

Rathert, Nikolas A.

**Friedrich Fröbels dritte Gabe als Fördermaterial zur Verbesserung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens. Eine empirische Studie im Rahmen des Förderunterrichts Mathematik im Übergangssystem an der beruflichen Förderschule**

*Oldenburg 2022, XII, 215 S. - (Dissertation, Universität Oldenburg, 2022)*



Quellenangabe/ Reference:

Rathert, Nikolas A.: Friedrich Fröbels dritte Gabe als Fördermaterial zur Verbesserung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens. Eine empirische Studie im Rahmen des Förderunterrichts Mathematik im Übergangssystem an der beruflichen Förderschule. Oldenburg 2022, XII, 215 S. - (Dissertation, Universität Oldenburg, 2022) - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-253818 - DOI: 10.25656/01:25381

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-253818>

<https://doi.org/10.25656/01:25381>

#### Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

#### Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

#### Kontakt / Contact:

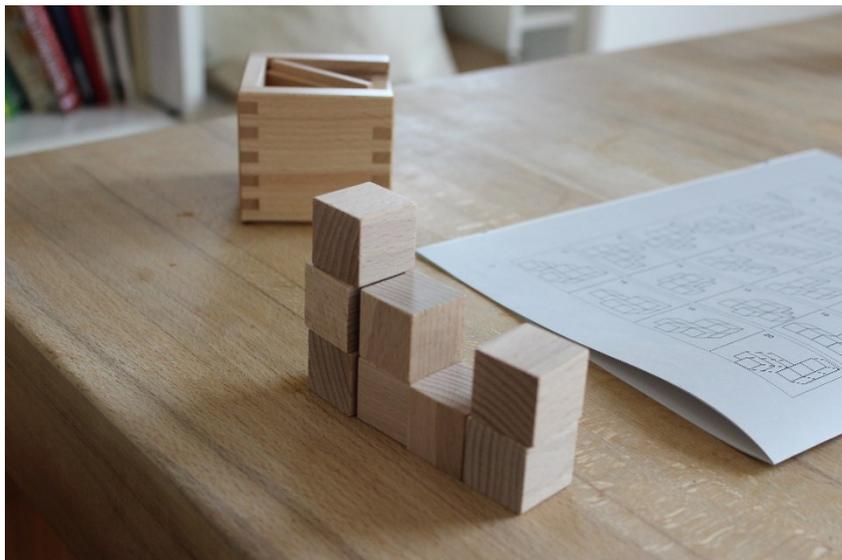
peDOCS  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

# Friedrich Fröbels dritte Gabe als Fördermaterial zur Verbesserung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens

Eine empirische Studie im Rahmen des Förderunterrichts Mathematik im  
Übergangssystem an der beruflichen Förderschule



von der Fakultät I Bildungs- und Sozialwissenschaften  
**genehmigte Dissertation**  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktor der Philosophie (Dr. phil.)

von Nikolas A. Rathert  
geboren am 27. Mai 1975 in Unna in Westfalen

Referent: Prof. Dr. Clemens Hillenbrand, Universität Oldenburg  
Korreferentin: Prof. Dr. phil. habil. Andrea C. Schmid, Universität Erfurt  
Tag der Disputation 19. April 2022

## Zusammenfassung

In der Forschungsliteratur finden sich keine Hinweise auf empirische Studien zur Wirksamkeit einer Förderung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens im Rahmen von mathematischem Unterricht durch den gezielten Einsatz von didaktischem Fröbel-Material. Obwohl das Material seit beinahe 200 Jahren der Pädagogik bekannt ist, wurde anscheinend nie in förderberufsschulspezifischen Settings damit gearbeitet. Auch liegen keine Hinweise auf empirische Studien zum Einsatz des Materials aus frühpädagogischen Einrichtungen, den Einrichtungen, die heute vor allem mit dem Namen Fröbel in Verbindung gebracht werden, vor. Um diese Forschungslücke bezogen auf den Einsatz des Materials in der Schule zumindest zum Teil zu füllen, wird diese Arbeit zweiteilig aufgebaut: Im ersten Teil werden die theoretischen Grundlagen zu Fröbel, seine Biografie, sein Gabensystem und sein Verständnis von Mathematik beleuchtet. In der Geschichte der Sonderpädagogik wird nach der Berücksichtigung und Einbindung der Ideen Fröbels gesucht. Die Sichtung deutsch- und englischsprachiger Literatur zum aktuellen Forschungsstand hinsichtlich bereits durchgeführter empirischer Studien zu Fröbel-Material konnte keine empirischen Arbeiten zur Wirksamkeit und zur Implementation der Gaben im schulischen Kontext erbringen. Da das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen ein Teilbereich der menschlichen Intelligenz ist und dies als Voraussetzung für mathematische Operationen angenommen wird, werden unterschiedliche Konzepte hierzu dargestellt. Parallel zur durchgeführten Literaturrecherche werden persönliche Gespräche geführt und Korrespondenz mit namhaften (Fröbel-)Forscher\*innen aufgenommen. Im zweiten Teil werden basierend auf einem diagnostischen Instrumentarium zwei empirische Untersuchungen und deren Ergebnisse eingeführt. Zunächst werden die Ergebnisse einer kontrollierten Einzelfallstudie als Pilotstudie zur Verwendung der dritten Fröbel'schen Gabe im Rahmen eines didaktischen Förderprogramms als Fördermaterial an einer beruflichen Förderschule im Förderunterricht Mathematik dargestellt: Bei der *ersten empirischen Komponente (Pilotstudie)* handelt es sich um eine als Multiple-Baseline-Untersuchung angelegte Einzelfallstudie mit sechs Probandinnen, die von standardisierten Testverfahren (z.B. Heidelberger Rechentest 1-4 (HRT1-4), Bausteine-Test (BST)) flankiert wird. Die *zweite empirische Komponente (Hauptstudie)*, die sich an die Einzelfallstudie anschließt, ist notwendig, um die in der Einzelfalluntersuchung

aufgefundenen Ergebnisse auf eine breitere Basis zu stellen. Diese Untersuchung ist als eine kontrollierte Gruppenstudie angelegt, die ein Fördersetting mit der dritten Fröbel-Gabe zum Inhalt hat und durch das Gruppenstudiendesign auf einer breiteren Datenbasis steht. Beide Studienansätze sollen die Wirksamkeit der jeweiligen Maßnahme überprüfen. Da dies für beide Ansätze nicht abschließend bestätigt werden kann, sind hier weitere Forschungen nötig. Es scheint sich bei beiden hier vorgelegten Studien um die erste empirische Arbeit zum Einsatz von Fröbel-Material überhaupt zu handeln. Nach Auswertung der Datenlage sind aus der *Pilotstudie folgende Ergebnisse* zu berichten: Die Verwendung der dritten Fröbel-Gabe in einem Fördersetting mit originär angefertigten Übungen zum Erkennen von Baustein-Elementen in dargebotenen Würfelgebäuden zeigt im Vergleich der Ergebnisse der Prä-Post-Testung des HRT1-4 und BST einen zum Teil erheblichen Anstieg richtig gelöster Aufgaben. Die Ergebnisse aus der Multiple-Baseline-Phase lassen jedoch keine statistisch belastbare Aussage hinsichtlich der positiven Auswirkungen des Fördermaterials auf das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen zu. Es lässt sich folglich abschließend nicht beurteilen, ob das Fördersetting geeignet ist, um das räumliche Vorstellungsvermögen wirksam zu fördern. Die in der Pilotstudie eingesetzte Untersuchungsmethode des Multiple-Baseline-Verfahrens ist nicht geeignet, um die durch die Förderung erzielten Veränderungen im räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens korrekt abzubilden. Die Vermutung, dass die dritte Gabe als wirksames Fördermaterial eingesetzt werden kann, liegt nahe, da lediglich ein Trend erkennbar ist. Der Beweis ist in einem anders aufgebauten Setting allerdings noch zu erbringen. Aus diesem Grund wird die Hauptstudie mit verändertem methodischem Design als kontrollierte Gruppenstudie angelegt. Das *Ergebnis der Hauptstudie* lässt nicht den Schluss zu, dass die Förderung mit der dritten Fröbel-Gabe innerhalb des Förderprogramms für die Experimentalgruppe einen statistisch signifikanten Vorteil bedeutet. Trends lassen sich sehr wohl erkennen, die darauf hindeuten, dass eine tatsächliche Verbesserung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens erreicht werden kann. Aussagen hinsichtlich der Wirksamkeit des Förderprogramms lassen sich für geschlechtshomogene Teilgruppen mit bestimmter IQ-Ausprägung treffen. Gründe für die Studienergebnisse liegen in den Limitationen des methodischen Aufbaus der Studien und der verwendeten diagnostischen Instrumente, die die Heterogenität der Proband\*innen teilweise nicht abbilden können.

**Schlagworte:** Fröbel, Spielgaben, Baukästen, Gaben, Baugaben, Fördermaterial, Förderung, Sonderpädagogik, Mathematik, berufliche Förderschule,

Berufsvorbereitungsjahr, empirische Studie, räumlich-visuelles Vorstellungsvermögen, Förderprogramm, Intelligenz, Forschung

## Abstract

In the research literature, there are no indications of empirical studies on the effectiveness of promoting spatial-visual imagination in mathematics lessons through the targeted use of didactic Froebel material. Although the material has been known to pedagogy for almost 200 years, it seems that it has never been used in settings specific to remedial education. There is also no evidence of empirical studies on the use of the material from early childhood education institutions, the institutions that today are primarily associated with the name Froebel. In order to at least partially fill this research gap in relation to the use of the material in schools, this work will be structured in two parts: In the first part, the theoretical foundations of Froebel, his biography, his gift system and his understanding of mathematics are examined. The history of special education will be searched for the consideration and integration of Froebel's ideas. The review of German- and English-language literature on the current state of research with regard to empirical studies already conducted on Froebel material could not yield any empirical work on the effectiveness and implementation of the gifts in the school context. Since the spatial-visual imagination is a part of human intelligence and is assumed to be a prerequisite for mathematical operations, different concepts are presented. Parallel to the literature research, personal interviews will be conducted and correspondence with renowned (Fröbel) researchers will be recorded. In the second part, based on a diagnostic instrument, two empirical studies and their results are introduced. First, the results of a controlled individual case study as a pilot study on the use of the third Froebel's gift within the framework of a didactic support programme as support material at a vocational special school in support lessons in mathematics are presented: The first empirical component (pilot study) is a multiple baseline study with six subjects, which is flanked by standardised test procedures (e.g. Heidelberg Numeracy Test 1-4 (HRT1-4), Building Block Test (BST)). The second empirical component (main study), which follows the individual case study, is necessary in order to put the results found in the individual case study on a broader basis. This study is designed as a controlled group study, which deals with a support setting with the third Froebel gift and is based on a broader data base due

to the group study design. Both study approaches are intended to test the effectiveness of the respective measure. Since this cannot be conclusively confirmed for either approach, further research is needed here. Both studies presented here seem to be the first empirical work on the use of Froebel material ever. After evaluating the data, the following results can be reported from the pilot study: The use of the third set of Froebel material in a support setting with original exercises for the recognition of building block elements in presented cube buildings shows a partly considerable increase in correctly solved tasks in the comparison of the results of the pre-post-testing of the HRT1-4 and BST. However, the results from the multiple baseline phase do not allow a statistically reliable statement regarding the positive effects of the support material on the spatial-visual imagination. Consequently, it cannot be conclusively assessed whether the support setting is suitable for effectively promoting spatial visualisation. The multiple baseline method used in the pilot study is not suitable for a correct depiction of the changes in spatial-visual imagination achieved through the support. The assumption that the third gift can be used as an effective support material is obvious, since only a trend is recognisable. However, the proof still has to be provided in a differently structured setting. For this reason, the main study is set up as a controlled group study with a modified methodological design. The result of the main study does not allow the conclusion that the promotion with the third Froebel gift within the promotion programme means a statistically significant advantage for the experimental group. Trends can be identified which indicate that an actual improvement of the spatial-visual imagination can be achieved. Statements regarding the effectiveness of the support programme can be made for gender-homogeneous subgroups with certain IQ characteristics. The reasons for the study results lie in the limitations of the methodological structure of the studies and the diagnostic instruments used, which in part cannot reflect the heterogeneity of the subjects.

**Keywords:** Froebel, play gifts, building sets, gifts, building gifts, support material, support, special education, mathematics, vocational special school, vocational preparation year, empirical study, spatial-visual imagination, support programme, intelligence, research

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	I
Abstract.....	III
Abkürzungsverzeichnis .....	VIII
Tabellenverzeichnis .....	IX
Abbildungsverzeichnis .....	XI
1 Einleitung .....	1
2 Theoretischer Teil.....	5
2.1 Friedrich Fröbel: Biografie, Mathematikverständnis und das System der Gaben .....	6
2.1.1 Leben und Werk Friedrich Fröbels .....	6
2.1.1.1 Kriterien der Literaturrecherche.....	6
2.1.1.2 Fröbel innerhalb der Pädagogik des 19. Jahrhunderts .....	8
2.1.1.3 Fröbels Leben.....	11
2.1.1.4 Fröbel als Gründer von Institutionen .....	21
2.1.1.5 Fröbel als Publizist.....	22
2.1.1.6 Fröbel als Pädagoge .....	22
2.1.1.7 Fröbel als Philosoph.....	23
2.1.1.8 Fröbel und die Heil- und Sonderpädagogik .....	27
2.1.2 Mathematikverständnis .....	32
2.1.3 System der Gaben .....	38
2.1.3.1 Zum Begriff der Gaben .....	41
2.1.3.2 Anzahl und Nummerierung der Gaben .....	42
2.1.3.3 Nachweisbare Weiterentwicklungen des Gabensystems .....	44
2.1.3.4 Originalquellen für die Anzahl, Bezeichnung und Nummerierung der Spiel- und Beschäftigungsmittel.....	46
2.1.3.5 Überblick über die Spielgaben .....	51
2.1.3.6 Von Fröbel vorgesehene Möglichkeiten der Beschäftigung mit den Gaben .....	53
2.1.3.7 Die dritte Gabe .....	57
2.1.4. Zwischenfazit .....	60
2.2 Räumliches Vorstellungsvermögen und Förderung.....	61
2.2.1 Förderung im Förderschwerpunkt Lernen .....	62
2.2.3 Mathematische Förderung im Förderschwerpunkt Lernen .....	64
2.2.3 Die Entwicklung und Förderung des räumlichen Vorstellungsvermögens .....	65
2.2.4 Mathematikunterricht an der beruflichen Förderschule in Bayern .....	71
2.2.5 Zwischenfazit .....	75
2.3 Stand der Forschung .....	76
2.3.1 Zugang zur Fröbel-Forschung.....	76

---

2.3.2	Rezeption von Fröbel durch die Sonderpädagogik .....	77
2.3.3	Umgang mit Fröbel-Material im mathematischen Kontext .....	79
2.3.4	Zwischenfazit .....	81
3	Pilotstudie im Multiple-Baseline-Design .....	83
3.1	Forschungsfragen und Hypothesen .....	83
3.1.1	Problemlage und Synthese der Fragestellungen .....	83
3.1.2	Hypothesenkonstruktionen für die Pilotstudie .....	84
3.2	Methode .....	85
3.2.1	Forschungsdesign .....	85
3.2.2	Stichprobenrekrutierung .....	90
3.2.3	Untersuchungsdurchführung .....	91
3.2.4	Forschungsethik .....	94
3.2.5	Erhebungsinstrumente .....	95
3.2.5.1	Heidelberger Rechentest 1-4 (HRT1-4) .....	96
3.2.5.2	Bausteine-Test (BST) .....	98
3.2.5.4	Grundintelligenztest Skala 2 (CFT20-R) .....	104
3.2.5.5	Fragebogen zur Studie .....	104
3.2.6	Datenpflege, Datenaufbereitung und Analyse .....	104
3.3	Ergebnisse der Pilotstudie .....	104
3.3.1	Darstellung der Stichprobe .....	105
3.3.2	Ergebnisse des HRT1-4: Vergleich Prä-Post-Testung .....	106
3.3.3	Ergebnisse des BST: Vergleich Prä-Post-Testung .....	108
3.3.4	Ergebnisse der Kurztests (CBMs) in der Multiple-Baseline-Phase ..	109
3.3.5	Ergebnisse des CFT20-R .....	113
3.3.6	Ergebnisse des Fragebogens .....	114
3.4	Interpretation, Diskussion und Methodenkritik .....	116
3.4.1	Interpretation und Diskussion der Ergebnisse .....	116
3.4.2	Methodenkritische Betrachtung .....	120
3.5	Ableitung der Konsequenzen für Theorie und Praxis .....	122
4.	Kontrollierte Gruppenstudie .....	123
4.1	Forschungsfragen und Hypothesen .....	123
4.1.1	Problemlage und Synthese der Fragestellungen .....	123
4.1.2	Hypothesen .....	124
4.2	Methode .....	125
4.2.1	Forschungsdesign .....	126
4.2.2	Stichprobenrekrutierung .....	127
4.2.3	Untersuchungsdurchführung .....	127
4.2.4	Forschungsethik .....	129
4.2.5	Erhebungsinstrumente .....	129
4.2.5.1	Heidelberger Rechentest 1-4 (HRT1-4) .....	130
4.2.5.2	Bausteine-Test (BST) .....	130
4.2.5.3	Grundintelligenztest Skala 2 (CFT 20-R) .....	130

