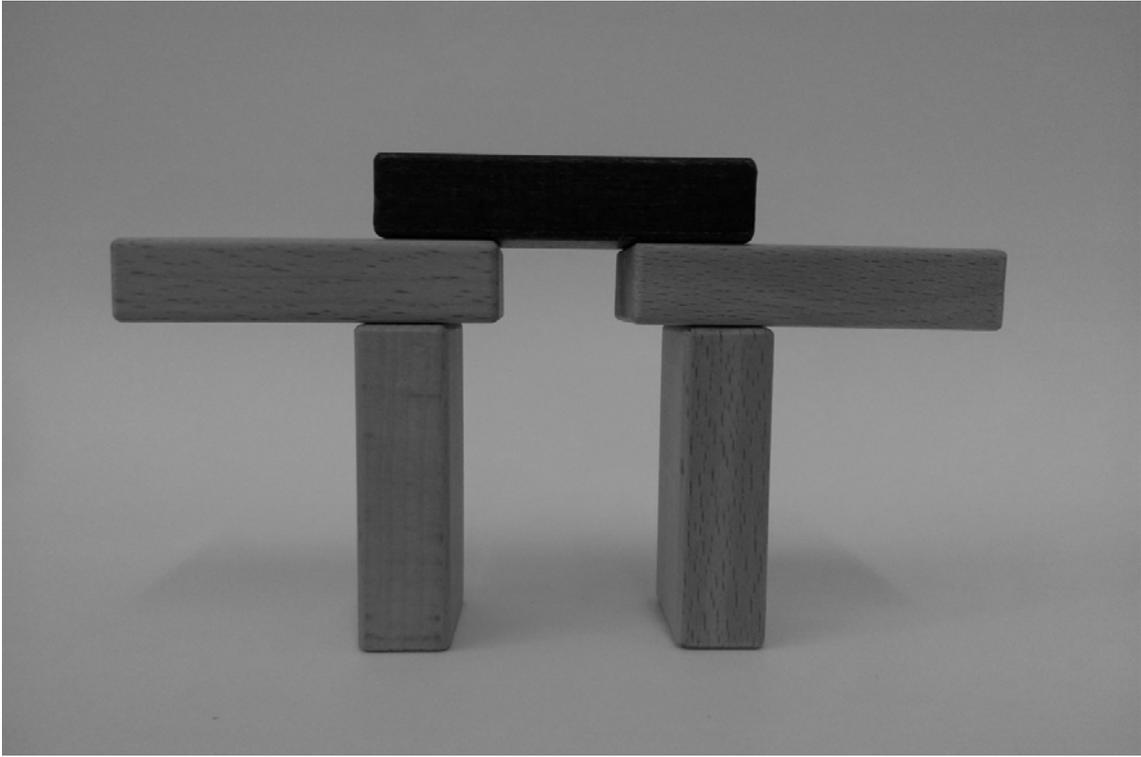




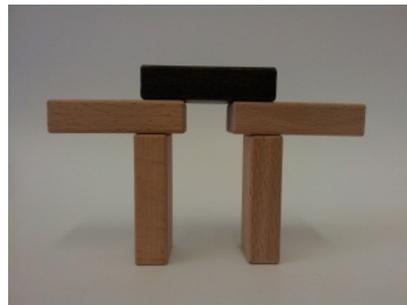
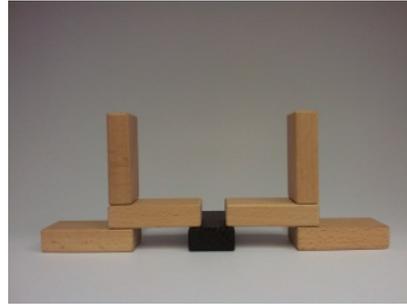
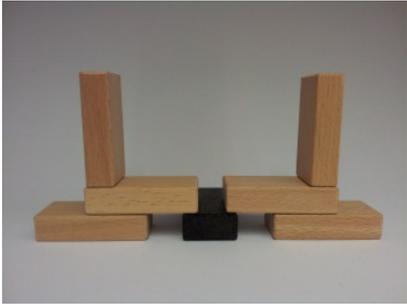
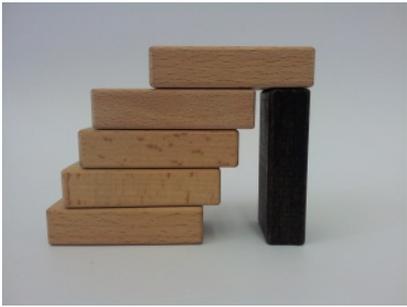






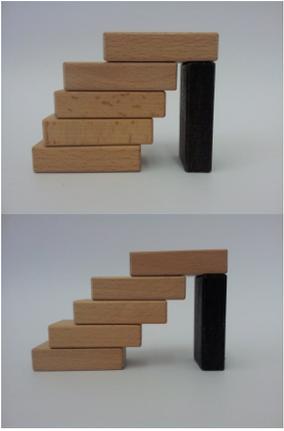


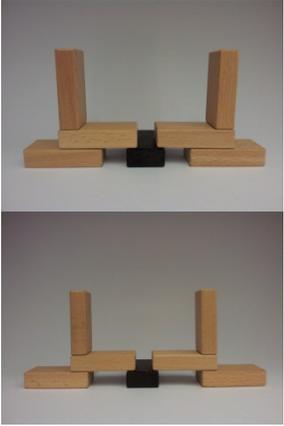
3.3 *Items der Intervention*

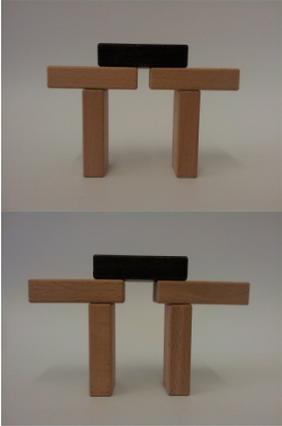


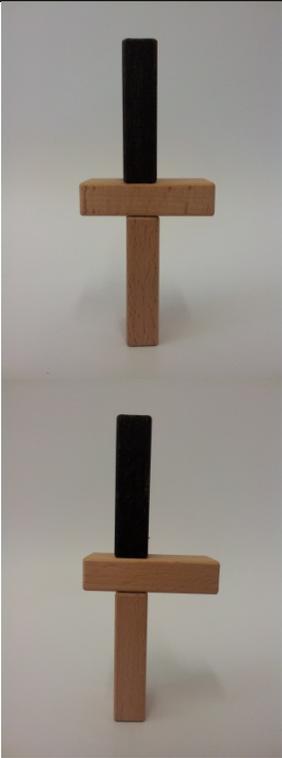
3.4 Leitfaden zur Durchführung der Intervention

Stabilität beim Bauen mit Bauklötzen: Intervention ohne gezielte sprachliche Instruktion, ohne Bild

Zeit	Ort Teilziele	Verwendetes Material	Aktivität Kinder	Aktivität Lehrperson
5'	Im Sitzkreis: Vorbauen Situation 1a/b 	5 große helle Steine 1 großer schwarzer Stein	Zuhören, Beobachten, Vergleichen, Vermuten	Schau mal her. Ich habe Bauklötze mitgebracht. <ol style="list-style-type: none"> 1. Ich stelle die Bauklötze jetzt so auf. Der schwarze Stein wird hier als Stütze genutzt. 2. Du sollst jetzt überlegen, aber nicht laut sagen: Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein ganz vorsichtig wegnehme? 3. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht. 4. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf (schwarzen Stein wieder hinstellen), damit du nochmal genau zugucken kannst, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen). <ol style="list-style-type: none"> 1. Ich verändere die Bauklötze jetzt so. Das sieht fast genauso aus, wie das erste. Guck es Dir genau an. Kannst du beschreiben, was bei dem neuen anders ist? Der schwarze Stein ist immer noch als Stütze da. 2. Du sollst jetzt überlegen, aber nicht laut sagen: Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehme? 3. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg. Du siehst, die anderen Steine brechen zusammen. Hier hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht, damit die anderen Steine so

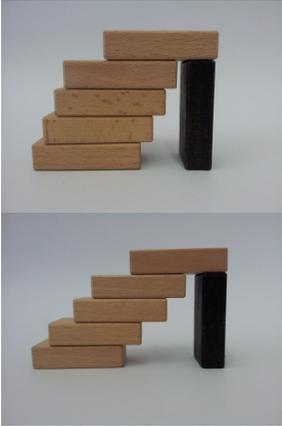
				<p>stehen bleiben.</p> <p>4. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf (alle Steine erneut hinstellen), damit du nochmal genau zugucken kannst, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen).</p>
5'	<p>Im Sitzkreis: Vorbauen Situation 2a/b</p> 	<p>6 große helle Steine 1 großer schwarzer Stein</p>	<p>Zuhören, Beobachten, Vergleichen, Vermuten</p>	<p>1. Ich stelle die Bauklötze jetzt so auf. Der schwarze Stein wird hier als Stütze genutzt.</p> <p>2. Du sollst jetzt überlegen, aber nicht laut sagen: Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein ganz vorsichtig wegnehme?</p> <p>3. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht.</p> <p>4. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf (schwarzen Stein wieder hinstellen), damit du nochmal genau zugucken kannst, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen).</p> <p>1. Ich verändere die Bauklötze jetzt so. Das sieht fast genauso aus, wie das erste. Guck es Dir genau an. Kannst du beschreiben, was bei dem neuen anders ist? Der schwarze Stein ist immer noch als Stütze da.</p> <p>2. Du sollst jetzt überlegen, aber nicht laut sagen: Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehme?</p> <p>3. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg. Du siehst, die anderen Steine brechen zusammen. Hier hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht, damit die anderen Steine so stehen bleiben.</p> <p>4. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf (alle Steine erneut hinstellen), damit du nochmal genau zugucken kannst, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen).</p>

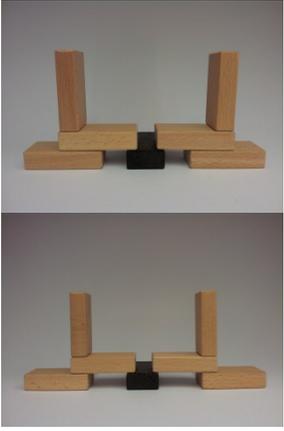
5‘	<p>Im Sitzkreis: Vorbauen Situation 3a/b</p> 	4 große helle Steine 1 großer schwarzer Stein	Zuhören, Beobachten, Vergleichen, Vermuten	<ol style="list-style-type: none"> 1. Schau mal her. Ich stelle die Bauklötze jetzt so auf. Der schwarze Stein wird hier als Gewicht gebraucht. 2. Du sollst jetzt überlegen, aber nicht laut sagen: Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein ganz vorsichtig wegnehme? 3. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht. 4. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf (schwarzen Stein wieder hinstellen), damit du nochmal genau zugucken kannst, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen). <ol style="list-style-type: none"> 1. Ich verändere die Bauklötze jetzt so. Das sieht fast genauso aus, wie das erste. Guck es Dir genau an. Kannst du beschreiben, was bei dem neuen anders ist? Der schwarze Stein ist immer noch als Gewicht da. 2. Du sollst jetzt überlegen, aber nicht laut sagen: Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehme? 3. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg. Du siehst, die anderen Steine brechen zusammen. Hier hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht. 4. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf (alle Steine erneut hinstellen), damit du nochmal genau zugucken kannst, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen).
5‘	<p>Im Sitzkreis: Kinder bauen selbst Situation 4a/b</p>	Alle Kinder bekommen ein Säckchen mit 3 hellen und einem schwarzen Bauklötzchen (klein)	Zuhören, bauen, vergleichen, vermuten	<p>Jetzt habe ich für euch alle ein kleines Säckchen mit Bausteine mitgebracht. Du bekommst jetzt eines...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ...und du sollst zuerst etwas bauen, wo der schwarze Stein als Gewicht genutzt wird. 2. Und: es soll halten, wenn du den schwarzen Stein