---

4.2.5.4	Lehrer-Schüler-Einschätzliste (LSL) .....	130
4.2.5.5	Strength-and-Difficulties-Questionnaire (SDQ-D).....	130
4.2.6	Datenpflege, Datenaufbereitung und Analyse .....	131
4.3	Ergebnisse .....	131
4.3.1	Darstellung der Stichprobe.....	131
4.3.2	Betrachtung verschiedener Risikofaktoren .....	133
4.3.3	Betrachtung der Wirksamkeit des Förderprogramms .....	136
4.3.4	Betrachtung der Wirksamkeit des Förderprogramms bei unterschiedlichen Intelligenzausprägungen .....	140
4.4	Interpretation, Diskussion und Methodenkritik .....	145
4.4.1	Interpretation und Diskussion der Ergebnisse.....	146
4.4.2	Methodenkritische Betrachtung .....	154
4.5	Ableitung der Konsequenzen für Theorie und Praxis.....	155
5	Fazit: Zusammenfassung und Ausblick .....	157
5.1	Zusammenfassung.....	157
5.2	Ausblick .....	160
	Literaturverzeichnis .....	161
	Anhang .....	185
A	Wichtige Lebensdaten.....	185
B	Übersicht der Gaben mit tabellarischer Übersicht der Baugaben.....	188
C	Sitzungskarte aus dem Förderprogramm der 1. Pilotstudie (Beispiel) .....	193
D	Kurztests (CBM) für die Pilotstudie .....	203
E	Fragebogen zur Pilotstudie.....	206
F	Übersicht über die Aufgabentypen der Hauptstudie .....	209
	Vita .....	211
	Erklärungen gemäß §9(2) Promotionsordnung der Universität Oldenburg .....	215

## Abkürzungsverzeichnis

APW	Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR
AQJ	Arbeitsqualifizierungsjahr
BN	Berliner Nachlass
BST	Bausteine-Test
BVB	Berufsvorbereitende Bildungsmaßnahme
BVJ	Berufsvorbereitungsjahr
CBM	Curriculum-based Measurement
CFT 20-R	Grundintelligenztest Skala 2 – Revision
DIPF	Deutsches Institut für internationale pädagogische Forschung (Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation)
EG	Experimentalgruppe (Interventionsgruppe)
FSL	Förderschwerpunkt Lernen
HRT1-4	Heidelberger Rechentest
HWK	Handwerkskammer
IFS-D	International Froebel Society-Deutschland
IHK	Industrie- und Handelskammer
ISB	Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München
KG	Kontrollgruppe
LMU	Ludwig-Maximilians-Universität München
LSL	Lehrer-Schüler-Einschätzliste
MBD	Multiple-Baseline-Design
Pbn	Proband*in
SDQ	Strengths-and-Difficulties-Questionnaire
SDQ-D	Strengths-and-Difficulties-Questionnaire, deutsche Version
Subtest WÜ	Subtest Würfelgebäude

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Ideen zur Erziehung vor Fröbel (Spalten „Wer“ und „Was“ nach Prüfer 1911, in: Bode, 1925, S. 173ff.) .....	9
Tab. 2: Tabellarische Übersicht über wichtige Lebensdaten Friedrich Fröbels .....	19
Tab. 3: Entwicklungsstufen bei Fröbel .....	27
Tab. 4: Suchbegriffe und deren Auftretenshäufigkeit in allen Fröbel-Briefen .....	28
Tab. 5: Tatsächlich gefundene Suchbegriffe mit möglicher Verbindung zur Heilpädagogik .....	29
Tab. 6: Inhalte des Lernbereichs Mathematik im Förderschwerpunkt Lernen (FSL) im Vergleich zu Fröbel .....	36
Tab. 7: Die gegenständlichen Spielmittel (nach der „Allgemeinen Übersicht“) .....	51
Tab. 8: Lebens-, Schönheits- und Erkenntnisformen: Bedeutung und Beispiele nach Fröbel (vgl. z.B. von Marenholtz-Bülow, 1886, Abb. Tafel V) .....	55
Tab. 9: Phasen der Förderung des räumlichen Vorstellungsvermögens mittels der dritten Gabe .....	63
Tab. 10: Primäre kognitive Fähigkeiten (vgl. Thurstone 1938, Hervorh. NR) .....	66
Tab. 11: Vergleich der Bezeichnungen der Stufen der Intelligenzentwicklung .....	68
Tab. 12: Stufen des Entwicklungsmodells nach van Hiele-Geldof und van Hiele (vgl. Franke, 2007, S. 114) .....	71
Tab. 13: Übersicht Klassenarten und zugehörige Lehrpläne .....	71
Tab. 14: Aktuelle Publikationen zum räumlichen Vorstellungsvermögen .....	79
Tab. 15: Übersicht der Masterarbeiten aus 2016 zu Fröbel-Gaben an der Universität Leipzig .....	80
Tab. 16: Fragestellungen und abgeleitete Hypothesen .....	85
Tab. 17: Mögliche Störvariablen und Maßnahmen, die zum Ausschluss der Störung führen .....	89
Tab. 18: Übersicht verwendeter Testinstrumente für die Pilotstudie .....	96
Tab. 19: Überblick über die verwendeten Bezeichnungen der Baustein-Elemente in der Studie .....	100
Tab. 20: Überblick über die Kriterien der gezogenen Stichprobe .....	105
Tab. 21: Ergebnisse des HRT1-4 im Prä-Post-Vergleich .....	106
Tab. 22: Ergebnisse des BST im Prä-Posttest-Vergleich .....	108
Tab. 23: Ergebnisse der Kurztests in Baseline- und Interventionsphase (KT=Kurztest (=CBM), F=Förderung, I-phase=Interventionsphase) .....	110
Tab. 24: Ergebnisse des CFT20-R .....	113
Tab. 25: Ergebnisse des Fragebogens (vgl. Fragebogen im Anhang, S. 218) .....	115
Tab. 26: Unterschiedliche Darstellung der Würfelgebäude .....	117
Tab. 27: Fragestellungen und abgeleitete Hypothesen .....	125
Tab. 28: Übersicht verwendeter Testinstrumente in der kontrollierten Gruppenstudie .....	129
Tab. 29: Beschreibung der Stichprobe .....	132

---

Tab. 30: Tabellarische Darstellung der errechneten Ergebnisse des CFT20-R.....	134
Tab. 31: Tabellarische Darstellung der errechneten Ergebnisse des SDQ .....	134
Tab. 32: Tabellarische Darstellung der errechneten Ergebnisse des HRT1-4.....	137
Tab. 33: Tabellarische Darstellung der errechneten Ergebnisse des BST.....	139
Tab. 34: Überblick über das Ergebnis der Hypothesenprüfung .....	151
Tab. 35: Tabellarische Übersicht über wichtige Lebensdaten Friedrich Fröbels .....	185
Tab. 36: Tabellarische Übersicht der zehn von Fröbel umgesetzten bzw. geplanten Gaben .....	189
Tab. 37: Übersicht über die in der Förderung der zweiten Studie verwendete Aufgabentypen .....	209

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Siegel und Autogramm Fröbels (Archiv Keilhau) .....	1
Abb. 2: Exemplar des Körperkastens im Fröbel-Museum Bad Blankenburg .....	17
Abb. 3: Sinnbild Fröbels: Dreiheit von Gott, Mensch und Natur (Brief an Bertha von Marenholtz-Bülow, zit. in: Fröbel, 1951, S. 134–145) .....	25
Abb. 4: Dritte Gabe (schematische Zeichnung) .....	35
Abb. 5: Beispiel für mathematische Beziehungen von Würfel, Legetäfelchen und Legestäbchen.....	39
Abb. 6: System der Gaben (hier: Baugaben, die dritte bis sechste Gabe).....	41
Abb. 7: Gabe 5B von Goldammer (Quelle: SINA-Spielzeug) .....	44
Abb. 8: „Tussengaven“ (=dt. Zwischengaben, obere und untere Reihe) nach Haanstra und de Bock (aus: Nijkamp, 1974, S. 32) .....	45
Abb. 9: Zweite Gabe HSZ mit geschlossener Kugel.....	45
Abb. 10: Gabe 6B nach Sang Hong Lee (Quelle: SINA-Spielzeug).....	46
Abb. 11: Historisches Original: Fröbels „Allgemeine Übersicht“ .....	48
Abb. 12: Transkription: „Allgemeine Übersicht“ (Knechtel, 1978, Ausschnitt mit dritter Gabe).....	49
Abb. 13: Transkription: „Allgemeine Übersicht“, gedruckte Version (Boldt et al., 1982a).....	50
Abb. 14: Zerteilen und Aufbauen .....	52
Abb. 15: Übersicht über die vier Baugaben .....	54
Abb. 16: „Thor“ (=Tor) als Beispiel für eine „Lebensform“ (vgl. von Marenholtz- Bülow, 1886, Abb. Tafel VI) .....	55
Abb. 17: Vier Beispiele für „Schönheitsformen“ (vgl. von Marenholtz-Bülow, 1886, Abb. Tafel VII).....	56
Abb. 18: Beispiel für „Erkenntnisformen“ (vgl. von Marenholtz-Bülow, 1886, Abb. Tafel V) .....	56
Abb. 19: Schematische Darstellung der dritten Gabe: Im Kästchen ohne Deckel, geordnet und ungeordnet vor dem Kästchen.....	58
Abb. 20: Räumliche Fähigkeiten (vgl. Franke 2007, S. 56).....	67
Abb. 21: Skizze des Studiendesigns .....	87
Abb. 22: Beispiel für ein Curriculum-Based Measurement (Vorderseite).....	102
Abb. 23: Beispiel für ein Curriculum-Based Measurement (Rückseite).....	103
Abb. 24: Prozentuale Veränderung beim Vergleich HRT1-4 Prä-Post-Test.....	107
Abb. 25: Ergebnisse des Subtest WÜ des HRT1-4 im Prä-Post-Vergleich .....	107
Abb. 26: Ergebnisse des BST im Prä-Post-Vergleich .....	108
Abb. 27: Prozentuale Veränderung im Vergleich BST Prä-Post-Ergebnisse.....	109
Abb. 28: Multiple-Baselines Probandin 1 bis Probandin 3 .....	111
Abb. 29: Multiple Baselines Probandin 4 bis Probandin 6.....	112
Abb. 30: Vergleich IQ nach Testteilen je Probandin.....	114

Abb. 31: Stichprobe der kontrollierten Gruppenstudie .....	132
Abb. 32: Korrelationsplot LSL-Items (EG).....	135
Abb. 33: Korrelationsplot LSL-Items (KG) .....	136
Abb. 34: Vergleich KG und EG (Prä- und Posttest HRT1-4) .....	139
Abb. 35: Vergleich KG und EG (Prä- und Posttest BST) .....	140
Abb. 36: Differenz des HRT1-4-Ergebnisses nach IQ (Prä-Post-Vergleich).....	141
Abb. 37: Differenz des BST-Ergebnisses nach IQ (Prä-Post-Vergleich).....	142
Abb. 38: Differenz des HRT1-4-Ergebnisses nach Geschlecht und IQ (Prä-Post- Vergleich).....	143
Abb. 39: Differenz des BST-Ergebnisses nach Geschlecht und IQ (Prä-Post-Vergleich) .....	145
Abb. 40: Korrelation zwischen IQ und Ergebnissen des HRT für KG und EG.....	146
Abb. 41: Korrelation zwischen IQ und Ergebnissen des BST für KG und EG.....	147
Abb. 42: Korrelationsplot zu LSL-Items (Gesamtgruppe).....	147
Abb. 43: HRT-Differenz im Vergleich Experimentalgruppe (EG) und Kontrollgruppe (KG) .....	149
Abb. 44: BST-Differenz im Vergleich EG und KG .....	150
Abb. 45: Erste Gabe (Quelle: SINA-Spielzeug).....	189
Abb. 46: Zweite Gabe (Quelle: SINA-Spielzeug).....	189
Abb. 47: Dritte Gabe mit Kästchen .....	189
Abb. 48: Vierte Gabe mit Kästchen.....	190
Abb. 49: Fünfte Gabe mit Kästchen .....	190
Abb. 50: Sechste Gabe ohne Kästchen .....	190
Abb. 51: Siebte Gabe im Kästchen.....	190
Abb. 52: Siebte Gabe schematisch (Shoji, 1998) .....	191
Abb. 53: Achte Gabe im Kästchen .....	191
Abb. 54: Achte Gabe schematisch (Shoji, 1998).....	191
Abb. 55: Neunte Gabe im Kästchen .....	191
Abb. 56: Neunte Gabe schematisch (Shoji, 1998).....	192
Abb. 57: Zehnte Gabe im Kästchen.....	192
Abb. 58: Zehnte Gabe schematisch (Shoji, 1998).....	192

# 1 Einleitung

Friedrich Fröbels Geburtstag jährt sich im Jahre 2022 bereits zum 240. Male, sein Tod ist dann bereits 170 Jahre her. In diesem langen Zeitraum von mehr als eineinhalb Jahrhunderten sollten Fröbels Ideen und seine Schriften von der Forschung vollständig aufgearbeitet, die Grundzüge seiner Idee von der „Menschenerziehung“ allen Pädagog\*innen bekannt sein und Einzug in die Ausbildung von Kindheitspädagogen und Lehrpersonal an Schulen und Hochschulen gefunden haben. Doch trotz des langen Zeitraums ist ein Ende der wissenschaftlichen Aufarbeitung Fröbels noch nicht abzusehen, etliche Forschungsdesiderata sind vorhanden. Friedrich Fröbel ist untrennbar mit dem Begriff des „Kindergartens“ als frühkindliche Bildungseinrichtung verbunden. Diese Institution wird von Fröbel 1840 im heutigen Bad Blankenburg in Thüringen gegründet. Die Idee des Kindergartens hat sich in den Folgejahren sicher auch aufgrund des Verbots durch die preußische Obrigkeit über die ganze Welt verbreitet.



Abb. 1: Siegel und Autogramm Fröbels (Archiv Keilhau)

Weniger präsent ist der Teil des Fröbel'schen Wirkens, in dem er sich mit Schule und schulischem Lernen befasst. Im Jahr 2017 feiert die durch Fröbel 1817 gegründete Schule in Keilhau ihr 200jähriges Bestehen. Tatsächlich gründet Fröbel bereits am 13. November 1816 in Griesheim/Thüringen die „Allgemeine deutsche Erziehungsanstalt“ (vgl. Heiland, 1982a, S. 58), die allerdings bald darauf nach Keilhau/Thüringen (einem Ortsteil von Rudolstadt) umzieht: Das zunächst „heruntergekommenes Bauerngut“ (vgl. Hebenstreit, 2003, S. 29) im „kleinen Dörfchen Keilhau“ (Hebenstreit, 2003, S. 29) ist bis heute schulisch im Sinne Fröbels tätig. Diese Institution ist die einzige weltweit, die durch Fröbel gegründet wird und seit der Gründung in Betrieb ist. Alle anderen von ihm gegründeten Institutionen bestehen heute in ihrer ursprünglichen Form nicht mehr (z.B.