				<p>wegnimmst. Wenn du fertig bist, wartest du bist die anderen soweit sind. (Ggf. bei Kinder, die falsch gebaut haben, die Steine zu recht rücken: Guck mal, so ist der schwarze Stein als Gewicht da).</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Dann nehmen wir auf 3 den schwarzen Stein alle gleichzeitig weg. 1, 2, 3. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht. 4. (Wiederholung wird weggelassen) <ol style="list-style-type: none"> 1. Verändere deine Steine so, dass sie noch fast genauso aussehen. Der schwarze Stein soll noch immer als Gewicht dienen. 2. Es soll aber nicht halten, wenn du den schwarzen Stein wegnimmst. Wenn du fertig bist, wartest du bist die anderen soweit sind. (Ggf. bei Kinder, die falsch gebaut haben, die Steine zu recht rücken: Guck mal, so ist der schwarze Stein als Gewicht da). 3. Dann nehmen wir auf 3 den schwarzen Stein alle gleichzeitig weg. 1, 2, 3. Du siehst, die anderen Steine brechen zusammen. Hier hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht. 4. (Wiederholung wird weggelassen)
5'	<p>Im Sitzkreis: Kinder bauen selbst Situation 5a/b</p> 	<p>Alle Kinder bekommen ein Säckchen mit 3 hellen und einem schwarzen Bauklötzchen (klein)</p>	<p>Zuhören, bauen, vergleichen, vermuten</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jetzt sollst du etwas bauen, wo der schwarze Stein als Stütze da ist. 2. Es soll halten, wenn du den schwarzen Stein wegnimmst. Wenn du fertig bist, wartest du bist die anderen soweit sind. (Ggf. bei Kinder, die falsch gebaut haben, die Steine zu recht rücken: Guck mal, so ist der schwarze Stein als Stütze da). 3. Dann nehmen wir auf 3 den schwarzen Stein alle gleichzeitig weg. 1, 2, 3. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht.

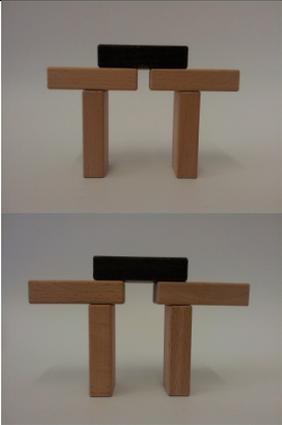
				<p>4. (Wiederholung wird weggelassen)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verändere deine Steine so, dass sie fast genauso aussehen. Der schwarze Stein ist immer noch als Stütze da. 2. Es soll aber nicht halten, wenn du den schwarzen Stein wegnimmst. Wenn du fertig bist, wartest du bist die anderen soweit sind. (Ggf. bei Kinder, die falsch gebaut haben, die Steine zu recht rücken: Guck mal, so steht es auf dem Bild). 3. Dann nehmen wir auf 3 den schwarzen Stein alle gleichzeitig weg. 1, 2, 3. Du siehst, auch hier bleiben die Steine so stehen. Hier hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht. 4. (Wiederholung wird weggelassen)
			Zuhören	So, das hast du gut gemacht. Jetzt sind wir hier schon fertig.

Stabilität beim Bauen mit Bauklötzen: Intervention mit gezielter sprachlicher Instruktion, ohne Bild

Zeit	Ort Teilziele	Verwendetes Material	Aktivität Kinder	Aktivität Lehrperson
5'	<p>Im Sitzkreis: Vorbauen Situation 1a/b</p> 	<p>5 große helle Steine 1 großer schwarzer Stein</p>	<p>Zuhören, Beobachten, Vergleichen, Vermuten</p>	<p>Schau mal her.</p> <p>5. Ich habe auch Bauklötze mitgebracht. Manche von euch kennen das schon, aber nicht alle. Ich stelle die Bauklötze jetzt so auf. Der schwarze Stein wird hier als Stütze genutzt. Es sieht ein bisschen aus wie eine Treppe.</p> <p>6. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein ganz vorsichtig wegnehme? (Kinder antworten)</p> <p>7. Und Warum? (Kinder antworten)</p> <p>8. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg.</p> <p>9. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht.</p> <p>10. Die Bauklötze sind alle in diese Richtung verschoben und stehen ein bisschen über, aber nur ein bisschen. Aber die Bauklötze berühren sich immer noch sehr viel. Daher bleibt das Gebaute auch ohne den schwarzen Stein als Stütze stehen.</p> <p>11. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf (schwarzen Stein wieder hinstellen). Auch hier siehst du sie sind ein bisschen in die Richtung verschoben (zeigen), berühren sich aber noch sehr viel. Jetzt kannst du nochmal genau zugucken, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen).</p> <p>5. Ich verändere die Bauklötze jetzt so. Das sieht fast genauso aus, wie das erste. Guck es Dir genau an. Kannst du beschreiben, was bei dem Neuen anders ist? Der schwarze Stein ist immer noch als Stütze da. Es sieht immer noch ein bisschen aus wie</p>

				<p>eine Treppe, die Bauklötze sind jetzt aber weiter verschoben als eben und berühren sich weniger.</p> <p>6. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehme? (Kinder antworten)</p> <p>7. Und Warum? (Kinder antworten)</p> <p>8. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg.</p> <p>9. Du siehst, die anderen Steine brechen zusammen. Hier hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht, damit die anderen Steine so stehen bleiben.</p> <p>10. Die Bauklötze sind alle in diese Richtung verschoben und stehen über und sie berühren sich weniger. Daher bricht das Gebaute ohne den schwarzen Stein als Stütze stehen zusammen.</p> <p>11. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf (alle Steine erneut hinstellen), damit du nochmal genau zugucken kannst, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen).</p>
5'	<p>Im Sitzkreis: Vorbauen Situation 2a/b</p> 	6 große helle Steine 1 großer schwarzer Stein	Zuhören, Beobachten, Vergleichen, Vermuten	<p>1. Ich stelle die Bauklötze jetzt so auf. Der schwarze Stein wird hier als Stütze genutzt.</p> <p>2. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein ganz vorsichtig wegnehme? (Kinder antworten)</p> <p>3. Und Warum? (Kinder antworten)</p> <p>4. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg.</p> <p>5. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht.</p> <p>6. Dieser Bauklotz (auf liegenden Bauklotz zeigen) ist in diese Richtung verschoben und steht ein bisschen über, aber nur ein bisschen. Die Bauklötze berühren sich immer noch sehr viel und hier steht jeweils oben auch noch ein Stein, der darauf drückt. Daher bleibt das Gebaute auch ohne den schwarzen Stein als Stütze stehen.</p>

				<p>7. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf (schwarzen Stein wieder hinstellen). Auch hier siehst du dieser (Bauklotz zeigen) ist ein bisschen in die Richtung verschoben (zeigen), er berührt den Klotz darunter aber noch sehr viel. Jetzt kannst du nochmal genau zugucken, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen).</p> <p>1. Ich verändere die Bauklötze jetzt so. Das sieht fast genauso aus, wie das erste. Guck es Dir genau an. Kannst du beschreiben, was bei dem Neuen anders ist? Der schwarze Stein ist immer noch als Stütze da.</p> <p>2. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehme? (Kinder antworten)</p> <p>3. Und Warum? (Kinder antworten)</p> <p>4. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg.</p> <p>5. Du siehst, die anderen Steine brechen zusammen. Hier hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht, damit die anderen Steine so stehen bleiben. Dieser Bauklotz ist in diese Richtung verschoben und steht über und berührt den Klotz darunter weniger und hier steht jeweils oben auch noch ein Stein, der darauf drückt. Der ist aber nicht schwer genug. Daher bricht das Gebaute ohne den schwarzen Stein als Stütze stehen zusammen.</p> <p>6. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf (alle Steine erneut hinstellen), damit du nochmal genau zugucken kannst, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen).</p>
5‘	Im Sitzkreis: Vorbauen Situation 3a/b	4 große helle Steine 1 großer schwarzer Stein	Zuhören, Beobachten, Vergleichen, Vermuten	<p>1. Ich stelle die Bauklötze jetzt so auf. Der schwarze Stein wird hier als Gewicht genutzt.</p> <p>2. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein ganz vorsichtig wegnehme? (Kinder antworten)</p> <p>3. Und Warum? (Kinder antworten)</p>

				<ol style="list-style-type: none"> 4. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg. 5. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht. 6. Die Bauklötze hier (auf liegende Bauklötze zeigen) liegen mittig auf dem Stein darunter. Auf beiden Seiten ist also genau gleich viel. Hier so viel wie hier (zeigen). Daher bleibt das Gebaute auch ohne den schwarzen Stein als Gewicht stehen. 7. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf (schwarzen Stein wieder hinstellen). Jetzt kannst du nochmal genau zugucken, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen). <ol style="list-style-type: none"> 1. Ich verändere die Bauklötze jetzt so. Das sieht fast genauso aus, wie das erste. Guck es Dir genau an. Kannst du beschreiben, was bei dem Neuen anders ist? Der schwarze Stein ist immer noch als Gewicht da. Diese beiden Bauklötze sind aber nicht mehr mittig, sondern versetzt gelegt. Auf dieser Seite ist jetzt mehr als auf dieser Seite von dem Stein. 2. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehme? (Kinder antworten) 3. Und Warum? (Kinder antworten) 4. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg. 5. Du siehst, die anderen Steine brechen zusammen. Hier hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht, damit die anderen Steine so stehen bleiben. 6. Diese beiden Bauklötze sind nicht mittig sondern versetzt gelegt und der schwarze Stein drückt hier drauf. Nur wegen ihm hält es. 7. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf (alle Steine erneut hinstellen), damit du nochmal genau zugucken kannst,
--	---	--	--	---

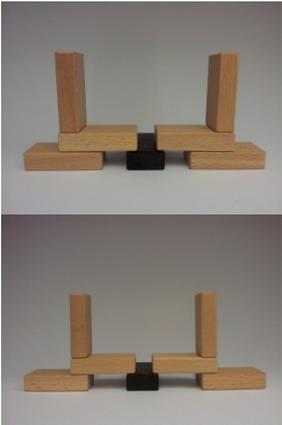
				was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen).
5'	Im Sitzkreis: Kinder bauen selbst Situation 4a/b	Alle Kinder bekommen ein Säckchen mit 3 hellen und einem schwarzen Bauklötzchen (klein)	Zuhören, bauen, vergleichen, vermuten	<p>Jetzt habe ich für euch alle ein kleines Säckchen mit Bausteine mitgebracht. Du bekommst jetzt eines...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ...und du sollst zuerst etwas bauen, wo der schwarze Stein als Gewicht genutzt wird. 2. Und: es soll halten, wenn du den schwarzen Stein wegnimmst. Wenn du fertig bist, wartest du bist die anderen soweit sind. (Ggf. bei Kinder, die falsch gebaut haben, die Steine zu recht rücken: Guck mal, so ist der schwarze Stein als Gewicht da). 3. Und warum hält das jetzt? (Kinder antworten) 4. Dann nehmen wir auf 3 den schwarzen Stein alle gleichzeitig weg. 1, 2, 3. 5. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht. 6. Fachinfo beispielhaft für ein Gebautes der Kinder geben. 7. (Wiederholung wird weggelassen) <ol style="list-style-type: none"> 1. Verändere deine Steine so, dass sie noch fast genauso aussehen. Der schwarze Stein soll noch immer als Gewicht dienen. 2. Es soll aber nicht halten, wenn du den schwarzen Stein wegnimmst. Wenn du fertig bist, wartest du bist die anderen soweit sind. (Ggf. bei Kinder, die falsch gebaut haben, die Steine zu recht rücken: Guck mal, so ist der schwarze Stein als Gewicht da). 3. Und warum hält das jetzt nicht mehr, wenn ich den schwarzen Stein wegnehme? (Kinder antworten) 4. Dann nehmen wir auf 3 den schwarzen Stein alle gleichzeitig

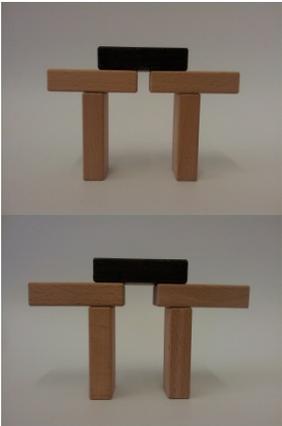
				<p>weg. 1, 2, 3. Du siehst, die anderen Steine brechen zusammen.</p> <p>5. Du siehst, die anderen Steine gehen kaputt. Hier hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht.</p> <p>6. Fachinfo beispielhaft für ein Gebautes der Kinder geben.</p> <p>7. (Wiederholung wird weggelassen)</p>
5'	<p>Im Sitzkreis: Kinder bauen selbst Situation 5a/b</p>	<p>Alle Kinder bekommen ein Säckchen mit 3 hellen und einem schwarzen Bauklötzchen (klein)</p>	<p>Zuhören, bauen, vergleichen, vermuten</p>	<p>1. Du sollst jetzt noch etwas bauen, wo der schwarze Stein als Stütze genutzt wird.</p> <p>2. Und: es soll halten, wenn du den schwarzen Stein wegnimmst. Wenn du fertig bist, wartest du bist die anderen soweit sind. (Ggf. bei Kinder, die falsch gebaut haben, die Steine zu recht rücken: Guck mal, so ist der schwarze Stein als Stütze da).</p> <p>3. Und warum hält das jetzt? (Kinder antworten)</p> <p>4. Dann nehmen wir auf 3 den schwarzen Stein alle gleichzeitig weg. 1, 2, 3.</p> <p>5. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht.</p> <p>6. Fachinfo beispielhaft für ein Gebautes der Kinder geben.</p> <p>7. (Wiederholung wird weggelassen)</p> <p>1. Verändere deine Steine so, dass sie noch fast genauso aussehen. Der schwarze Stein soll noch immer als Stütze dienen.</p> <p>2. Es soll aber nicht halten, wenn du den schwarzen Stein wegnimmst. Wenn du fertig bist, wartest du bist die anderen soweit sind. (Ggf. bei Kinder, die falsch gebaut haben, die Steine zu recht rücken: Guck mal, so ist der schwarze Stein als Stütze da).</p> <p>3. Und warum hält das jetzt nicht mehr, wenn ich den schwarzen Stein wegnehme? (Kinder antworten)</p> <p>4. Dann nehmen wir auf 3 den schwarzen Stein alle gleichzeitig weg. 1, 2, 3. Du siehst, die anderen Steine brechen zusammen.</p>