das Erzieherinnenseminar in Marienthal, die Anstalten in der Schweiz). Das Interesse an Fröbels Leben und Werken ist seit Jahrzehnten vorhanden. Die Publikationen außerhalb der reinen Aufbereitung der Quellen, die Helmut Heiland geleistet hat, sind im In- und Ausland auf wenige Arbeiten je Jahr beschränkt. Empirische Studien unter Verwendung von Fröbel-Material sind nicht dabei. Ausnahmen bilden die von Simone Reinhold betreuten Diplomarbeiten am Lehrstuhl für Grundschuldidaktik Mathematik an der Universität Leipzig (Friedl, Wöller & Reinhold, 2017). Die Bedeutung der sogenannten „Spielpflege“ wird gegenwärtig im Kindergarten neu entdeckt und kann einen Beitrag dazu leisten, zufriedene und kompetente Kinder auf die Welt vorzubereiten. Diesbezüglich ist gerade ein Praxisbuch unter der Federführung von Dr. Eitel-Siegfried Samland, dem Vorsitzenden der International Froebel Society Deutschland in Arbeit. Obwohl Friedrich Fröbels Tod inzwischen mehr als 170 Jahre zurückliegt, haben seine Ideen bis in die heutige Zeit überdauert. Die Einflüsse seines Schaffens auf die Profession der Sonderpädagogik sind jedoch wenig untersucht worden. In der Historiographie der Heil- und Sonderpädagogik wurde Fröbel noch nicht ausreichend berücksichtigt. Die Verwendung seiner Gaben und Materialien in der Sonder- und Förderschule und deren Wirkungen im Unterricht – insbesondere im Förderunterricht – wurde bislang noch nicht untersucht. Nach dem bisherigen Forschungsstand wurde die Wirksamkeit mathematischer Förderung mit Fröbel-Gaben bislang noch nicht empirisch überprüft, d.h., dass ihre Verwendbarkeit im Förderunterricht Mathematik bislang noch nicht systematisch-empirisch untersucht wurde. Bei der Literaturrecherche sind wenige Studien aufgefunden worden, die die Fröbel-Gaben im Rahmen eines empirischen Untersuchungsdesigns zum Gegenstand gehabt hätten. Die Ausnahme bilden die Arbeiten von Friedl, Reinhold und Wöller (2017). Die vorliegende Arbeit möchte einen Beitrag zur Klärung der Wirksamkeit der dritten Fröbel-Gabe im Hinblick auf das räumliche Vorstellungsvermögen bei Jugendlichen mit Förderbedarf leisten. Eine ausführliche Literaturrecherche im europäischen und außereuropäischen Ausland (z.B. Nordamerika, Japan) hat ebenfalls keine Hinweise auf durchgeführte Studien zu den Gaben erbracht. Es existieren kaum Arbeiten, die Fröbel überhaupt aus einer anderen, d.h. nicht-historischen Perspektive zum Inhalt haben (z.B. DeLuca & Hughes, 2014; Lee, 1998). Für den Bereich der Sonderpädagogik sind keinerlei empirische Arbeiten zum Einsatz der Fröbel-Gaben zu finden. Wenn sich der Fokus auf den Bereich der beruflichen Förderschule verengt, ist festzuhalten, dass die Literaturrecherche hier ebenfalls kein Ergebnis erbringt: Es existieren keinerlei Arbeiten, die sich mit Fröbel-Gaben in der beruflichen Förderschule

beschäftigen. Deshalb ist davon auszugehen, dass die hier vorliegende Studie die weltweit erste empirische Studie ist, die die Wirksamkeit der Fröbel-Gaben im Einsatz an einer beruflichen Förderschule zum Inhalt hat. Diese Arbeit ist folgendermaßen aufgebaut: In Kapitel 2 werden die theoretischen Grundlagen gelegt. Das erste von drei Unterkapiteln beschäftigt sich mit Fröbel und seiner Biografie, um eine Einordnung in den historischen Kontext vornehmen zu können und zu verstehen, warum die Person Fröbel im Rahmen der Pädagogik des 19. Jahrhunderts eine besondere Stellung einnimmt. Die Entwicklung und Schaffung der Gaben kann vor dem Hintergrund von Fröbels Menschenbild und sein Verständnis von Mathematik und mathematischer Bildung ausreichend gewürdigt werden. Der mathematische „Gehalt“ der Gaben ist für die in dieser Arbeit untersuchten Förderprogramme von essenzieller Bedeutung. Hier wird auf die Zusammenhänge von Mathematik, räumlich-visuellem Vorstellungsvermögen und Intelligenz fokussiert. Gerade das von Fröbel selbst geschaffene didaktische Material wird hier Gegenstand der Untersuchung, da noch nicht erforscht wurde, inwieweit das Material in unterrichtlichen Kontexten Verwendung findet. Sein Material baut aufeinander auf, lässt sich miteinander kombinieren, weil es mathematischen Gesetzen folgt. Insbesondere die dritte Gabe, der aus acht kleinen Würfeln bestehende Würfel, bietet sich in unterrichtlichen Settings an: Mit Hilfe dieser Gabe lassen sich mathematisch-logische Zusammenhänge darstellen. Die Erfahrung folgt unmittelbar dem „Be-greifen“. Das zweite Unterkapitel beleuchtet den Aspekt des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens und dessen Förderung. Diese Konzepte werden untersucht, um zwei Förderprogramme zu entwickeln, deren Wirksamkeit im empirischen Teil der Arbeit überprüft werden soll. Das dritte Unterkapitel zeigt den Stand der Forschung auf. Auch werden hier durch die Betrachtung von Fröbels Leben und Wirken Zusammenhänge zu sonderpädagogischen Fragestellungen aufgedeckt und herausgearbeitet. Fragen zur Rolle Fröbels in der Historiographie der Heil- und Sonderpädagogik lassen sich so beantworten. Kapitel 3 enthält alle Ausführungen zur Pilotstudie. Diese zunächst durchgeführte Einzelfallstudie deutet Trends an. Der methodische Wechsel hin zu einer quantitativen Studie erfolgt, um die aufgefundenen Trends zu überprüfen und um den Unzulänglichkeiten des Messinstrumentes zu begegnen: Das Instrumentarium der Pilotstudie hat nicht das gemessen, was es messen sollte. In Kapitel 4 wird diese zweite empirische Studie (Hauptstudie) vorgestellt. Insgesamt liefert der empirische Teil dieser Arbeit Ergebnisse auf die Frage, ob die entwickelten Förderprogramme zur räumlich-visuellen Wahrnehmung positive Rückschlüsse auf eine Leistungssteigerung in diesem Bereich

---

erzeugen. Beide empirischen Studien werden durchgeführt, um belastbare Aussagen über die Wirksamkeit des Einsatzes der dritten Fröbel-Gabe im Förderkontext an einer beruflichen Förderschule zu bekommen. Es handelt sich dabei um die empirische Überprüfung zweier entwickelter Förderprogramme zur Steigerung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens. Kapitel 5 ist besteht aus der Zusammenfassung und Ableitung der Konsequenzen für Theorie und Praxis sowie dem damit verbundenen Ausblick. Während erstere Unterkapitel wichtige Ergebnisse der Arbeit zusammenfassen, zeigt der Ausblick bereits weitere, fehlende Forschung in Bezug auf Fröbel und sein Material auf.

## 2 Theoretischer Teil

Zunächst soll Friedrich Fröbel mit seiner Biografie, seinem Verständnis von Mathematik sowie dem aus diesem Verständnis heraus entwickelten System von „Spiel- und Beschäftigungsmitteln“ vorgestellt werden. Daran schließt sich die Betrachtung der für diese Arbeit notwendigen Grundlagen des Erlernens von Mathematik im Hinblick auf das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen samt Betrachtungen zu Fördermöglichkeiten und Fördergrenzen in diesem Bereich an. Nach der Synopse zum Forschungsstand folgt die Darstellung zu den für den zweiten, empirischen Teil, notwendigen Forschungsfragen. Methodisch handelt es sich bei dieser Vorgehensweise um einen hermeneutisch-interpretativen Ansatz (vgl. Danner, 2006), der im historischen Teil vor allem mit Primär- und mit Sekundärtexten arbeitet. Die Leitfrage, die die Berechtigung des historischen Teils ausmacht, ist die Frage nach der Anwendbarkeit und dem Nutzen von didaktischem Fröbel-Material zur Förderung räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens. Um diese Fragestellung für die theoretischen Grundlagen zu präzisieren, wird herausgearbeitet, welches Mathematikverständnis Fröbel hat und wie dies die Gestaltung der Gaben und das Gabensystem beeinflusst. Weiterhin soll in diesem Zusammenhang geklärt werden, was unter räumlich-visuellem Vorstellungsvermögen zu verstehen ist und wie dies im schulischen Setting gefördert werden kann. Dies führt schließlich zu der Frage, ob Fröbel-Material bereits in sonderpädagogischen Kontexten eingesetzt wurde und mit welchen Ergebnissen dies empirisch begleitet worden ist. In der Zusammenschau geht es im theoretischen Teil um die Beantwortung der folgenden Leitfrage: Ist der Umgang mit einem bestimmten Fröbel-Material geeignet, das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen positiv zu beeinflussen?

Zur Bearbeitung der Leitfrage, wird diese in folgende Unterfragen aufgeteilt:

- Welches Mathematikverständnis hat Fröbel und wie fließt es in das System der Gaben ein?
- Was bedeutet räumlich-visuelles Vorstellungsvermögen und dessen Förderung im mathematischen Setting in der Schule?
- Wie wurde Fröbel-Material in der Sonderpädagogik eingesetzt und empirisch begleitet?

Die Beantwortung der Unterfragen beantwortet in Summe die Leitfrage und bildet damit die Voraussetzung für den zweiten, empirischen Teil dieser Arbeit, in dem es um die praktische Überprüfung der erstellten Förderprogramme geht.

## 2.1 Friedrich Fröbel: Biografie, Mathematikverständnis und das System der Gaben

In diesem Kapitel wird die erste Unterfrage „Welches Mathematikverständnis hat Fröbel und wie fließt das in das System der Gaben ein?“ beantwortet. Zunächst erfolgt ein kurzer Abriss von Fröbels Biografie, um seinen Werdegang zu verstehen. Dieser wird in die Pädagogik des 19. Jahrhunderts eingebettet und zeigt auf, in welcher Zeit Fröbel seine Ideen, beeinflusst von pädagogischen und philosophischen Strömungen, entwickelt. Daran anschließend wird dargestellt, aus welchen Quellen sich Fröbels Mathematikverständnis speist und welche mathematischen Möglichkeiten im System der Gaben enthalten ist.

### 2.1.1 Leben und Werk Friedrich Fröbels

#### 2.1.1.1 Kriterien der Literaturrecherche

Bei hier verwendeten historischen Primärtexten handelt es sich ausschließlich um von Fröbel erzeugte Schriften, die entweder im Original, in Transkriptionen Dritter oder online vorliegen (z.B. Fröbel, 1826; Heiland, 2008). Auf Grundlage dieser Werke wird im Folgenden eine kurze Darstellung der Biografie Friedrich Fröbels gegeben. Da die Darstellung von Fröbels Lebenslauf nicht ausschließlich anhand von Originalquellen, sondern unter Verwendung von Sekundärliteratur erfolgt, kann an vielen Stellen nur vermutet werden, inwieweit dieser oder jener Lebensabschnitt auf Fröbel in der Art einwirkte, dass er später in seinem Leben an die Erfindung der Spielgaben dachte. Die Einschränkung auf Sekundärquellen erfolgt aus zeitpragmatischen Gründen. Fröbels Originalschriften zu seinem Leben umfassen nicht seine gesamte Lebensspanne. Allerdings soll der Rückgriff auf zwei wesentliche Originalquellen nicht vorenthalten werden. Fröbel äußert sich selbst in zwei Briefen über sein bis dahin gelebtes Leben. Der erste ist 1827 *an den Herzog von Meiningen* adressiert (Fröbel, 1827a). Dieser Brief ist sehr aufschlussreich, da Fröbel hier ausführlich autobiographisch einen Teil seines Lebens zusammenfasst. Das Schriftstück bildet den Zeitraum von Fröbels ersten

Kindheitserinnerungen bis ca. 1814 ab, nachdem er als Freiwilliger bei den Lützower Jägern am Befreiungskrieg gegen Napoleon teilgenommen hat und daran anschließend in Berlin sein „Naturstudium“ fortsetzt. Neben diesem Brief existiert ein weiteres Schreiben, in dem Fröbel Auskunft über sein Leben gibt. Dieser Brief wird 1828 an den Philosophen Karl Christian Friedrich Krause in Göttingen (Fröbel, 1828) geschrieben. Der wesentliche Inhalt des Briefs kreist um eine Lebensbetrachtung Fröbels, in dem ähnlichen Punkte wie im Brief an den Herzog von Meiningen Erwähnung finden. Beide Briefe werden 25 bzw. 24 Jahre vor seinem Tod geschrieben. Sie enthalten die umfassendste Darstellung seines Lebens in der Rückblende. Naturgemäß fehlen die daran anschließenden Lebensjahre. Deshalb werden zwei neuere und verlässliche Werke der Sekundärliteratur, die den Lebensweg Fröbels beschreiben, für die Nachzeichnung des Lebenswegs herangezogen: Helmut Heilands Monographie (1982a) wird deshalb ausgewählt, weil Heiland als langjähriger Leiter der Fröbel-Forschungsstelle an der Universität Essen-Duisburg die verfügbaren Quellen benennt und diese in diesem Werk der heutigen Zeit zugänglich macht. Das Werk stellt Fröbels Leben kompakt und gleichzeitig umfassend dar. Die zahlreichen Abbildungen erlauben es, ein Bild von Fröbels Leben zu erhalten und ergänzen die vom Autor erfahrenen Eindrücke auf Studienreisen zu den Originalschauplätzen. Das Buch von Sigurd Hebenstreit (2003) wird ausgewählt, weil es als umfassendes Werk die bislang neueste biographische Arbeit über Fröbels Leben und Wirken darstellt. Außerdem existiert eine weitere Biographie von Marie-Anne Kuntze, die für das 1930 erschienene Buch bereits Einsicht in die Tageblätter nimmt und dessen zweite Auflage 1952 erscheint (Kuntze, 1952). Dieses Werk ist eine wichtige Grundlage für Heilands Monografie, enthält teilweise ausführlichere Darstellungen zu einzelnen Aspekten und ergänzt somit die oben aufgeführte erste biographische Beschreibung von Fröbels Leben. Neben diesen drei Werken existieren weitere, wesentlich ältere Biographien, die zum Teil ausführlicher sind (z.B. Prüfer, 1913), zum Teil nicht besonders quellenkritisch erarbeitet worden sind (z.B. Lange, 1862a; vgl. Heiland, 1992). Eine ausführliche Darstellung von Fröbels Leben kann und soll hier aus Platzgründen nicht vorgenommen werden, da sie dem Forschungsaspekt, den diese Arbeit verfolgt, nicht unmittelbar dienlich ist. Das wesentliche Interesse an der Darstellung von Fröbels Leben liegt im Anspruch auf Vollständigkeit begründet, den diese Arbeit nur erlangen kann, wenn auch die Biografie in Grundzügen dargestellt wird.

### 2.1.1.2 Fröbel innerhalb der Pädagogik des 19. Jahrhunderts

Leben und Wirken Fröbels finden zeitlich vom Ende des 18. Jahrhunderts bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts statt. Er fällt damit theoriegeschichtlich in die Zeit zum Ende „des deutschen Idealismus ... und [den Beginn] der internationalen Reformpädagogik“ (vgl. Oelkers, 1989). In diesem Zeitraum „entsteht ... das moderne Schulsystem und eine ebenso leistungsfähige wie flexible Schulpädagogik“ (Oelkers, 1989, s. Klappentext). Es handelt sich also um eine Periode, in dem die Weichen der modernen Erziehungswissenschaft gestellt werden:

„In einem bestimmten Sinne steht das 19. Jahrhundert also ganz unter dem Einfluß der großen Entwürfe, aber nicht des deutschen Idealismus, auch nicht der Ansätze einer empirischen Erziehungswissenschaft, sondern der Theorien von Rousseau und Pestalozzi (später auch von Fröbel), die den Bezugspunkt für die meisten Legitimationen und Zielsetzungen der Erziehung abgaben“ (Oelkers, 1989, S. 5 (Hervorheb. i. Orig.)).

Stehen zeitlich zu Beginn der pädagogischen Arbeit Fröbels theoriegeschichtlich noch „Gottesfurcht und Verbesserung der Sitten“ (Kirchhof 1771, zit. in: Oelkers, 1989, S. 13) im Vordergrund pädagogischer Bemühungen, so wandelt sich das Verständnis der Pädagogik im Laufe der Jahrzehnte und beeinflusst durch die Aufklärung (vgl. Oelkers, 1989, S. 14) hin zu einer eigenständigen Erziehungswissenschaft, die sich nicht, „wie alle anderen Teilgebiete der Philosophie, zur Normalform der Wissenschaft im 19. Jahrhundert, nämlich zur methodisch disziplinierten Erfahrungswissenschaft nach dem Vorbild der Physik“ (Oelkers, 1989, S. IX) entwickelt. Es werden dabei die Fragen nach der Schule und ihrer Organisation diskutiert. Auch Inhalte, die die Schule vermitteln sollte, stehen zur Debatte. Demgegenüber bleiben Fröbels Beiträge zu einer „Pädagogik der Schule [...] zu Lebzeiten Fröbels unbeachtet. Und die Wirkungsgeschichte der Pädagogik Fröbels, die ja bestimmt wurde durch Fröbels Spieltheorie und Kindergartenkonzeption, ließ daher auch seine Äußerungen über Schule und Unterricht außer Acht“ (Heiland, 1993, S. 4). Eine fundierte Analyse zu „Fröbel und die Pädagogik“ liefert Bode in ihrem Aufsatz „Friedrich Fröbels Erziehungsidee und ihre Grundlage“ (Bode, 1925), den Heiland „zu den wichtigsten Arbeiten über Fröbel“ (Heiland, 1972, S. 67) zählt. Anhand dieser Arbeit lässt sich nachvollziehen, durch wen Fröbels Gedanken beeinflusst werden. Hier sind vor allem „Jean Pauls ‚Levana‘ und Sailers ‚Pädagogik‘“ als Werke, die sich in seinem Besitz (und Nachlass) befinden, zu nennen (vgl. Bode, 1925, S. 171). Weiterhin sind Ideen von Kant, Schiller und Fichte zu entdecken, die mit Fröbels Ideen identisch sind: „Beiden [Fichte und Fröbel, NR] sind Wesen und Ziel des Menschen, [sic!] sowie die Mittel, es zu erreichen, gleich“ (Bode, 1925, S. 172). Fröbels

Erziehungsprinzip ist die Selbsttätigkeit des Individuums, das im vorgegebenen Rahmen eigenständig handelt und sich dabei vor allem in der frühkindlichen Phase des Spiels als Arbeits- und Ausdrucksform bedient (vgl. Bode, 1925, S. 173). Tab. 1 zeigt auf, welche Gedanken zur Erziehung und Bildung von Fröbel adaptiert werden.