				<p>5. Du siehst, die anderen Steine gehen kaputt. Hier hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht.</p> <p>6. Fachinfo beispielhaft für ein Gebautes der Kinder geben.</p> <p>7. (Wiederholung wird weggelassen)</p>
			Zuhören	So, das hast du gut gemacht. Jetzt sind wir hier schon fertig.

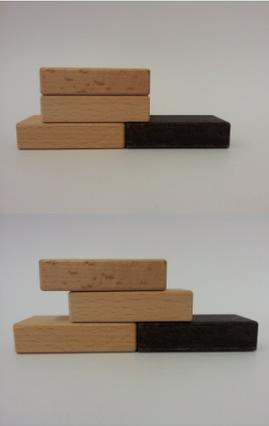
Stabilität beim Bauen mit Bauklötzen: Intervention ohne gezielte sprachliche Instruktion, mit Bild

Zeit	Ort Teilziele	Verwendetes Material	Aktivität Kinder	Aktivität Lehrperson
5'	<p>Im Sitzkreis: Vorbauen Situation 1a/b</p> 	<p>5 große helle Steine 1 großer schwarzer Stein</p> <p>Bild 1a Bild 1b</p>	<p>Zuhören, Beobachten, Vergleichen, Vermuten</p>	<p>Schau mal her. Ich habe Bauklötze mitgebracht.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ich habe hier ein Bild (1a) mitgebracht. Manche von euch kennen das schon, aber nicht alle. Kannst du das Bild beschreiben? Der schwarze Stein wird hier als Stütze genutzt. 2. Ich stelle die Bauklötze jetzt so auf, wie sie auf dem Bild (1a) zu sehen sind. 3. Du sollst jetzt überlegen, aber nicht laut sagen: Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein ganz vorsichtig wegnehme? 4. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht. 5. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf wie auf dem Bild (schwarzen Stein wieder hinstellen), damit du nochmal genau zugucken kannst, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen). <ol style="list-style-type: none"> 1. Dann habe ich noch ein Bild (1b) mitgebracht. Das sieht fast genauso aus, wie das erste. Guck Dir die Bilder genau an. Kannst du beschreiben, was bei dem neuen Bild anders ist? 2. Ich verändere die Bauklötze jetzt so, dass sie genauso aussehen wie auf dem Bild (1b). Der schwarze Stein ist immer noch als Stütze da. 3. Du sollst jetzt überlegen, aber nicht laut sagen: Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehme?

				<ol style="list-style-type: none"> 4. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg. Du siehst, die anderen Steine brechen zusammen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht, damit die anderen Steine so stehen bleiben. 5. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf wie auf dem Bild (alle Steine erneut hinstellen), damit du nochmal genau zugucken kannst, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen).
5'	<p>Im Sitzkreis: Vorbauen Situation 2a/b</p> 	<p>6 große helle Steine 1 großer schwarzer Stein</p> <p>Bild 2a Bild 2b</p>	<p>Zuhören, Beobachten, Vergleichen, Vermuten</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Schau mal her. Ich habe hier noch ein Bild (2a) mitgebracht. Kannst du das Bild beschreiben? Der schwarze Stein wird hier als Stütze genutzt. 2. Ich stelle die Bauklötze jetzt so auf, wie sie auf dem Bild (2a) zu sehen sind. 3. Du sollst jetzt überlegen, aber nicht laut sagen: Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein ganz vorsichtig wegnehme? 4. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht. 5. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf wie auf dem Bild (schwarzen Stein wieder hinstellen), damit du nochmal genau zugucken kannst, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen). <ol style="list-style-type: none"> 1. Dann habe ich noch ein Bild (2b) mitgebracht. Das sieht fast genauso aus, wie das erste. Guck Dir die Bilder genau an. Kannst du beschreiben, was bei dem neuen Bild anders ist? 2. Ich verändere die Bauklötze jetzt so, dass sie genauso aussehen wie auf dem Bild (2b). Der schwarze Stein ist immer noch als

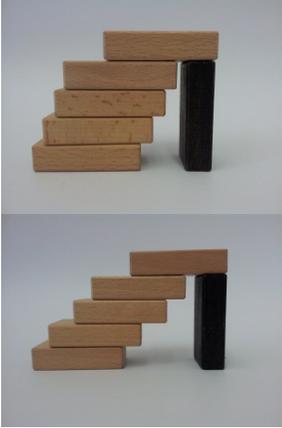
				<p>Stütze da.</p> <ol style="list-style-type: none"> Du sollst jetzt überlegen, aber nicht laut sagen: Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehme? Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg. Du siehst, die anderen Steine brechen zusammen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht, damit die anderen Steine so stehen bleiben. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf wie auf dem Bild (alle Steine erneut hinstellen), damit du nochmal genau zugucken kannst, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen).
5'	<p>Im Sitzkreis: Vorbauen Situation 3a/b</p> 	<p>4 große helle Steine 1 großer schwarzer Stein</p> <p>Bild 3a Bild 3b</p>	<p>Zuhören, Beobachten, Vergleichen, Vermuten</p>	<ol style="list-style-type: none"> Schau mal her. Ich habe noch ein Bild (3a) mitgebracht. Kannst du das Bild beschreiben? Der schwarze Stein wird hier als Gewicht gebraucht. Ich stelle die Bauklötze jetzt so auf, wie sie auf dem Bild (3a) zu sehen sind. Du sollst jetzt überlegen, aber nicht laut sagen: Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein ganz vorsichtig wegnehme? Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf (schwarzen Stein wieder hinstellen), damit du nochmal genau zugucken kannst, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen). <ol style="list-style-type: none"> Dann habe ich noch ein Bild (3b) mitgebracht. Das sieht fast genauso aus, wie das erste. Guck Dir die Bilder genau an. Kannst du beschreiben, was bei dem neuen Bild anders ist?

				<ol style="list-style-type: none"> 2. Ich verändere die Bauklötze jetzt so, dass sie genauso aussehen wie auf dem Bild (3b). Der schwarze Stein ist immer noch als Gewicht da. 3. Du sollst jetzt überlegen, aber nicht laut sagen: Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehme? 4. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg. Du siehst, die anderen Steine brechen zusammen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht. 5. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf wie auf dem Bild (alle Steine erneut hinstellen), damit du nochmal genau zugucken kannst, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen).
5'	<p>Im Sitzkreis: Kinder bauen selbst Situation 4a/b</p> 	<p>Alle Kinder bekommen ein Säckchen mit 3 hellen und einem schwarzen Bauklötzchen (klein)</p>	<p>Zuhören, bauen, vergleichen, vermuten</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jetzt habe ich für euch alle ein kleines Säckchen mit Bausteine mitgebracht. Du bekommst jetzt eines... 2. ...und sollst zuerst dieses Bild (4a) nachbauen. Wenn du fertig bist, wartest du bist die anderen soweit sind. (Ggf. bei Kinder, die falsch gebaut haben, die Steine zu recht rücken: Guck mal, so steht es auf dem Bild). 3. Du sollst jetzt überlegen, aber nicht laut sagen: Was glaubst du passiert, wenn wir den schwarzen Stein wegnehmen. 4. Dann nehmen wir auf 3 den schwarzen Stein alle gleichzeitig weg. 1, 2, 3. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht. 5. (Wiederholung wird weggelassen) <ol style="list-style-type: none"> 1. Dann habe ich hier noch ein Bild (4b), das sieht fast genauso aus. 2. Verändere deine Steine so, dass sie aussehen, wie auf diesem Bild (4b). Wenn du fertig bist, wartest du bist die anderen

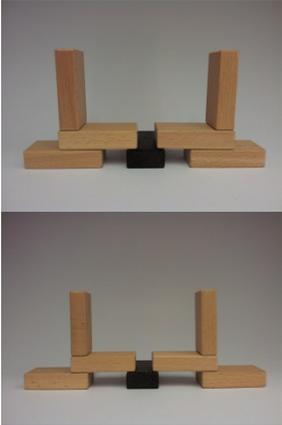
				<p>soweit sind. (Ggf. bei Kinder, die falsch gebaut haben, die Steine zu recht rücken: Guck mal, so steht es auf dem Bild).</p> <ol style="list-style-type: none"> Du sollst jetzt überlegen, aber nicht laut sagen: Was glaubst du passiert, wenn wir den schwarzen Stein wegnehmen. Dann nehmen wir auf 3 den schwarzen Stein alle gleichzeitig weg. 1, 2, 3. Du siehst, die anderen Steine brechen zusammen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht. (Wiederholung wird weggelassen)
5'	<p>Im Sitzkreis: Kinder bauen selbst Situation 5a/b</p> 	<p>Alle Kinder bekommen ein Säckchen mit 3 hellen und einem schwarzen Bauklötzchen (klein)</p>	<p>Zuhören, bauen, vergleichen, vermuten</p>	<ol style="list-style-type: none"> Hier ist ein anderes Bild (5a). Baue es nach. Wenn du fertig bist, wartest du bist die anderen soweit sind. (Ggf. bei Kinder, die falsch gebaut haben, die Steine zu recht rücken: Guck mal, so steht es auf dem Bild). Du sollst jetzt überlegen, aber nicht laut sagen: Was glaubst du passiert, wenn wir den schwarzen Stein wegnehmen. Dann nehmen wir auf 3 den schwarzen Stein alle gleichzeitig weg. 1, 2, 3. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht. (Wiederholung wird weggelassen) <ol style="list-style-type: none"> Dann habe ich hier noch ein Bild (5b), das sieht fast genauso aus. Verändere deine Steine so, dass sie aussehen, wie auf diesem Bild (5b). Wenn du fertig bist, wartest du bist die anderen soweit sind. (Ggf. bei Kinder, die falsch gebaut haben, die Steine zu recht rücken: Guck mal, so steht es auf dem Bild). Du sollst jetzt überlegen, aber nicht laut sagen: Was glaubst du passiert, wenn wir den schwarzen Stein wegnehmen. Dann nehmen wir auf 3 den schwarzen Stein alle gleichzeitig

				weg. 1, 2, 3. Du siehst, auch hier bleiben die Steine so stehen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht. 5. (Wiederholung wird weggelassen)
			Zuhören	So, das hast du gut gemacht. Jetzt sind wir hier schon fertig.

Stabilität beim Bauen mit Bauklötzen: Intervention mit gezielter sprachlicher Instruktion, mit Bild

Zeit	Ort Teilziele	Verwendetes Material	Aktivität Kinder	Aktivität Lehrperson
optional 2'	Im Sitzkreis: Regeln einführen	Regelbilder (laminiert): sprechen (grün) flüstern (gelb) still sein (rot)	Zuhören	Schau einmal her. Du kennst ja die Ampel. Bei mir gelten folgende Regeln, die du hier auch auf dem Bild siehst <ul style="list-style-type: none"> • Wenn du das grüne Bild siehst, dann darfst du sprechen. • Wenn du das gelbe Bild siehst, darfst du nur leise flüstern. • Wenn du das rote Bild siehst, darfst du nur ganz still sein. Jetzt hänge ich das rote Bild auf, du sollst also erstmal nicht sprechen, sondern gut zuhören.
5'	Im Sitzkreis: Vorbauen Situation 1a/b 	5 große helle Steine 1 großer schwarzer Stein Bild 1a Bild 1b	Zuhören, Beobachten, Vergleichen, Vermuten	Schau mal her. <ol style="list-style-type: none"> 1. Ich habe hier ein Bild (1a) mitgebracht. Manche von euch kennen das schon, aber nicht alle. Kannst du das Bild beschreiben? Der schwarze Stein wird hier als Stütze genutzt. Es sieht ein bisschen aus wie eine Treppe. 2. Ich habe auch Bauklötze mitgebracht. Ich stelle die Bauklötze jetzt so auf, wie sie auf dem Bild (1a) zu sehen sind. 3. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein ganz vorsichtig wegnehme? (Kinder antworten) 4. Und Warum? (Kinder antworten) 5. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg. 6. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht. 7. Die Bauklötze sind alle in diese Richtung verschoben und stehen ein bisschen über, aber nur ein bisschen. Aber die Bauklötze berühren sich immer noch sehr viel. Daher bleibt das Gebaute auch ohne den schwarzen Stein als Stütze stehen.