Tab. 1: Ideen zur Erziehung vor Fröbel (Spalten „Wer“ und „Was“ nach Prüfer 1911, in: Bode, 1925, S. 173ff.)

<b>Wer</b>	<b>Was</b>	<b>Bedeutung für Fröbel</b>
Michel de Montaigne (1533-1592)	- Forderung naturgemäßer Erziehung für Schulkinder  - Beobachtung von spielenden Kindern	- naturgemäße Erziehung von Geburt an  - Spiel als Ausdrucksform des Kindes im Säuglings- und Kindergartenalter
Johann Amos Comenius (1592-1670)	- Naturgemäße Erziehung durch Vergleich mit der Natur  - Forderung nach „Mutterschule“ für die ersten sechs Lebensjahre	- Natur als „Miterzieherin“  - Erfindung des Kindergartens (trotz ähnlicher Idee keine Ähnlichkeit mit Comenius)
Jean Jacques Rousseau (1712-1778)	- Verständnis für das Wesen des Kleinkinds (Grundlage der heutigen Frühpädagogik)  - Betonung des Spiels	- frühkindliche Phase als eigene Entwicklungsstufe  - Betonung der Bedeutung des Spiels
Christian Heinrich Wolke (1741-1825)	- Bedeutung der Mütterbildung  - Kugel, Walze, Würfel und Kegel als Spielmaterialien	- Mutter als erste und wichtigste Bezugsperson für das Kind  - Erfindung umfangreichen didaktischen Materials (unterscheidet sich von Wolke in der Ausgestaltung fundamental]
Johann Heinrich Gottlieb Heusinger (1766-1837)	- Auffassung von „Spiel“ und „Beschäftigung“ wie Fröbel	- Gedanken können übernommen, oder eigenständig entwickelt worden sein
Bernhard Heinrich Blasche (1766-1832)	- Bedeutung der Handfertigkeit in der Früherziehung  - Kinderbeschäftigungen mathematisch fundiert	- Spiel- und Beschäftigungsmittel zur Schulung der Motorik  - Gaben bauen auf mathematischen Gegebenheiten auf
Johann Heinrich Pestalozzi (1746-1827)	- Entwicklung der natürlichen Kräfte des Menschen; Mensch zur Selbsthilfe befähigen  - Mutter als „wahre“ Erzieherin	- „selbsttätige Anschauung“ als „Urprinzip der Menschenbildung“  - Mutter als erste und wichtigste Bezugsperson für das Kind

Bode (1925) sieht in Fröbels Pädagogik eine Unabhängigkeit von anderen philosophischen und pädagogischen Strömungen, die teilweise zwar Ähnlichkeiten zu Fröbels Gedanken aufweisen, sich aber im Kern dennoch unterscheiden:

„das ihm nicht Zusagende glitt von ihm an, das ihm Wesensverwandte ‚assimilierte‘ er unmittelbar. Selbstständig ist auch Fröbels pädagogische Leistung, begründet durch seine eigene Philosophie und doch auch dieser gegenüber von eigenständigem Wert“ (Bode, 1925, S. 177f.).

Die Abgrenzung seiner Philosophie nimmt Fröbel selbst vor und tut dies anhand der von ihm entwickelten Sphärephilosophie (vgl. Bode, 1925, S. 176f.). Diese Abgrenzung erfolgt gegenüber den Materialisten, Idealisten (Schwärmer, Mystiker wie Fichte, Böhme), Atomisten, Naturphilosophen (z.B. Schelling) und kritischen Philosophen (z.B. Kant). Fröbel sieht sich selbst als „Sphäristen“ und sieht Rousseau und Pestalozzi ebenfalls als diejenigen an, „welche den Menschen in seiner ganzen Totalität in die Augen zu fassen und darzustellen sich bemühen [...] Die (echten) Magiker, die Sphäriker“ (aus: Fröbels Tageblätter 1816 (6. Sept.), V92b-93a, zit. in: Bode, 1925, S. 177). Die Bedeutung der Fröbel-Pädagogik ist für das 19. Jahrhundert nicht gut sichtbar, scheint er doch direkt mit seinen Schriften nur wenig Einfluss auf die entstehende Erziehungswissenschaft zu haben. Oelkers (1989) sieht Rousseaus und Pestalozzis (der stets im Verbund mit Fröbel erwähnt wird) Verdienste um die Entstehung einer Erziehungswissenschaft als Ausgangspunkte für das Wirken nachfolgender Philosophen und Pädagogen an. Rousseau, Pestalozzi und Fröbel haben ähnliche Ansichten, z.B. zur „Natur des Menschen“, unterscheiden sich aber durch „das Arrangement der idealen Erziehung“: Während Rousseau „von der Natur des empfindsamen und lernenden Kindes“ ausgeht, sieht Pestalozzi die „Gemeinschaftserfahrung der Familie und des Hauses“ im Zentrum der Erziehung (vgl. Oelkers, 1989, S. 23). Fröbel vereinigt beide Ideen, indem er bei den Bedürfnissen des Kindes ansetzt, die das Kind aber nur dann entfalten kann, wenn die es umgebenden Erwachsenen dem Kind einen Rahmen vorgeben, die „liebend leitende Umgebung“ (Fröbel, 1826, S. 95). Während die frühen Protagonisten der entstehenden Erziehungswissenschaft diese theoretisch zu begründen versuchen, arbeitet Fröbel praktisch, gründet Erziehungs- und Bildungseinrichtungen und hebt den Kindergarten aus der Taufe. In seinem Werk lassen sich dazu theoretische Ausführungen auch zur Schule nachweisen. Heiland legt 1993 ein Buch vor, in dem er systematisch die Bezüge Fröbels zur Schulpädagogik herausarbeitet (vgl. Heiland, 1993). Danach arbeitet Fröbel bereits 1805 gedanklich mit Pestalozzis Theorie methodischer Elementarbildung und versucht, diese auch politisch zu verbreiten (vgl. Heiland, 1993, S. 15ff.). Dennoch bleibt der Beitrag Fröbels zur Schulpädagogik im „wesentlichen auf den Elementarbereich beschränkt. Dabei ist die Orientierung Fröbels an Pestalozzis Theorie der Elementarbildung unverkennbar“ (Heiland, 1993, S. 15). An gelehrten Disputen über Philosophie, Erziehung und Pädagogik nimmt Fröbel lediglich als Student in seinen

jüngeren Jahren und während der Besuche bei Pestalozzi in der Schweiz teil. Korrespondenz mit frühen Pädagogen (z.B. Schleiermacher, Blasche (Fröbel, 1818, 1821, 1827b) sind nachweisbar, aber noch nicht ausreichend aufbereitet, so dass hier keine Aussage getroffen werden kann, inwieweit Fröbels Gedanken im öffentlichen Diskurs Eingang finden.

### 2.1.1.3 Fröbels Leben

Friedrich Wilhelm August Fröbel, geboren am 21. April 1782 in Oberweißbach im heutigen Thüringen, ist ein naturwissenschaftlich ausgebildeter, pädagogischer Autodidakt, der der Welt durch die „Erfindung“ des Kindergartens in Erinnerung bleibt. Sein mathematischer Werdegang beginnt im elterlichen Garten, dessen Grenzen durch den ihn umgebenden Zaun markiert sind. Innerhalb des Gartens schult der junge Friedrich seine Beobachtungsgabe an den Tieren und Pflanzen. Er erkennt Muster und Regelmäßigkeiten, die ihn als Produkte der Natur von Beginn an faszinieren:

„Mit unsäglicher Wonne Betrachtung der Tulpen. Innigste Freude an ihrer Regularität. Auffallendheit der sechs Blumenblätter, der dreischneidigen Samenkapsel. Innigste Freude über die kleinen Blümchen Geran. robert [Geranium robertianum, dt. Ruprechtskraut, Stinkender Storchschnabel, NR]; dies als allererstes, das meine Aufmerksamkeit auf sich zog; auch die Bellis [dt. Gänseblümchen, NR]. Innigste Freude über die weibliche Blüte der Haselnuß; ihre herrlichen Farben; Freude über Lindensamen. Alles Sorgende, Liebende daran erfüllt mich mit Achtung. Zergliederung von Bohnenkernen in Oberweißbach, in der Hoffnung, Aufschluß [sic!] zu finden“ (Fröbel zit. in: Kuntze, 1952, S. 13).

Friedrich Fröbel besucht zunächst die Grundschule in Oberweißbach und in Stadtilm und beginnt 1797 eine Lehre als Forstgeometer beim Förster Witz in Hirschberg an der Saale (vgl. Kuntze, 1952, S. 15): „er kam hier wenigstens mit der Natur in Berührung“. Andere Berufsausbildungen kommen aus verschiedenen Gründen nicht in Frage. Die Ausbildung in einem ökonomischen Fach hätte Fröbel interessiert. Eine solche ist dem Vater zu teuer (vgl. Kuntze, 1952, S. 14ff.). Nach der ungefähr zweijährigen Lehre, während dieser sich Fröbel auch theoretisch mit Hilfe von Büchern weiterbildet, nimmt er ein Studium an der Universität Jena auf, an der einer seiner Brüder ebenfalls eingeschrieben ist. Das wurde durch eine kleine Erbschaft möglich. In Jena „hörte er naturwissenschaftliche Vorlesungen bei Gerstenbergk und Batsch“ (Kuntze, 1952, S. 18). Es handelt sich hierbei um Georg Friedrich Konrad Ludwig Müller von Gerstenbergk (1760-1838) einen Regierungsrat, Dichter und Archivar sowie um August Johann Georg Karl Batsch (1761-1802), einen Botaniker, Mediziner und Schriftsteller. Fröbel verlässt die Universität 1801 aus Geldmangel und beginnt „im Frühling 1802 seine erste berufliche Stelle als

Forstamtsaktuar“ (Kuntze, 1952, S. 19). 1803 wechselt er die Stelle und arbeitet als Feldvermesser in Oberfranken. Dort hat er mit Mathematik in der Natur zu tun und übt Vermessungstätigkeiten aus (vgl. Kuntze, 1952, S. 21f.). Nach dem Weggang aus Oberfranken und der Aufnahme einer Tätigkeit als Hauslehrer in der Frankfurter Patrizierfamilie von Holzhausen, lebt und arbeitet Fröbel von 1808 bis 1810 mit seinen Frankfurter Schützlingen bei Pestalozzi in Iferten/Schweiz, wo er gleichzeitig Kollege und Schüler des weltbekannten Pädagogen ist. „Fröbel erlebt die Erziehungsanstalt Pestalozzis 1808 auf dem Höhepunkte ihres internationalen Ruhms“ (Heiland, 1982a, S. 31). Jedoch stürzt „Fröbel in eine tiefe Lebenskrise“ (Boldt & Eichler, 1982, S. 35), im Verlaufe des Aufenthalts in Iferten, deren Auslöser die Ereignisse an der Erziehungsanstalt sind:

„Pestalozzis Anstalt, die seinen Weltruhm begründete hatte, zeigte für den, der dazu gehörte, unübersehbare Zeichen des Verfalls. Unordnung und Undiszipliniertheit in den Klassen, Streit und Intrigen unter den Lehrern hatten zum Teil ihre Ursachen in der mangelhaften Eignung Pestalozzis zur Leitung der Anstalt. Der Hauptgrund ist wohl darin zu sehen, daß die Anstalt – unter dem Druck der Umstände – von ihrer ursprünglichen Bestimmung, eine Schule der Armen und Elenden des Landes zu sein, zu einer 'Modeschule für Reiche' (Prüfer) geworden war, die auf den Zuspruch (zahlungsfähiger) Schüler und Besucher aus vielen Ländern Europas angewiesen war“ (Boldt & Eichler, 1982, S. 35f.).

Heiland nennt als Hauptgrund für die von Boldt und Eichler (1982) angesprochenen „Intrigen“, die er als „Spannungen“ titulierte, die „unterschiedlichen Charaktere Niederer und Schmid“ (Heiland, 1982a, S. 31), zweier Pädagogen an der Erziehungsanstalt: „Beide waren davon überzeugt, Pestalozzi zu lieben und ihm dienen zu wollen, beide schadeten ihm, verbitterten seine letzten Lebensjahre und waren der Anlaß [sic!] zum endgültigen Scheitern auch dieses Unternehmens“ (Osann, 1956, S. 54). Zum Zerwürfnis mit Pestalozzi kam es in Folge der Auswirkungen auf Pestalozzis Ansinnen, seine „Methode“, die in Iferten praktiziert wurde, behördlich überprüfen zu lassen:

„Pestalozzi hatte die Landesbehörde gebeten, eine Beurteilung der in Iferten praktizierten Methode vorzunehmen und erhoffte sich ein günstiges Ergebnis. Niederer war für, Schmid gegen eine entsprechende Überprüfung. Der Bericht des Sachverständigen Girard fiel negativ aus. Daraufhin verschärften sich die Spannungen zwischen dem praktischen Reformen Schmid und Niederer“ (Heiland, 1982a, S. 31).

Da Pestalozzi sich eher zu Niederer bekennt (vgl. Heiland, 1982a, S. 31), Fröbel allerdings zu Schmid tendiert, kommt es zum Konflikt: Fröbel beklagt sich „über Unordnung in den Klassen, Mängel des Unterrichts, mangelnde Disziplin und ‚Vernachlässigung der religiösen und sittlichen Bildung‘“ (Osann, 1956, S. 57) und damit indirekt über Niederer, „der den Religionsunterricht gab“ (Osann, 1956, S. 57). Er bringt

seinen Unmut in der „Pädagogischen Gesellschaft“, dem „Religiösen Komitee“ und Pestalozzi selbst vor. Ihm werden Versprechungen gemacht, dass sich etwas ändere, was aber in der Folgezeit nicht geschieht. „Pestalozzi fand seine [Fröbels, NR] Ausfälle gegen Niederer ‚zu heftig‘“ (Osann, 1956, S. 57). Fröbel kann Niederer nicht folgen, weil er dessen „spekulative Interpretation der Elementarmethode [E.] wegen ihrer geringen Bindung an Erfahrung ablehnte“ (Heiland, 1982a, S. 31).

„Elementarmethode (elementarische Methode) heißt derjenige Lehrgang, der von den ersten Grundlagen der menschlichen Erkenntnis ausgeht; nach Pestalozzi (s. d.) dasjenige Lehrverfahren, das in der Zerlegung zusammengesetzter Begriffe und Sätze, in der Veranschaulichung abstrakter Begriffe, in der Anregung des eignen Beobachtens und Nachdenkens der Schüler den Schwerpunkt der Lehrtätigkeit sieht. Für die Pflege einer gesunden E. im Jugendunterricht ist unter den Nachfolgern Pestalozzis namentlich Diesterweg (s. d.) mit Erfolg eingetreten. Die wichtigste Forderung der E. besteht darin, daß der Lehrer stets von Anschauung und Erfahrung des Schülers ausgeht und daraus mit diesem in naturgemäßem Fortschritte Begriffe und Urteile entwickelt; daher wird die E. auch als elementarisch entwickelnde oder Methode der Anschauung (méthode intuitive) bezeichnet. Um die psychologische Begründung und Ausgestaltung der E. haben Herbart (s. d.) und seine Schüler sich besonders erfolgreich bemüht“ (Meyer, 1903, S. 698)

Zu Schmid hingegen fühlt er sich hingezogen, da Fröbel dessen „unterrichtspraktische Klärung der Elementarmethode“ (Heiland, 1982a, S. 31) anerkennen kann. In der Folge dieses Konflikts verlassen die Lehrkräfte, die auf Schmid's Seite stehen, die Erziehungsanstalt in Iferten. Fröbel geht 1810, nachdem er den Vater der drei von Holzhausen-Brüder schriftlich bittet, seine Kinder aus der Schweiz zurückzurufen, zurück nach Frankfurt. Die grundsätzliche Ursache für das Zerwürfnis zwischen Pestalozzi und Fröbel scheint demnach die Diskrepanz zwischen dem eigentlichen pädagogischen Ansatz von Pestalozzi und dessen Umsetzung durch ihn und vor allem seine Mitarbeiter in der Erziehungsanstalt in Iferten gewesen zu sein. Fröbel scheint enttäuscht von der Praxis, da er erkennt, dass es „[u]nter Pestalozzis Lehrern und Erziehern [...] sowohl das Bestreben [gab], die Mängel aufzudecken und auf Veränderungen zu drängen, als auch Selbstzufriedenheit und ein auf die Wahrung des äußeren Scheins Bedachtsein“ (Boldt & Eichler, 1982, S. 36). Fröbel stört an Pestalozzi vor allem dessen Umgang in dieser Angelegenheit: Er hat andere Ansichten als sein Vorbild. Da Fröbel nach Bitten um Veränderungen bei Pestalozzi keinen Erfolg sieht, fühlt er sich gekränkt und zurückgewiesen. Auf Pestalozzis Versuche, sich wieder mit Fröbel gut zu stellen, lässt letzterer sich nicht ein. Unter dem Bruch leidet auch Fröbels Einstellung zur pädagogischen Theorie Pestalozzis: Fröbel erkennt für sich, dass die „Erziehung ... nicht der Willkür des Menschen [unterliegt], sondern [...] strengen Gesetzen [folgt]. Diese gesetzmäßige Entwicklung des Menschen, der die Erziehung

entsprechen muß [sic!], ist einer der wesentlichen Punkte, in denen Fröbel über seinen Lehrer hinausgehen wird, indem er sich an die Besonderheiten der einzelnen Entwicklungsstufen heranarbeitet und ihre Aufeinanderfolge zu klären sucht“ (Boldt & Eichler, 1982, S. 37):

„... der Unwille Fröbels gegen die mehr und mehr zunehmende Entfernung Pestalozzis von seinem ursprünglichen Ziel, der Schaffung einer naturgemäßen Elementarbildung, hatte [...] dazu geführt, daß Fröbel allmählich kritischer gegen Pestalozzis pädagogische Bestrebungen wurde ...“ (Prüfer, 1920, S. 19).