				<p>8. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf wie auf dem Bild (schwarzen Stein wieder hinstellen). Auch hier siehst du sie sind ein bisschen in die Richtung verschoben (zeigen), berühren sich aber noch sehr viel. Jetzt kannst du nochmal genau zugucken, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen).</p> <p>1. Dann habe ich noch ein Bild (1b) mitgebracht. Das sieht fast genauso aus, wie das erste. Guck Dir die Bilder genau an. Kannst du beschreiben, was bei dem neuen Bild anders ist?</p> <p>2. Ich verändere die Bauklötze jetzt so, dass sie genauso aussehen wie auf dem Bild (1b). Der schwarze Stein ist immer noch als Stütze da. Es sieht immer noch ein bisschen aus wie eine Treppe, die Bauklötze sind jetzt aber weiter verschoben als eben und berühren sich weniger.</p> <p>3. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehme? (Kinder antworten)</p> <p>4. Und Warum? (Kinder antworten)</p> <p>5. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg.</p> <p>6. Du siehst, die anderen Steine brechen zusammen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht, damit die anderen Steine so stehen bleiben.</p> <p>7. Die Bauklötze sind alle in diese Richtung verschoben und stehen über und sie berühren sich weniger. Daher bricht das Gebaute ohne den schwarzen Stein als Stütze stehen zusammen.</p> <p>8. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf wie auf dem Bild (alle Steine erneut hinstellen), damit du nochmal genau zugucken kannst, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen).</p>
--	--	--	--	--

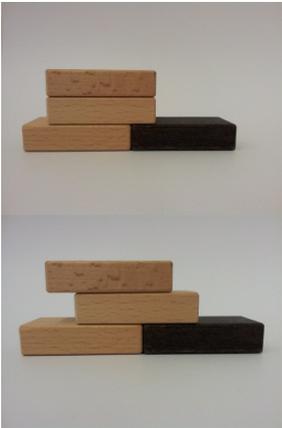
5‘	<p>Im Sitzkreis: Vorbauen Situation 2a/b</p> 	<p>6 große helle Steine 1 großer schwarzer Stein</p> <p>Bild 2a Bild 2b</p>	<p>Zuhören, Beobachten, Vergleichen, Vermuten</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ich habe hier ein Bild (2a) mitgebracht. Manche von euch kennen das schon, aber nicht alle. Kannst du das Bild beschreiben? Der schwarze Stein wird hier als Stütze genutzt. 2. Ich habe auch Bauklötze mitgebracht. Ich stelle die Bauklötze jetzt so auf, wie sie auf dem Bild (2a) zu sehen sind. 3. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein ganz vorsichtig wegnehme? (Kinder antworten) 4. Und Warum? (Kinder antworten) 5. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg. 6. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht. 7. Dieser Bauklotz (auf liegenden Bauklotz zeigen) ist in diese Richtung verschoben und steht ein bisschen über, aber nur ein bisschen. Die Bauklötze berühren sich immer noch sehr viel und hier steht jeweils oben auch noch ein Stein, der darauf drückt. Daher bleibt das Gebaute auch ohne den schwarzen Stein als Stütze stehen. 8. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf wie auf dem Bild (schwarzen Stein wieder hinstellen). Auch hier siehst du dieser (Bauklotz zeigen) sind ein bisschen in die Richtung verschoben (zeigen), er berührt den Klotz darunter aber noch sehr viel. Jetzt kannst du nochmal genau zugucken, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen). <ol style="list-style-type: none"> 1. Dann habe ich noch ein Bild (2b) mitgebracht. Das sieht fast genauso aus, wie das erste. Guck Dir die Bilder genau an. Kannst du beschreiben, was bei dem neuen Bild anders ist? 2. Ich verändere die Bauklötze jetzt so, dass sie genauso aussehen wie auf dem Bild (2b). Der schwarze Stein ist immer noch als
----	---	---	--	--

				<p>Stütze da. Dieser Bauklotz ist jetzt aber weiter zur Mitte verschoben als eben, er berührt den Klotz darunter weniger.</p> <p>3. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehme? (Kinder antworten)</p> <p>4. Und Warum? (Kinder antworten)</p> <p>5. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg.</p> <p>6. Du siehst, die anderen Steine brechen zusammen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht, damit die anderen Steine so stehen bleiben.</p> <p>7. Dieser Bauklotz ist in diese Richtung verschoben und steht über und berührt den Klotz darunter weniger und hier steht jeweils oben auch noch ein Stein, der darauf drückt. Der ist aber nicht schwer genug. Daher bricht das Gebaute ohne den schwarzen Stein als Stütze stehen zusammen.</p> <p>8. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf wie auf dem Bild (alle Steine erneut hinstellen), damit du nochmal genau zugucken kannst, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen).</p>
5‘	<p>Im Sitzkreis: Vorbauen Situation 3a/b</p> 	<p>4 große helle Steine 1 großer schwarzer Stein</p> <p>Bild 3a Bild 3b</p>	<p>Zuhören, Beobachten, Vergleichen, Vermuten</p>	<p>1. Ich habe hier ein Bild (3a) mitgebracht. Manche von euch kennen das schon, aber nicht alle. Kannst du das Bild beschreiben? Der schwarze Stein wird hier als Gewicht genutzt.</p> <p>2. Ich habe auch Bauklötze mitgebracht. Ich stelle die Bauklötze jetzt so auf, wie sie auf dem Bild (3a) zu sehen sind.</p> <p>3. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein ganz vorsichtig wegnehme? (Kinder antworten)</p> <p>4. Und Warum? (Kinder antworten)</p> <p>5. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg.</p> <p>6. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich</p>