Fröbel erkennt das Potenzial der Gedanken, der Theorie Pestalozzis, findet die Umsetzung in der Praxis aber nicht brauchbar:

„Über die Anfänge aller menschlichen Bildung hatte er [Pestalozzi, NR] nachgesonnen, einen naturgemäßen Elementarunterricht zu schaffen, dazu war er berufen. Darin lag seine Stärke, darin seine Größe. Eine Musterschule aber für höheren Unterricht zu schaffen, das war Pestalozzi nicht gegeben. Er verlor gleichsam sich selbst und damit den inneren Halt, die ruhige Sicherheit seines Wesens, als ihn das Schicksal – Glück kann man es nicht nennen – an diesen Platz stellte“ (Prüfer, 1920, S. 17).

Pestalozzi – wie auch Fröbel – nehmen an, dass nicht der Erzieher das Entwicklungsziel festlegt und alles dafür tut, dass sein Zögling sich daraufhin entwickelt, vielmehr gehen sie davon aus, dass der Erzieher nur eine begleitende Rolle einnimmt, die den Zögling beim Entwickeln seiner in ihm befindlichen Anlagen unterstützt. Auch im Punkt des Zeitraumes der Anwendung der Pestalozzi'schen Elementarmethode ist Fröbel anderer Ansicht als der „Meister“: „Fröbel [...] hatte [...] entschieden davor gewarnt, Pestalozzis Unterrichtsmethode gleich auf das früheste Alter anzuwenden. Das Kind vom ersten bis zum siebten oder achten Lebensjahre“ (Boldt & Eichler, 1982, S. 38) brauche zunächst einen Fundus an Fähigkeiten und Fertigkeiten für die Orientierung in der Welt. Darauf könne dann aufgebaut werden – auch mit Hilfe von Pestalozzis Elementarmethode. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Fröbel von der Theorie der Pestalozzi'schen Elementarmethode zwar angetan aber von der Praxis, der Umsetzung in der Erziehungsanstalt in Iferten, enttäuscht ist. Da er dort keine Chancen sieht, dass die Praxis sich an die Theorie anpasst und Pestalozzi die Fehler der Anstalt lieber „zu vertuschen und zu bemänteln“ (Prüfer, 1920, S. 17) versucht, um nicht in finanzielle Nöte zu geraten, sucht Fröbel nach einem Ausweg, der ihn samt seiner drei Zöglinge wieder zurück nach Frankfurt bringt. Die bereits in Frankfurt an der Musterschule und in der Schweiz vertieft erfahrene Elementarmethode beeinflusst Fröbel allerdings „bis in die Spielgaben- und Kindergartenphase seines Lebens“ (Heiland, 1982a, S. 30). Fröbel übernimmt Wesenszüge der Elementarmethode aber nicht komplett, sondern beurteilt diese kritisch

(vgl. Heiland, 1982a, S. 30). Der wesentliche Unterschied zu Pestalozzi ist wie folgt zu beschreiben:

„Pestalozzis Gedanke der naturgemäßen Entwicklung des Kindes durch die [Elementar-, NR] Methode ist ... für Fröbel im Ansatz prinzipiell richtig. [... Aber:] Nicht die Methode soll die kindliche Entwicklung bestimmen, sondern sie hat sich vielmehr der Entwicklung anzupassen“ (Heiland, 1982a, S. 30).

Fröbel selbst sieht das Kind in seiner Entwicklung im Mittelpunkt pädagogischen Bestrebens. Nicht nur die Erfahrung der Elementarmethode beeinflusst Fröbels späteres Wirken. Auch die Bekanntschaft mit Joseph Schmid und dessen Herangehensweise der Vermittlung mathematischer Kenntnisse übt auf Fröbel eine Faszination aus. Schmid publiziert seine Vermittlung von Mathematik im Unterricht in mehreren Büchern. Das Schmid'sche Lehrbuch (Schmid, 1809) zur Geometrie wird und bleibt Fröbel über die Jahre ein treuer Begleiter. Fröbels eigenes Exemplar ist mit zahlreichen Anmerkungen und Einlegblättern erhalten geblieben. Es befindet sich heute im Archiv in der Freien Fröbel-Schule Keilhau/Thüringen:

„An uncut copy of Schmid's book on geometry with numerous inserted sheets and many dated commentaries by Froebel, was to be studied and used by Froebel at least through the years 1808-1828“ (Leeb-Lundberg, 1972, S. 69).

Nach der Rückkehr nach Frankfurt bittet er die Holzhausens von der Entbindung seiner Pflichten und geht er 1811 wieder zum Studium an die Universität nach Göttingen. Dort konzentriert er sich auf das Fach der Mineralogie, wechselt wenig später (1812) an die Universität nach Berlin, wo er 1814 – nach einer Episode als Soldat bei den Lützower Jägern im Krieg gegen Napoleon – als Assistent bei Prof. Christian Samuel Weiss (1780-1856) im Institut für Kristallographie arbeitet. Als einer der führenden Mineralogen und Begründer der geometrischen Kristallographie haben seine Arbeiten großen Einfluss auf Fröbel. Dieser verlässt aus eigenem Antrieb allerdings bereits zwei Jahre später, 1816, den akademischen Betrieb der Universität Berlin und geht in die Nähe seines Geburtsorts zurück, um sich der Kinder seines kurz zuvor verstorbenen Bruders anzunehmen. Zu diesem Zweck gründet er die „Allgemeine Deutsche Erziehungsanstalt“ in Griesheim/Thüringen: „Die Verwirklichung seines Plans, eine Erziehungsgemeinschaft auf dem Lande zu gründen, in der Schule und Leben eins sei, schien durch äußere Umstände gerade jetzt geboten“ (Kuntze, 1952, S. 53). Die ersten sechs Kinder (nur Jungen) in Griesheim sind „neben den drei Söhnen des Bruders Christoph, Julius, Karl und Theodor, und den beiden Söhnen des Bruders Christian Fröbel aus Osterode (Harz), Ferdinand und Wilhelm, noch Christian, der jüngere Bruder Heinrich Langethals“

(Heiland, 1982a, S. 65). Die „Allgemeine Deutsche Erziehungsanstalt“ zieht ein halbes Jahr nach der Gründung nach Keilhau/Thüringen um. 1818 heiratet Fröbel Henriette Wilhelmine Hoffmeister. Fröbel möchte in Griesheim/Thüringen nach der universitären Arbeit wieder als Pädagoge tätig werden, wie er es in den Jahren vorher bereits gewesen ist: „Mein Streben ist Bildner, Menschenbildner, Menschenpfleger, Erzieher zu sein“ (Fröbel zit. in Kuntze, 1952, S. 53). Mit der Gründung der Erziehungsanstalt in Griesheim, die kurze Zeit später nach Keilhau bei Rudolstadt/Thüringen umzieht, tritt Fröbel als Pädagoge mit eigenen Ideen auf den Plan, die er in den kommenden Jahren schriftlich zu formulieren versucht. Mit Gründung der Schule als Lebensraum sowie mit der Verbindung von Unterrichten und Wohnen nimmt Fröbel Aspekte der reformpädagogischen Landschulbewegung vorweg. In den nächsten Jahren widmet sich Fröbel der Detaillierung seiner Idee von Erziehung, wechselt dabei noch ein paar Mal die Orte und gründet eine Reihe von weiteren Institutionen, die nach seinem Weggang meist nicht lange weiterbestehen, da es keine Personen gibt, denen er die Leitung anvertrauen kann oder sich die politische Meinung gegen seine pädagogischen Ideen stellt oder weil schlicht kein Geld da ist (z.B. bei den Gründungen in der Schweiz). Keilhau als Einrichtung bleibt und ist auch heute noch als einzige von Fröbel gegründete Einrichtung in Betrieb: Die „Freie Fröbelschule Keilhau“ ist eine private Gemeinschaftsschule, die über sich angibt, nach der Pädagogik Friedrich Fröbels zu arbeiten (JugendSozialwerk Nordhausen e.V., o. J.). Neben Tageschüler\*innen besuchen auch Internatsschüler\*innen den Unterricht der Schule. Im Laufe seiner weiteren pädagogischen Tätigkeiten, die stets Schule und Unterricht fokussieren, kommt Fröbel zu dem Schluss, dass er sich der frühen Kindheit zuwenden muss. Gerade für das sich entwickelnde Leben sollten besondere Materialien für die Bildung geschaffen werden. Dies sind die Spiel- und Beschäftigungsmittel, die auf Basis der mathematischen bzw. geometrischen Kristallographie ab 1837 serienmäßig hergestellt werden:

„Die von Fröbel schon in der Schweiz geplanten, teils schon dort ausgeführten Spielmittel wurden nun in Blankenburg fabrikmäßig im ‚Geschäftshaus‘ hergestellt“ (Kuntze, 1952, S. 93).

Die Idee zu der Entwicklung der Materialien speist sich aus verschiedenen Quellen: Erstens aus Fröbels eigener Naturbetrachtung und Freude an den Gesetzmäßigkeiten z.B. der Blüten, zweitens aus seinen naturwissenschaftlichen Studien an den Universitäten, drittens aus der Erfahrung seiner Arbeit als Kristallograph (ein Resultat davon ist der im Museum in Bad Blankenburg verwahrte Körperkasten, vgl. Abb. 2, S. 17) sowie viertens um seinem – in der „Menschenerziehung“ formulierten Anspruch „was der

Mensch darzustellen strebt, fängt er an zu verstehen“ (Fröbel, 1826, S. 90) – gerecht zu werden: Die Spielgaben „sind generell so angelegt, dass sie das Kind durch ihre elementaren Formen zum Spielen, Experimentieren und Konstruieren anregen. [...] Fröbels Spielgaben besitzen mit ihrer mathematisch-didaktischen Struktur umfassende Potenzen für die kognitive Entwicklung des Kindes. Die unterstützende Beteiligung des Erwachsenen am Spiel ist dabei unerlässlich“ (Rockstein, 2013, S. 36).



Abb. 2: Exemplar des Körperkastens im Fröbel-Museum Bad Blankenburg

Ursprünglich sind die Spielmittel für den Einsatz in der Familie durch die Eltern gedacht, die diese mit ihren Kindern benutzen sollen. Schnell begreift Fröbel, dass den Eltern neben den Materialien auch Kurse angeboten werden sollten, die sie befähigen, mit ihren Kindern auf angemessene Art und Weise umzugehen. Daraus entwickelt er schließlich die Idee des Kindergartens. Die weltweit erste Einrichtung dieser Art wird 1840, also drei Jahre nach der Aufnahme der Produktion der Spielmittel, in Blankenburg/Thüringen (heute: Bad Blankenburg) gegründet (vgl. Rockstein, 2013, S. 8). Damit hat Fröbel nicht nur eine Institution erfunden, die als Begriff „Kindergarten“ – trotz kurzer Zeit des Verbots durch die preußische Obrigkeit 1851 (s.u.) – Eingang in viele Sprachen findet (vgl. Rockstein, 2013, S. 22, 28). Zum Kindergarten selbst hat er eine Konzeption und Einbettung in eine Erziehungsphilosophie, Spielmaterialien sowie mit der

„Kindergärtnerin“ 1842 einen der ersten Frauenberufe geschaffen (Heiland, 1982a, S. 105ff.). Fröbel ist weiter publizistisch tätig und veröffentlicht 1844 sein zweites großes Werk nach der „Menschenerziehung“, das 1826 erscheint. Dieses Werk betitelt er mit „Mutter- und Koselieder“ (Fröbel, 1844a). Darin versammelt sind Anleitungen, Spiele und Lieder für die ersten Lebensjahre des Kindes. Bereits Pestalozzi verwendet den Begriff der „Menschenerziehung“ in seinem 1799 aus Stans an einen Freund gesandten Brief:

„Schulunterricht ohne Umfassung des ganzen Geistes, den die Menschenerziehung bedarf, und ohne auf das ganze Leben der häuslichen Verhältnisse gebaut, führt in meinen Augen nicht weiter als zu einer künstlichen Verschrumpfungsmethode unseres Geschlechts. Jede gute *Menschenerziehung* fordert, daß das Mutterauge in der Wohnstube täglich und stündlich jede Veränderung des Seelenzustandes ihres Kindes mit Sicherheit in seinem Auge, auf seinem Munde und seiner Stirn lese. Sie forderte wesentlich, daß die Kraft des Erziehers reine und durch das Dasein des ganzen Umfangs der häuslichen Verhältnisse allgemein belebte Vaterkraft sei“ (Pestalozzi, 1927, S. 7f. Hervorh. NR).

Fröbel wählt diesen Begriff für sein Hauptwerk vermutlich aus denselben Gründen wie Pestalozzi: Die „Menschenerziehung“ ist hier als holistischer Ansatz zu verstehen, der sich über die gesamte Lebensspanne und alle Erfahrungsbereiche erstreckt und mit der Geburt beginnt:

„Darum soll und muss das Kind, der junge Mensch, gleich von seinem Erscheinen auf der Erde, gleich von seiner Geburt an, seinem Wesen nach aufgefasst, richtig behandelt und in den freien, allseitigen Gebrauch seiner Kraft gesetzt werden. Nicht soll der Gebrauch einiger Kräfte und Glieder auf Unkosten der andern befördert und diese in ihrer Entfaltung gehemmt, das Kind soll weder teilweise gekettet, gefesselt, gewickelt, noch später gegängelt werden. Den Schwerpunkt, Beziehungspunkt aller seiner Kräfte und Glieder in sich zu finden, in demselben zu ruhen, darin ruhend sich zu bewegen, frei zu bewegen und tätig zu sein, mit eigenen Händen zu greifen und festzuhalten, auf eigenen Füßen zu stehen und zu gehen, mit eigenen Augen zu finden und anzuschauen, alle seine Glieder gleichmäßig, gleichkräftig zu gebrauchen, das soll der junge Mensch, das Kind, früh lernen. Früh soll das Kind die höchste und schwierigste aller Künste: bei aller Abschweifung, Störung und Hemmung doch den Mittel- und Beziehungspunkt seiner Lebensbahn festzuhalten lernen und frühe sie in Anwendung und Ausübung bringen“ (Fröbel, 1826, S. 31).

Die von beiden Pädagogen angesprochene „Menschenerziehung“ beschreibt also zum einen den lebenslangen Zeitraum, in dem auf einen Menschen eingewirkt wird und in dem dieser sich entwickelt und zum anderen die vielfältigen Erfahrungen des Menschen, die die Bildung seiner Persönlichkeit zur Wirkung haben. Die letzten Lebensjahre verbringt Fröbel mit Werbetätigkeiten – insbesondere Vortragsreisen, um die Idee des Kindergartens bekannt zu machen. 1849 gründet er in Bad Liebenstein seine letzte Einrichtung, die „Anstalt für allseitige Lebensreinigung durch entwickelnd-erziehende Menschenbildung“ und setzt dort die in Blankenburg begonnenen

Kindergärtnerinnenkurse fort. Bei dieser letzten von ihm gegründeten Institution handelt es sich um „eine Ausbildungsstätte für angehende Kindergärtnerinnen und gleichzeitig [um] ein Forum, das der zunehmenden Zahl von Besuchern persönlichen Kontakt zu Friedrich Fröbel erlaubt“ (Hebenstreit, 2003, S. 57). 1851 nimmt Fröbel zwölf Jahre nach dem Tod seiner ersten Ehefrau Wilhelmine, Luise Levin zu seiner zweiten Ehefrau. Im gleichen Jahr wird der Kindergarten vom preußischen Staat verboten. Zu diesem Verbot kommt es, weil die preußische Obrigkeit aus einer Broschüre von Friedrich Fröbels Neffen Karl Fröbel glaubte herauslesen zu können, dass „die Kindergärten einen Teil des Fröbel’schen sozialistischen Systems [darstellen], das auf Heranbildung der Jugend zum Atheismus berechnet ist“ (Müller, 1929, S. 59f.). Dies kann die auf Gottes Gnaden gründende Monarchie nicht zulassen. Fröbel stirbt „ohne Kampf und ohne Schmerz“ (von Portugall, 1905, S. 33), nicht ohne vorher vergeblich gegen das Verbot Einspruch erhoben zu haben, am 21. Juni 1852 und wird auf dem Friedhof in Schweina/Thüringen beigesetzt. Erst acht Jahre nach seinem Tod nimmt Preußen das Kindergartenverbot zurück. Die Lebensdaten Friedrich Fröbels in der folgenden Tabelle stammen im Wesentlichen aus Brodbeck, 2015, S. 87ff.; Fröbelverein e.V. Bad Blankenburg, o. J., S. 46; Hebenstreit, 2003; Heiland, 1982a. Die biographischen Daten, die für die Entwicklung Fröbels zum Mathematikdidaktiker relevant sind, werden hier in Kurzform dargestellt, denn für diese Arbeit interessiert der mathematische Werdegang Fröbels im Hinblick auf die Fragestellungen. Grau hervorgehoben sind die Daten, die Fröbels mathematisches Verständnis in besonderer Weise beeinflusst haben könnten. Daraus wird deutlich, dass er über verschiedene Wege zur Mathematik findet.

Tab. 2: Tabellarische Übersicht über wichtige Lebensdaten Friedrich Fröbels

Datum	Ereignis
21. April 1782	Geburt im Pfarrhaus in Oberweißbach/Thüringen als sechstes und jüngstes Kind
7. Februar 1783	Tod der Mutter
22. Juli 1785	2. Heirat des Vaters mit Friederike Sophie Otto
1786	Geburt des Stiefbruders Karl Popo; Stiefmutter wendet sich von Friedrich ab
1792	Geburt der Stiefschwester Johanna Sophie; Stiefmutter beschäftigt sich nur noch mit ihren eigenen Kindern
1789-1799	Fröbel besucht die Elementarschulen in Oberweißbach (Mädchenschule) und Stadtilm (ab 1792); Erster Kontakt mit schulisch vermittelter mathematischer Bildung; später Erwerb weiterführender Mathematikkenntnisse
1797-1799	Lehre als Forstgeometer in Hirschberg an der Saale bei der Försterei Juchhöh; in der Praxis und im Selbststudium befasst er sich mit mathematischen Themen
1799-1801	Wintersemester: Studium der Naturwissenschaften in Jena; Erster universitärer Kontakt mit (damals) aktuellen mathematischen Problemen

10. Februar 1802	Tod des Vaters
1802-1805	Tätigkeiten in Forst- und Landwirtschaft (Forstamtsakutar in Baunach und Bamberg; Privatsekretär auf Gut Groß in Miltzow bei Neubrandenburg; praktische Mathematik als Landvermesser)
1805-1806	Lehrer an der Pestalozzi-Musterschule in Frankfurt am Main; erster Besuch bei Pestalozzi in Ifferten (Ifferten, Yverdon); erste Erfahrungen mit der Vermittlung von mathematischen Inhalten
1806-1811	Hauslehrer bei der Familie von Holzhausen in Frankfurt am Main (mit zweitem Besuch von Pestalozzi in Yverdon von 1808 bis 1810 mit den Holzhausen-Kindern); erste praktischen Erfahrungen mit der Lehre mathematischer Inhalte in der Schule und als Privatlehrer; Kennenlernen von Schmid in Ifferten
1811-1812	Studium in Göttingen und Berlin (Alte Sprachen und naturwissenschaftliche Fächer); Zweiter universitärer Kontakt mit (damals) aktuellen mathematischen Problemen
April 1813	Eintritt in Lützows Freikorps und Teilnahme am Befreiungskrieg bis Ende 1814; Bekanntschaft mit Wilhelm Middendorf und Heinrich Langenthal
1814-1816	Assistent am Mineralogischen Institut der Universität Berlin unter Prof. Christian Samuel Weiss; Praktische Erfahrungen der Mathematik von Kristallen und Kristallaufbau.
13. November 1816	Gründung der „Allgemeinen deutschen Erziehungsanstalt“ in Griesheim/Thüringen; zweite praktische Erfahrung mit der Lehre mathematischer Inhalte in der Schule
Juni 1817	Umzug der Erziehungsanstalt von Griesheim/Thüringen nach Keilhau bei Rudolstadt/Thüringen
11. September 1818	Vermählung mit der geschiedenen Henriette Wilhelmine Hoffmeister (Klöpper) in Berlin; die Ehe bleibt kinderlos
Mai 1820	Bruder Christian Fröbel lässt sich in Keilhau nieder; fünf Keilhauer Werbeschriften erscheinen (bis 1823)
1823	Johannes Barop schließt sich Fröbel an
1826	Fröbels Hauptwerk „Die Menschenerziehung“ und die Wochenschrift „Die erziehenden Familien“ erscheint
1828/1829	Plan einer Volkserziehungsanstalt bei Meiningen (Helba-Plan, nicht verwirklicht); Konzeption eines Curriculums für die Lehranstalt mit mathematischen Inhalten
August 1831	Eröffnung der Erziehungsanstalt Wartensee bei Luzern (Schweiz)
Mai 1832	Umzug der Erziehungsanstalt Wartensee nach Willisau (Schweiz)
1833	Erscheinung der „Grundzüge der Menschenerziehung“
1834-1835	Leitung von Lehrerfortbildungskursen in Burgdorf und Leitung des Waisenhauses und der Elementarschule in Burgdorf (Schweiz)
16. Januar 1837	Umzug Fröbels nach Blankenburg/Thüringen und Beginn der professionellen (fabrikmäßigen) Herstellung von Spielmaterial; Herstellung didaktischer Materialien („Gaben“) aufgrund der Erfahrungen im Umgang mit Kristallen und mathematischen Gesetzmäßigkeiten
1838-1840	Zeitschrift „Ein Sonntagsblatt für Gleichgesinnte“ erscheint
1839	Vortragsreisen
21. April 1839	Fröbel wird Ehrenbürger der Stadt Blankenburg/Thüringen
13. Mai 1839	Fröbels Ehefrau Wilhelmine Fröbel stirbt
Juni 1839	„Spiel- und Beschäftigungsanstalt“ in Blankenburg wird eröffnet mit gezieltem Einsatz der Gaben im vorschulischen Bereich
1840	„Spiel- und Beschäftigungsanstalt“ wird umbenannt in „Kindergarten“.
28. Juni 1840	Gründung des „Allgemeinen deutschen Kindergartens“ im Rathaussaal der Stadt Blankenburg/Thüringen
1842	Kindergärtnerinnenkurse in Blankenburg/Thüringen; Gaben als Bestandteil der Kindergärtnerinnenausbildung
1843-1849	Vortragsreisen zu Verbreitung der Idee des Kindergartens

17.-19. August 1848	Lehrerversammlung in Rudolstadt/Thüringen, praktische Vorführungen und theoretische Darbietungen zur Propagierung des Kindergartens, Resolution für ein einheitliches Schulsystem vom Kindergarten bis zur Hochschule
1849	Umzug nach Bad Liebenstein/Thüringen, Gründung der „Anstalt für allseitige Lebenseinigung durch entwickelnd-erzieherische Menschenbildung“, Beginn der ständigen Ausbildung von Kindergärtnerinnen
Mai 1850	Umzug nach Schloss Marienthal bei Meiningen/Thüringen, „Einigungsblatt für alle Freunde der Menschenbildung“ erscheint, Ausbildung von Kindergärtnerinnen im Obergeschoss
4. August 1850	Spielfest auf dem Altenstein
1851	2. Heirat mit Luise Levin
23. August 1851	Kindergartenverbot in Preußen
27.-29. September 1852	Pädagogenversammlung in Bad Liebenstein mit einer Erklärung für Fröbel
3. Juni 1852	Teilnahme an der allgemeinen deutschen Lehrerversammlung in Gotha
21. Juni 1852	Fröbel stirbt in Marienthal, Beisetzung in Schweina/Thüringen

#### 2.1.1.4 Fröbel als Gründer von Institutionen

Friedrich Fröbel erschafft „als erster ein Gesamtkonzept der außerfamilialen vorschulischen Erziehung und Bildung [...] Der Kindergarten [als die prägende Institution, NR] wurde als eigene Bildungseinrichtung geschaffen“ (Lehmann, 2004, S. 46). Dies ist insofern bemerkenswert, da der Begriff des Kindergartens bis heute international geläufig ist. Auch ist die Verknüpfung von Kindergarten, d.h. *frühkindlicher Erziehung* mit dem Begriff der *Bildung*, zu Fröbels Zeiten eine Novität, derer man sich heute wieder erinnert. Bildung ist umfassender als Unterrichtung und geht über den bloßen Wissensaufbau hinaus. Den Kindergarten als Bildungsinstitution und nicht als Erziehungseinrichtung zu gründen, gibt Hinweise darauf, wie Fröbels Menschenbild beschaffen ist (Lost, 2002). Dabei ist der Kindergarten als Institution eine späte Gründung Fröbels, aber nicht die letzte. Die Reihe seiner Gründungen umfasst in chronologischer Reihenfolge:

- 1816 Gründung der „Allgemeinen deutschen Erziehungsanstalt“ in Griesheim/Thüringen; Verlegung derselben ca. ein halbes Jahr später (1817) nach Keilhau bei Rudolstadt/Thüringen,
- 1827-1828 Plan der Gründung einer Einheitsschule in Helba/Thüringen (nicht umgesetzt aufgrund der Nichtbeibringung der durch die Landesbehörde verlangten Mindestschüler\*innenzahl von 20 (vgl. Heiland, 1993, S. 198ff.)),
- 1831 Gründung der Erziehungsanstalt in Wartensee (Schweiz) und 1833 Umzug der Einrichtung nach Willisau (Schweiz),

- 1834 Plan der Gründung einer Armenerziehungsanstalt in Burgdorf (Schweiz) (nicht umgesetzt),
- 1840 Gründung des „Allgemeinen Deutschen Kindergartens“ in Blankenburg/Thüringen (heute: Bad Blankenburg),
- 1849 Gründung der „Anstalt für allseitige Lebenseinigung durch entwickelnd-erziehende Menschenbildung“ in Bad Liebenstein/Thüringen.

Im Verlaufe seines Lebens gründet Fröbel vier Einrichtungen: zwei Schulen, einen Kindergarten sowie eine Ausbildungseinrichtung für Kindergärtnerinnen. Zwei weitere Schulen sind in Planung, aber nicht umgesetzt (s.o.).

#### 2.1.1.5 Fröbel als Publizist

Fröbel erzeugt im Laufe seines Lebens eine ganze Reihe von Schriften. Heiland gibt in seiner 1983 erschienenen Publikation bereits einen Überblick über die Quellenlage (vgl. Heiland, 1983a), die sich durch die Wiedervereinigung Deutschlands, das vermehrte Interesse der Forschung an Fröbel sowie die technologischen Möglichkeiten des Internets inzwischen verändert hat (Heiland, 2017, S. 109ff.; Heiland, Gebel & Neumann, 2006, S. 14ff.). Der Fröbel-Forschungsstelle an der Universität Duisburg-Essen ist es zu verdanken, dass sämtliche Briefe inzwischen in digitaler Form für die Forschung über das Internet im transkribierten Volltext zugänglich sind. Doch leider sind immer noch nicht alle von Fröbel verfassten Dokumente, die nicht für die Veröffentlichung aufbereitet sind, systematisch publiziert oder digital vorhanden. Dies trifft insbesondere auf die „Tageblätter“ genannten Tagebücher Fröbels zu, die verstreut ediert und publiziert werden. Heiland listet 138 publizierte Beiträge von Fröbel für die Jahre 1820 bis 1852 auf (Heiland, 1990, S. 3ff.). Bezogen auf die Themenstellung dieser Arbeit sind alle Schriften, die sich mit den Spiel- und Beschäftigungsmitteln (Gaben) auseinandersetzen, z.B. insbesondere die „Anleitung zum Gebrauche der ausgeführten dritten Gabe“ von 1844 (Heiland, 2002, S. 226ff., 265f.), von besonderem Interesse sowie die Aussagen Fröbels über Mathematik und deren Anwendung.

#### 2.1.1.6 Fröbel als Pädagoge

Wie bereits durch Fröbels Kurzbiographie deutlich wird, kann bei ihm von einer stringenten Entwicklung einer professionellen Persönlichkeit keine Rede sein. Fröbel findet erst spät zu seinem Lebensthema, der frühkindlichen Erziehung und Bildung, er wirkt die meiste Zeit seines Lebens als Lehrer. Aus den einschlägigen, umfassenden

biographischen Betrachtungen von Fröbels Leben (Boldt & Eichler, 1982; Hebenstreit, 2003; Heiland, 1982a, 2002; Kuntze, 1952) wird deutlich, dass Fröbel zur Pädagogik als Autodidakt findet und seine Ideen zur frühkindlichen Bildung aus der Reflexion seiner eigenen Erfahrungen sowie Beobachtungen von und Interaktionen mit Kindern entsteht. Er bemüht sich stets, die Welt aus den Augen der Kinder zu sehen und formt aus seinen Erlebnissen und Erkenntnissen seine pädagogischen Ideen. Beeinflusst wird er dabei vor allem durch seine wissenschaftlichen Studien, die er an verschiedenen Universitäten absolviert, sowie durch seine Vorstellung der Verbindung von Menschheit, Natur und Gott, die er in seinen Schriften zur Sphärephilosophie (vgl. Kap. 2.1.1.7 Fröbel als Philosoph, S. 23) darlegt. Er arbeitet als überwiegend autodidaktischer Praktiker im pädagogischen Bereich im Laufe seines Lebens als

- Lehrer an der Pestalozzi-Musterschule in Frankfurt,
- Hauslehrer einer Frankfurter Patrizierfamilie,
- Kollege (und Schüler) von Pestalozzi in der Schweiz,
- „Reformpädagoge“ in der „Allgemeinen deutschen Erziehungsanstalt“ in Keilhau,
- Erzieher im Kindergarten sowie
- Ausbilder von Kindergärtnerinnen und ständig als
- Vortragsreisender in Sachen frühkindliche Erziehung.

Die Erfahrungen, die er in den unterschiedlichen Lehrsituationen erwirbt, tragen zur Reifung seiner Person als Pädagoge bei und festigen seine Überzeugung der Bildungsfähigkeit und Bildungsbedürftigkeit des Menschen. Der zunächst als unstet erscheinende, von Studien- und Beschäftigungswechseln gekennzeichnete Lebensweg erhält rückblickend damit eine sehr stringente Richtung.

#### 2.1.1.7 Fröbel als Philosoph

Im Unterschied zu anderen Pädagog\*innen seiner Zeit und auch in der Nachfolge fundiert Fröbel seine pädagogischen Ansichten mit einer eigenen Philosophie, der sogenannten Sphärephilosophie. Es gestaltet sich als nicht ganz einfach, Fröbels Vorstellungen vom Menschen innerhalb der Welt und der wechselseitigen Beziehung zu verstehen. Heiland unternimmt einen Versuch:

„Alles Seiende, alle Dinge, alles Lebende ist, hat ein Sein. Dieses Sein ist sphärisch. Jedes Lebewesen, jeder Gegenstand zeigt sich als ein Ganzes von Einheit und Mannigfaltigkeit und dieses Erscheinen der Einheit des Einzelnen in seiner Mannigfaltigkeit verdeutlicht Fröbel im Bild

der Sphära, der Kugel, bei der nach allen Seiten und Richtungen ihr Zentrum hervortritt. Dahinter steht für Fröbel ein durch göttliches Sein bestimmter Kosmos. Dieses (göttliche) Sein ist sich selbst bewußt [sic!] und ruht in sich. Aber dieses Bewußtsein [sic!] an sich emanirt, strahlt aus, tritt sich selbst als Leben gegenüber, als Natur, dem All der Dinge, der Lebewesen“ (Heiland, 1982a, S. 42).