- gebraucht.
7. Die Bauklötze hier (auf liegende Bauklötze zeigen) liegen mittig auf dem Stein darunter. Auf beiden Seiten ist also genau gleich viel. Hier so viel wie hier (zeigen). Daher bleibt das Gebaute auch ohne den schwarzen Stein als Gewicht stehen.
 8. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf wie auf dem Bild (schwarzen Stein wieder hinstellen). Jetzt kannst du nochmal genau zugucken, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen).
1. Dann habe ich noch ein Bild (3b) mitgebracht. Das sieht fast genauso aus, wie das erste. Guck Dir die Bilder genau an. Kannst du beschreiben, was bei dem neuen Bild anders ist?
 2. Ich verändere die Bauklötze jetzt so, dass sie genauso aussehen wie auf dem Bild (3b). Der schwarze Stein ist immer noch als Gewicht da. Diese beiden Bauklötze sind aber nicht mehr mittig, sondern versetzt gelegt. Auf dieser Seite ist jetzt mehr als auf dieser Seite von dem Stein.
 - 3. Was glaubst du passiert, wenn ich den schwarzen Stein wegnehme? (Kinder antworten)**
 4. Und Warum? (Kinder antworten)
 5. Dann wollen wir das mal ausprobieren. Ich nehme den schwarzen Stein jetzt ganz vorsichtig weg.
 6. Du siehst, die anderen Steine brechen zusammen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht, damit die anderen Steine so stehen bleiben.
 7. Diese beiden Bauklötze sind nicht mittig sondern versetzt gelegt und der schwarze Stein drückt hier drauf. Nur wegen ihm hält es.
 8. Dann baue ich die Steine nochmal genauso auf wie auf dem Bild (alle Steine erneut hinstellen), damit du nochmal genau

				zugucken kannst, was passiert. Beobachte genau (schwarzen Stein wegnehmen).
5'	<p>Im Sitzkreis: Kinder bauen selbst Situation 4a/b</p> 	<p>Alle Kinder bekommen ein Säckchen mit 3 hellen und einem schwarzen Bauklötzchen (klein)</p> <p>Bild 4a Bild 4b</p>	<p>Zuhören, bauen, vergleichen, vermuten</p>	<p>Jetzt habe ich für euch alle ein kleines Säckchen mit Bausteine mitgebracht. Du bekommst jetzt eines...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ...und sollst zuerst dieses Bild (4a) nachbauen. Wenn du fertig bist, wartest du bist die anderen soweit sind. 2. (Kinder bauen)(Ggf. bei Kinder, die falsch gebaut haben, die Steine zu recht rücken: Guck mal, so steht es auf dem Bild). 3. Was glaubst du passiert, wenn wir den schwarzen Stein ganz vorsichtig wegnehmen? (Kinder antworten) 4. Und Warum? (Kinder antworten) 5. Dann nehmen wir auf 3 den schwarzen Stein alle gleichzeitig weg. 1, 2, 3. 6. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht. 7. Dieser Bauklotz hier (auf liegenden Bauklotz zeigen) liegt mittig auf dem Stein darunter. Auf beiden Seiten ist also genau gleich viel. Hier so viel wie hier (zeigen). Daher bleibt das Gebaute auch ohne den schwarzen Stein als Gewicht stehen. 8. (Wiederholung wird weggelassen) <ol style="list-style-type: none"> 1. Dann habe ich hier noch ein Bild (4b), das sieht fast genauso aus. 2. Verändere deine Steine so, dass sie aussehen, wie auf diesem Bild (4b). Wenn du fertig bist, wartest du bist die anderen soweit sind. (Kinder bauen) (Ggf. bei Kinder, die falsch gebaut haben, die Steine zu recht rücken: Guck mal, so steht es auf dem Bild).

				<ol style="list-style-type: none"> 3. Was glaubst du passiert, wenn wir den schwarzen Stein ganz vorsichtig wegnehmen? (Kinder antworten) 4. Und Warum? (Kinder antworten) 5. Dann nehmen wir auf 3 den schwarzen Stein alle gleichzeitig weg. 1, 2, 3. 6. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht. 7. Dieser Bauklotz hier (auf liegenden Bauklotz zeigen) liegt nicht mittig auf dem Stein darunter, sondern versetzt. Hier ist mehr als hier (zeigen) und der schwarze Stein drückt hier drauf. Nur wegen ihm hält es. 8. (Wiederholung wird weggelassen)
5'	<p>Im Sitzkreis: Kinder bauen selbst Situation 5a/b</p> 	<p>Alle Kinder bekommen ein Säckchen mit 3 hellen und einem schwarzen Bauklötzchen (klein)</p> <p>Bild 5a Bild 5b</p>	<p>Zuhören, bauen, vergleichen, vermuten</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hier ist ein anderes Bild (5a). 2. Baue es nach. Wenn du fertig bist, wartest du bist die anderen soweit sind. (Ggf. bei Kinder, die falsch gebaut haben, die Steine zu recht rücken: Guck mal, so steht es auf dem Bild). 3. Was glaubst du passiert, wenn wir den schwarzen Stein ganz vorsichtig wegnehmen? (Kinder antworten) 4. Und Warum? (Kinder antworten) 5. Dann nehmen wir auf 3 den schwarzen Stein alle gleichzeitig weg. 1, 2, 3. 6. Du siehst, die anderen Steine bleiben so stehen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also gar nicht wirklich gebraucht. 7. Diese beiden Steine sind ein wenig in diese Richtung verschoben; aber dieser hier (Stein zeigen) berührt den anderen noch sehr viel. Daher hält das Gebaute auch ohne den schwarzen Stein als Stütze. 8. (Wiederholung wird weggelassen) <p>1. Dann habe ich hier noch ein Bild (5b), das sieht fast genauso</p>

				<p>aus.</p> <p>2. Verändere deine Steine so, dass sie aussehen, wie auf diesem Bild (5b). Wenn du fertig bist, wartest du bist die anderen soweit sind. (Ggf. bei Kinder, die falsch gebaut haben, die Steine zu recht rücken: Guck mal, so steht es auf dem Bild).</p> <p>3. Was glaubst du passiert, wenn wir den schwarzen Stein ganz vorsichtig wegnehmen? (Kinder antworten)</p> <p>4. Und Warum? (Kinder antworten)</p> <p>5. Dann nehmen wir auf 3 den schwarzen Stein alle gleichzeitig weg. 1, 2, 3.</p> <p>6. Du siehst, auch hier bleiben die Steine so stehen. Hier (auf das Bild zeigen) hat es den schwarzen Stein also wirklich gebraucht.</p> <p>7. Dadurch, dass der Stein ganz oben (zeigen) so nach hinten versetzt ist, drückt er so stark auf den Stein in der Mitte, dass dieser gerade noch hält, obwohl er soweit übersteht.</p> <p>8. (Wiederholung wird weggelassen)</p>
			Zuhören	So, das hast du gut gemacht. Jetzt sind wir hier schon fertig.