Danach ist jeder Mensch eine Entität, ein Eigenes, welches von allen anderen Menschen unterschieden werden kann. Als Einzelwesen ist der Mensch damit aber auch gleichzeitig Teil der Menschheit, d.h. eine Ausprägung der Kategorie „Mensch“ in einem größeren Ganzen. Im Sinne der Anknüpfung an das „Göttliche“ sieht Fröbel den Menschen, jeden einzelnen Menschen, als Manifestierung des Göttlichen. Somit stellt ein Mensch nur eine mögliche Ausdrucksform des Göttlichen in der Welt dar. Alles in der Welt ist Ausdruck des Göttlichen, alle Ergebnisse von Tätigkeiten des Menschen sind dadurch, dass der Mensch göttlich ist, ebenfalls Ausdruck des Göttlichen in der Welt. Diese Auffassung über den Menschen führt unmittelbar zu Konsequenzen, die den Umgang des Menschen mit Seinesgleichen betreffen: Erkennt der Mensch jeden anderen Menschen als göttlich, so lässt sich der Auftrag der Erzieher\*in im Umgang mit dem ihr/ihm anvertrauten Kindern von dieser (Er-)kenntnis direkt ableiten: Schaffe einen Rahmen, pflege, behüte, begleite das Kind bei seiner Entwicklung! Um den Charakter des Göttlichen und Fröbels Verständnis desselben verstehen zu können, ist zwischen Pantheismus und Panentheismus zu unterscheiden: Pantheismus bedeutet, dass alles Gott ist und Gott in allem ist. Der Begriff geht auf den irischen Philosophen der Aufklärung, John Toland, zurück (vgl. Toland, 1709, S. 109), gründet aber auf Gedanken von Baruch de Spinoza, dessen Idee von der Einheit Gottes mit der Natur als „Deus sive Natura“ (vgl. Spinoza, 1677) Einzug in die Philosophie gefunden hat. Nach dem Konzept des Pantheismus ist Gott dasselbe wie die Natur, das All, der Kosmos. Gott ist in der Welt immanent, aber nicht transzendent. Im Unterschied dazu ist in der Theorie des Panentheismus Gott in der Welt immanent und gleichzeitig transzendent. Gott ist also nicht gleich der Welt, wohl aber finden sich überall in der Welt die Spuren Gottes Wirkens. Diese Spuren oder Emanationen Gottes sind der Mensch und die Natur. Die Vermittlungsrolle zwischen Gott und der Natur kommt dem Menschen zu: „Die göttliche Natur zu sich selbst bringen, den Menschen zu veranlassen, sich selbst seiner apriorischen Einsicht zu bedienen, um sich angemessen der Natur gegenüber verhalten zu können“ (Heiland, 1982a, S. 45), ist das Ziel des menschlichen Lebens und das Ziel jeglicher Erziehung. Dieses Ziel nennt Fröbel „allseitige Lebenseinigung“. Damit steht er in der Tradition von Comenius' Pansophie, die „vom Dreieck Gott – Mensch – Natur aus[geht] und [...] Theologie (als Verhältnis von Gott und Mensch), Politik (als Verhältnis der Menschen untereinander) und

Naturwissenschaft (als Verhältnis des Menschen zur Natur)“ (Dieterich, 2005, S. 8) beschreibt (vgl. Abb. 3, S. 25).

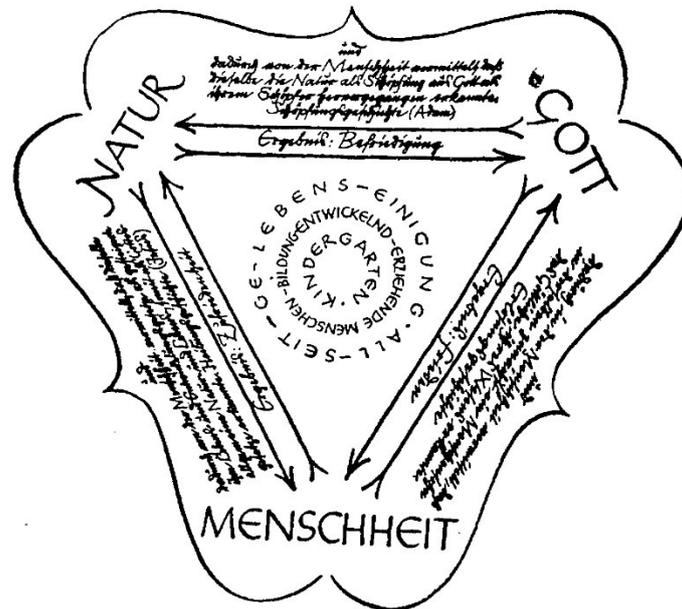


Abb. 3: Sinnbild Fröbels: Dreiheit von Gott, Mensch und Natur (Brief an Bertha von Marenholtz-Bülow, zit. in: Fröbel, 1951, S. 134–145)<sup>1</sup>

Unmittelbar aus der Philosophie der Sphäre bildet sich Fröbels Menschenbild. Dabei stützt er sich ideengeschichtlich wiederum auf Comenius, der als Ziel aller Erziehungsbemühungen annimmt, dass der Mensch „sich ins richtige Verhältnis zu Gott, zu sich selbst und der Welt setzen muß“ (Dieterich, 2005, S. 43), also zur Menschlichkeit erzogen werden soll, um damit die Welt „in Ordnung zu bringen“ (Dieterich, 2005, S. 44). Wie bei Comenius geschieht die erzieherische Begleitung bei Fröbel angesichts der Rolle des Menschen in der Welt passiv-begleitend: Die Motivation zum Lernen kommt aus dem Individuum selbst, ist also intrinsisch motiviert, innerlich festgelegt und verankert. Sphärephilosophisch drückt Fröbel dies so aus: „Die Bestimmung des Menschen ist, seine Übereinstimmung mit sich selbst (Einheit) und dem All zu erkennen und [...] danach zu leben“ (Fröbels Tageblätter 1812, IV 10a, zit. in: Bode, 1925, S.

<sup>1</sup> Transkription (Hebenstreit, 2003, S. 102):

„Natur – Gott und dadurch von der Menschheit vermittelt, daß dieselbe, die Natur als Schöpfung aus Gott als ihrem Schöpfer hervorgegangen erkannte, Schöpfungsgeschichte (Adam), Ergebnis: Befriedigung  
Gott – Menschheit und dadurch in der Menschheit vermittelt, daß in derselben zunächst im Menschen das Göttliche ihres Wesens erkannt, Erlösungsgeschichte, Ergebnis: Frieden  
Menschheit – Natur und dadurch von der Menschheit vermittelt, daß dieselbe ihre Lebens- und Entwicklungsgesetze als gotteigene allgemeine Natur- und Lebens-, somit als Gottesgesetz erkannte, Heilungsgeschichte (Jesus), Ergebnis: Zufriedenheit“

149f.). Daraus leitet sich auch die Rolle der Erziehenden ab: An sie geht der Auftrag, einen geeigneten Rahmen zu schaffen, innerhalb dessen die Bildung und Selbstbildung des Menschen geschehen kann: Die Erziehenden haben die „Aufgabe, den Menschen zu seiner Ganzheitlichkeit und Einheit zu erziehen, damit er es mit Bewusstheit als seine Aufgabe anerkennt und demgemäß zu handeln in der Lage ist, den Menschen mit sich selbst, der Natur und Gott zu einen“ (Hebenstreit, 2003, S. 65). Ähnlich wie Comenius, spricht sich Fröbel für die Bildungsfähigkeit und Bildungsnotwendigkeit aller Kinder, ja aller Menschen aus. Comenius konzipiert dafür die Idee der Pansophie, der Lehre von einem allumfassenden Wissen, die auch das Handeln des Menschen inkludiert und allen Menschen vermittelt werden soll. Im Kern sieht er in jedem Menschen „von Natur aus die Anlage ... zu gelehrter Bildung, zur Sittlichkeit und zur Religiosität“ (Comenius, 2000, S. 36). Die Notwendigkeit zur Bildung ergibt sich daraus, „daß alle, die als Menschen geboren worden sind, der Unterweisung bedürfen, eben weil sie Menschen sein sollen und nicht wilde Tiere, rohe Bestien oder unbehauene Blöcke“ (Comenius, 2000, S. 49). Fröbel bezieht sich, wie oben geschildert, bei seiner Sphärephilosophie auf den Panentheismus: „... der Geist Gottes ruht in der Natur, lebt, wirkt in der Natur, spricht sich aus der Natur aus, teils sich durch die Natur mit, bildet in der Natur und durch die Natur sich fort; aber die Natur ist nicht der Leib Gottes“ (Fröbel, 1826, S. 181). Comenius und Fröbel gehen hier beide von einer Universalität aus, die alle Menschen umfasst, da diese durch Gott nach seinem Ebenbild geschaffen wird (Comenius, 2000, S. 57).

#### 2.1.1.8 Fröbels Verständnis von Entwicklung

Fröbel spricht, wie auch moderne Autor\*innen (vgl. Kap. 2.2.3 Die Entwicklung und Förderung des räumlichen Vorstellungsvermögens, S. 65) von einer Entwicklung in Stufen, die bestimmte Kennzeichen aufweisen:

„So wie [...] die Stufe der Kindheit, vorwaltend die des Lebens, des Lebens an sich, nur um zu leben, die Stufe war, Innerliches äußerlich zu machen, so ist die jetzige, die Knabenstufe, vorwaltend die Stufe des Äußerlichen innerlich zu machen, die Stufe des Lernens. Von Seiten der Eltern und Erziehenden war die Säuglingszeit vorwaltend die Zeit der Pflege“ (Fröbel, 1826, S. 113).

In der „Menschenerziehung“ zeigt Fröbel drei Stufen auf (vgl. Tab. 3).

Tab. 3: Entwicklungsstufen bei Fröbel

<b>Stufe</b>	<b>Alter</b>	<b>Bedeutung</b>
Säuglingsstufe	0 Jahre bis 1,5 Jahre	„Zeit der Pflege“ durch die Eltern
Stufe der Kindheit, Stufe des Kindes	1,5 Jahre bis 6/7 Jahre	„Innerliches äußerlich machen“
Knabenstufe	6/7 Jahre bis ? [von Fröbel nicht weiter ausgeführt]	„Äußerliches innerlich machen“

Das Konzept der Entwicklung in Stufen beschreibt Fröbel in dem ersten Band der „Menschenerziehung“ wie folgt:

„Das Kind, der Knabe, der Mensch überhaupt soll kein anderes Streben haben, als auf jeder Stufe ganz das zu sein, was diese Stufe fordert; dann wird jede folgende Stufe wie ein neuer Schuss aus einer gesunden Knospe hervorschießen, und er wird auch auf jeder folgenden Stufe bei gleichem Streben bis zur Vollendung wieder das werden, was diese Stufe fordert; denn nur die genügende Entwicklung des Menschen in und auf jeder vorhergehenden früheren bewirkt, erzeugt eine genügende vollendete Entwicklung jeder folgenden spätern [sic!] Stufe“ (Fröbel, 1826, S. 47).

Naturgemäß ist die Entwicklung damit nicht abgeschlossen, liegt der Fokus auf der Erziehung des Menschen über seine gesamte Lebensspanne – wie der Titel des Werkes andeutet. Der zweite, geplante Band, der die Zeit vom schulfähigen Alter aufwärts zum Thema gehabt hätte, ist lediglich geplant und erscheint nicht. Fröbels Entwicklung in Stufen wird deshalb nur bis zur „Knabenstufe“ (vgl. Tab. 3) aufgezeigt. Die Annahme, dass die Entwicklung sich in Stufen vollzieht, ist der Grund für die aufeinander aufbauende Entwicklung der Gaben, die dem heranwachsenden Kind zu unterschiedlichen Zeitpunkten zur Verfügung gestellt werden sollen.

### 2.1.1.8 Fröbel und die Heil- und Sonderpädagogik

Auch die Heilpädagogik hat als eine Idee die „Bildsamkeit Behinderter“ von Comenius übernommen:

„Allen, die als Menschen geboren werden, also auch Behinderten, das Lebens- und Bildungsrecht zuzuerkennen, sie zu erziehen und zu unterrichten – dieses Ziel findet sich schon bei dem großen Pädagogen Comenius [...] und hat seine Aktualität bis in die Gegenwart nicht eingebüßt“ (Ellger-Rüttgardt, 2008, S. 20).

Zu Fröbels Zeiten gibt es die Begriffe „Behinderung“, „Behinderte“ und ähnliche noch nicht. Für Fröbel selbst kommt eine Einteilung der Menschen in ein Kategoriensystem, das nach der Art der Behinderung unterscheidet – wie früher zum Beispiel an Schulen üblich: in „geistig Behinderte“, „Lernbehinderte“, „Verhaltensauffällige“ – nicht in Frage. Diese Begriffe werden inzwischen nicht mehr benutzt, heute spricht man

allgemeiner von „sonderpädagogischem Förderbedarf“ (vgl. Kretschmann, 2007). Um die mögliche Verwendung von Begrifflichkeiten, die der damaligen, sich entwickelnden Heilpädagogik zugerechnet werden können, sichtbar zu machen, wird eine Recherche über Begriffe, die zu Zeiten Fröbels für die Bezeichnung Entwicklungsstörungen und Entwicklungsbeeinträchtigungen benutzt werden, mit Hilfe der Volltextsuche über alle digitalisierten Brieftexte durchgeführt. Die Ergebnisse können Aufschluss über die Häufigkeit der Verwendung der gesuchten Begriffe im Kontext der Heilpädagogik ergeben. Über die Summe aller erhaltenen Fröbel-Briefe werden folgende Ergebnisse erzielt (vgl. Tab. 4, S. 28).

Tab. 4: Suchbegriffe und deren Auftretenshäufigkeit in allen Fröbel-Briefen

<b>Suchbegriff</b>	<b>Auftretenshäufigkeit</b>
Beschränksinnig	1 Fundstelle
blind	3 Fundstellen
blöd	2 Fundstellen, davon eine ohne Relevanz
blödsinnig	Keine Fundstelle
böswillig	6 Fundstellen, davon fünf ohne Relevanz
Debilität	Keine Fundstelle
dumm	Keine Fundstelle von inhaltlicher Relevanz
Hilfsschule	Keine Fundstelle
Idiotie	Keine Fundstelle
Invalide	Keine Fundstelle
Irre	1 Fundstelle, dazu diverse ohne Relevanz
Irrsinnige	1 Fundstelle
Krüppel	Keine Fundstellen
mißwillig	Keine Fundstellen
Schwachsinn	Keine Fundstellen von inhaltlicher Relevanz
taubstumm	6 Fundstellen
vollsinnig	2 Fundstellen

„Ohne Relevanz“ sind die Ergebnisse, wenn die gesuchten Wörter nicht in einem pädagogischen Kontext gebraucht werden. Leider ist eine detailliertere Untersuchung der Fundstellen nicht mehr möglich, da das Deutsche Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF) die Möglichkeit der Volltextsuche nach einer technischen Umstellung der Webseite nicht mehr anbietet. Aus den gefundenen Ergebnissen lassen sich jedoch folgende Beobachtungen festhalten: Im Konvolut der hinterlassenen Briefe spielt die Beschreibung von heute für Menschen mit sogenannten „Behinderungen“ verwendeten Bezeichnungen eine untergeordnete Rolle. Daraus ist zweierlei abzuleiten: Erstens sind Fröbel die damals geläufigen Begriffe bekannt, da er sie selbst benutzt hat. Zweitens spielen die Begriffe aber bei genauerer inhaltlicher Analyse in seinen Überlegungen zu seiner Pädagogik keine Rolle. Fröbel geht nicht von Kategorien aus, in die er Menschen

einteilen kann, sondern stets vom Menschen an sich, was sich bereits im Titel seiner als Hauptwerk bezeichneten „Menschenerziehung“ äußert. Somit lässt sich festhalten, dass er zwar die damaligen Begrifflichkeiten kennt, aber nicht unbedingt deren Einordnung in eine durch Georgens und Deinhardt später zu beschreibende „Heilpädagogik als Teil der Allgemeinen Pädagogik“ (Ellger-Rüttgardt, 2008, S. 124). Fröbel kann somit, in modernen Worten ausgedrückt, als ein inklusiver pädagogischer Praktiker angesehen werden. Tab. 5 (S. 29) zeigt exemplarisch eine Fundstelle für den Begriff „Beschränktsinnige“ in einem Brief Fröbels an Kern in Eisenach (Fröbel, 1840). Die übrigen oben in Tab. 4 aufgeführten Begriffe können aufgrund der beschriebenen, technischen Umstellung nicht mehr ausgeführt werden.

Tab. 5: Tatsächlich gefundene Suchbegriffe mit möglicher Verbindung zur Heilpädagogik

Suchbegriff	Fundort(e)	Originaltext
Beschränktsinnige	F. an Kern in Eisenach v. 29.2./5.3.1840 (Blankenburg)	<p>„Nun auch an Sie eine Frage. Haben Sie von den Spiel- und Beschäftigungsmitteln bey Ihren Taubstummen noch keinen Versuch gemacht? - Ich verspreche mir von der Einfachheit der Grunderscheinungen welche dabey durch so vielseitige Anwendungen hindurch gehen für solche <i>Beschränktsinnige</i> viel Belehrendes ja Erziehendes.“</p> <p>„Ich glaube, daß wegen der Einheit und Klarheit der Anschauungen und der dadurch geweckten Begriffe der Gebrauch dieser Spiel- u Beschäftigungskästen auch für die Irrsinnigen höchst wie überhaupt für alle <i>Beschränktsinnigen</i> wesentlich förderlich seyn muß. Sie sehen wie sich der Gebrauch immer mehr verallgemeinert.“</p>

Ein aussagekräftiges Dokument, um eine Verbindung zwischen Fröbel und der Heilpädagogik herzustellen, ist der oben genannte von Fröbel 1840 an Karl Ferdinand Kern in Eisenach geschriebene Brief. Dieses Dokument ist der einzige Brief, der direkt an Kern, der 1839 in Eisenach eine Kinderpflegeanstalt eröffnet hat, geschrieben wird. Im Konvolut aller Fröbel-Briefe wird der Name Karl Ferdinand Kern noch in neun weitere Male genannt. Die Kontaktaufnahme von Kern zu Fröbel wird von Ellger-Rüttgardt erwähnt (vgl. Ellger-Rüttgardt, 2008, S. 125) und auf 1839 datiert. Das hier aufgeführte Antwortschreiben Fröbels stammt aus dem Jahre 1840. Kern selbst hat 1847 ein Buch mit dem Titel „Pädagogisch-diätetische Behandlung Schwach- und Blödsinniger“ herausgegeben, in welchem er darlegt, wie „schwach- und blödsinnige Kinder, welche in Folge ihres Gebrechens stumm geblieben waren“ von einem

Unterricht, der ursprünglich für taubstumme Kinder konzipiert war, profitieren können (Kern, 1847). In diesem Zusammenhang wendet er sich in einem Brief an Fröbel, in dem sich Fröbel direkt mit fünf Fragen, die Kern in einem vorherigen Brief an Fröbel gestellt hat, auseinandersetzt. Diese fünf Fragen betreffen konkrete Punkte, die Kern für den Betrieb seiner Kinderpflegeanstalt interessieren und die Fröbel in seinem Antwortschreiben aufführt (Fröbel, 1840):

- 1. Frage: „Wo ist bei Kindern von 5 Jahren u. darüber am zweckmäßigsten mit dem Spiele anzufangen?“
- 2. Frage: „Sind Sie [Fröbel, NR] mit mir einverstanden, wenn ich die Trennung der Geschlechter im Kindesalter für naturwidrig erkläre?“
- 3. Frage: „Welche Unterrichtsgegenstände lassen sich bei Kindern über 6 Jahre an die Spiel- und Beschäftigungsmittel und Weise anknüpfen und Wie [sic!]?“
- 4. Frage: „Wie wäre für Ihre 20 bis 30 Kinder die äußere Einrichtung des Locales [sic!] am zweckmäßigsten zu treffen?“
- 5. Frage: „Wie wäre der Plan und das zu erstrebende Ziel der Anstalt in einem Aufsätze wohl ausführlich darzulegen?“

Neben Hinweisen, die ein Verständnis Fröbels im Sinne der Heil- und Sonderpädagogik offenbaren, gibt es Informationen zum Umgang mit dem didaktischen Material. Dieses Material wird zuerst von Fröbel entwickelt und ist somit für Pädagog\*innen sehr wertvoll. Es fällt auf, dass Kern (Fröbel, 1840) ganz gezielt nach dem praktischen Einsatz der Fröbel'schen Materialien fragt. Insbesondere die dritte Frage nach den Unterrichtsgegenständen, die „sich bei Kindern über 6 Jahre an die Spiel- und Beschäftigungsmittel und Weise anknüpfen“ lassen, zeigt, dass ihm die Gaben bekannt sind und sie gemäß der Fröbel'schen Empfehlungen einsetzt. Allerdings wird nicht klar, welche Gaben einschließlich ihres Einsatzes ihm bekannt waren, da sich die Gaben Nr. 5 und Nr. 6 an ältere Kinder richten und in der Schule Verwendung finden können. Fröbel antwortet auf die dritte Frage Kerns ausführlich und fasst zusammen:

„Der Übergang von diesen Spielen und Beschäftigungs-Mitteln und in diesen Bethätigungs Weisen [sic!] und Wegen zur Auffassung, Beachtung und Erkenntniß [sic!] der Natur und ihrer einzelnen Gegenstände, ist vielseitig“ (Fröbel, 1840).

Sein didaktisches Material in Form der Baugaben, die für das Lebensalter von drei bis sechs Jahren konzipiert sind, lassen sich ebenso für ältere Kinder einsetzen. Diese erkennen mithilfe der Gaben andere Dinge und Zusammenhänge in und der Welt, die jüngeren Kindern aufgrund ihrer Entwicklungsstufe noch verborgen sind. So lässt sich

die dritte Gabe nicht nur als Baumaterial, sondern ebenso als mathematisches Material auffassen und benutzen. Weitere Verbindungen zur Theorie der Heilpädagogik liegen im Austausch von Briefen mit Fröbel vor: Einer der beiden Gründer der Heilpädagogik, Jan-Daniel Georgens, hat nachweislich mit Fröbel Briefe ausgetauscht (Heiland & Gebel, 2002). Fröbels Antworten auf seine Schreiben sind im Umfang von fünf Briefen erhalten, unter Berücksichtigung des Briefes an die „Georgenssche Bildungsfamilie“. Alle Schreiben stammen aus dem letzten und vorletzten Lebensjahr Fröbels, der zur Zeit der Korrespondenz bereits 69 Jahre alt ist. Georgens hingegen ist ein junger Mann von 23 Jahren, der seine Ideen erst entwickelt und sich mit Fröbel austauschen will. Allerdings werden die Gaben mit keinem Wort erwähnt. Deshalb kann festgestellt werden, dass zumindest in den Briefen Fröbels an Georgens der praktische Umgang mit den Gaben keine Rolle spielt (vgl. Fröbel, 1851a, 1851b, 1851c, 1851d). Der briefliche Austausch beschäftigt sich inhaltlich mit theoretischen Themen der Erziehung sowie Ausgestaltung der von Georgens geplanten Musteranstalt für Beamtenwaisen. Da die Heilpädagogik zu diesem Zeitpunkt noch nicht als eine eigene pädagogische Disziplin in Erscheinung tritt, findet zu diesem Sujet kein Gedankenaustausch statt. Die Vorträge und Publikationen von Georgens und Deinhardt, die die Heilpädagogik begründen sollen, erscheinen erst nach Fröbels Tod (Georgens & Deinhardt, 1861, 1863). Fröbel ist am Ende des Lebens bestrebt, seine Idee der „Menschenerziehung“, also der Erziehung und Bildung jedes einzelnen Menschen über seine Lebensspanne hinweg, als den Kern seiner Pädagogik zu formulieren. Dabei spielen die vorher genannten Begrifflichkeiten keine Rolle. Dies deutet darauf hin, dass seine Idee von Erziehung nicht auf eine bestimmte Altersspanne beschränkt ist, sondern als Pädagogik, die sich von der Geburt bis zum Tod erstreckt und die alle Menschen, auch solche mit Behinderungen, einschließt. Eine neuere Interpretation von Fröbels „Hauptwerk“, der „Menschenerziehung“ legt Worm (2001) vor. Er liefert zunächst eine Definition von „Verhaltensstörung“ und bezieht sich dabei auf die Definitionen von Dupuis & Kerkhoff (1992) und Myschker & Stein (2018). Worm konstatiert in seinem Beitrag, dass Fröbel den Begriff der „Verhaltensstörung“ nicht kannte, zitiert aber in Folge aus der Menschenerziehung mehrere Stellen, die er dem Bereich der „Verhaltensauffälligkeit“ zuordnet: Anstelle von „Verhaltensstörung“ oder „Verhaltensauffälligkeit“ spricht Fröbel von „der innern Lebensgestörtheit“ (Fröbel, 1826, S. 15). Weiter entnimmt Worm aus den Schriften, dass Fröbel „die Verhaltensstörung deutlich als milieureaktiv“ sieht und begründet dies mit Hinweisen auf Textstellen in der Menschenerziehung. Auch seien Fröbel „negative Zuschreibungen

durch die Umwelt [...] nicht unbekannt“. Fröbel beklage sich über den Umgang der Erzieher\*innen mit der „naturgemäß in Stufen verlaufende[n] Entwicklung“, die nicht akzeptiert wird oder nicht bekannt sei. Worm (2001) sieht, dass Fröbel auch zur „Prävention von Verhaltensstörungen“ eine Vorgehensweise vorschlägt: „Deviantes Verhalten wird verhindert, wenn dem Zögling erlaubt wird, sich von Stufe zu Stufe ungehindert zu entwickeln“ (Worm, 2001), ebenso wie zur Intervention und Therapie: „Als Prävention in Bezug auf kindliche Verhaltensaberrationen [...] darf die Forderung nach dem Leben im Einklang mit der Natur gesehen werden“ (Worm, 2001). Der Text von Worm liefert also erste Hinweise auf eine besondere Lesart der „Menschenerziehung“. Die Trias aus Lernen, Verhalten und Sprache (vgl. Werning, Balgo, Palmowski & Sassenroth, 2012) ist in Fröbels „Hauptwerk“ vermutlich bereits angelegt. Ob sich aus der „Menschenerziehung“ diese Perspektive herausarbeiten lässt, müssen weitere historisch-systematische Arbeiten klären.

### 2.1.2 Mathematikverständnis

Mit der Genese von Fröbels Mathematikverständnis und seiner mathematischen sowie naturwissenschaftlichen Ausbildung haben sich in der jüngeren Zeit verschiedene Autor\*innen auseinandergesetzt. Hier sind vor allem die Arbeiten von (Wagemann, 1957; Leeb-Lundberg, 1972; Kelbert in: König, 1978; Leeb-Lundberg, 1983; Wirth-Steinbrück, 1998; Konrad, 2003; Winter, 2011; Friedl et al., 2017) zu nennen. Wagemanns, Leeb-Lundbergs sowie Wirth-Steinbrücks Arbeiten sind Dissertationen, die sich intensiv mit der Rolle der Mathematik in Fröbels Leben und Wirken auseinandersetzen. Die übrigen Werke sind Aufsätze, die vor allem aus der Perspektive der Mathematikdidaktik heraus die Möglichkeiten der Verwendung des Fröbel-Materials in der Praxis beschreiben. Friedrich Fröbel wird früh eine in ihm selbst angelegte „Leidenschaft für die Mathematik“ (Wirth-Steinbrück, 1996, S. 2) unterstellt, die sich im Verlauf seiner Biografie immer wieder an vielen Stellen zeigt. So interessiert er sich schon in früher Kindheit für Muster und Regelmäßigkeiten in der Natur. Er beschreibt dies selbst anhand von später verfassten Erinnerungen (z.B. Fröbel, 1828). In Fröbels Biografie finden sich die Grundlagen für sein Mathematikverständnis: „Die mathematische Grundbildung hat bei Fröbel ganz erhebliche Bedeutung. Das ist kein Zufall. Fröbel war ausgebildeter Mathematiker bzw. Naturwissenschaftler (Mineraloge)“ (Heiland, 2004, S. 25). Da sich Fröbel philosophisch-mathematisch mit der Welt und ihren Zusammenhängen befasst, findet er

in der Mathematik die Sprache, die am ehesten zu seinen philosophischen Gedanken der „Sphäre“ passen. Auch die Erkenntnisse seiner universitären Studien werden in Fröbels philosophischen Gesamtkontext eingefügt. An den verschiedenen Universitäten, die er besucht (Jena, Göttingen, Berlin), hört er Vorlesungen zur Mathematik, die zur damaligen Zeit unter dem Dach der Philosophie angesiedelt ist: „To associate mathematics in various ways with philosophy and religion was not uncommon in the world of Romanticism, nor in the world preceding it“ (Leeb-Lundberg, 1972, S. 47f.). Dies sei vor allem der Tatsache geschuldet, dass die Mathematik als eigenständiges Universitätsfach noch nicht existiert: „Mathematics at the universities in Germany was at this time usually taught by the philosophy department“ (Leeb-Lundberg, 1972, S. 49). Fröbels Streben gilt allerdings nicht der Mathematik als Selbstzweck. Bereits in seiner Kindheit verspürt er, dass die Mathematik eine große Rolle im Leben und zum Verstehen des Lebens spielt:

„So trat mir sehr frühe die Ahnung eines großen Widerspruchslosen Lebganzen in allen Lebens Erscheinungen entgegen, - dieses große Leb[an]ze zu schauen, und so nur überall Leben zu finden u [sic!] zu schauen und so das große geahnete Lebganze selbst zu schauenieß [sic!] war die stille Sehnsucht meines Herzens aber der Weg durch die zerstückelnde Schulbildung war mir zu todt [sic!] [...] aber um so inniger verband mich die liebeleitende Vorsehung der Natur - mit dieser u [sic!] der Mathematik einige Jahre in traulicher/stiller ungestörter Einigung gelebt habend u [sic!] von den Pflanzen in die Gesetzmäß[ig]keit der Natur frühe eingeführt konnte ich dem Drange des Lebens Geistes nicht länger widerstehen [sic!]“ (Fröbel, 1828).

Er ist der Überzeugung, dass er mit Hilfe des Verständnisses der Mathematik, also durch die Durchdringung der mathematischen Zusammenhänge, die Komplexität der Welt selbst verstehen wird und erläutert dies in der „Menschenerziehung“ (Fröbel, 1826, S. 249):

„Einen festen Punkt und einen sichern Leiter zur Erkenntnis des innern Zusammenhangs aller Mannigfaltigkeit in der Natur sucht der Mensch; was kann einen unbezweifelbar sichereren und einen anderen Anfangspunkt dafür geben, als was gleichsam alle Mannigfaltigkeit in sich tragend, alle Mannigfaltigkeit aus sich entwickelnd erscheint, was der sichtbare Ausdruck aller Gesetzmäßigkeit und des Gesetzes an sich ist - die Mathematik, - die wegen dieser großen erschöpfenden Eigenschaft darum gleich vom Anfange an Erkenntnislehre, Wissenschaft des Erkennens an sich - Mathematik - genannt wurde“.

Die naturwissenschaftliche Richtung, die Fröbel zum Verständnis der Natur in Verbindung mit mathematischen Regelmäßigkeiten am meisten interessiert, ist die Kristallographie. Diese Wissenschaft hat er studiert (1812), davon zeugt seine Beschäftigung in Berlin bei Christian Samuel Weiss (1814-1816), dem „Begründer der geometrischen Kristallographie“. Fröbel kommt dabei mit der Mineralogie und insbesondere mit der Kristallographie (vgl. Leeb-Lundberg, 1972, S. 53ff.) in Kontakt,

die ihm die Synthese von Natur und Mathematik in Form der regelmäßig geformten Kristalle vor Augen führt:

„Die Krystallwelt [sic!] verkündete mir laut und unzweideutig in klarer steter Gestaltung das Leben und die Lebgesetze des Menschen und in stiller aber wahrer und sichtbarer Rede das wahre Leben der Menschenwelt“ (Fröbel, 1828).

In den Grundformen der Kristalle erkennt er plastisch die Mathematik. Lange schreibt in seinem ersten Band Fröbels gesammelter pädagogischer Schriften in einer Fußnote, dass Fröbel eine Professur in diesem Fach angeboten bekommt, belegt dies aber nicht weiter (Lange, 1862b, S. 135). Heiland bezieht sich in seiner Monographie auf diese Fußnote, kommt aber zusätzlich zu der Auffassung, dass die Professur in Stockholm sei (Heiland, 1982a, S. 58 u. 130; hier stimmt die Seitenzahl in Prüfers Werk nicht, auf die Heiland verweist: er gibt S. 137 an, richtig wäre S. 135). Ob Fröbel tatsächlich eine Professur in Stockholm angetragen wird, ist unklar. Eine persönliche Rückfrage nach der Quelle bei Heiland führt nicht weiter. Ein Leben an der Hochschule als Praktiker kann sich Fröbel überdies nicht vorstellen. Die Praxis ist es, in der er seine Tätigkeit sieht. Ihn zieht es „zu den Menschen, zur Erziehung des Menschen zurück [... um die] wiedererkannten Gesetze der Wesensentwicklung für die und in der Menschenerziehung anzuwenden“ (Fröbel, 1828). „Die damals Studirenden [sic!] in ihrer geringen naturhistorischen Vorbildung, in ihrem geringen Sinn dafür und in ihrem noch geringeren ächt [sic!] wissenschaftlichen Geiste und Streben“ (Fröbel, 1828) bewegen Fröbel dazu, die Arbeit an der Universität zu beenden und die pädagogische Praxis zunächst in Griesheim/ Thüringen, dann in Keilhau/Thüringen, in Form einer Schule zu begründen. Mathematische Aufgaben stellt er sich selbst und wendet diese in seinen pädagogischen Kontexten in den unterschiedlichen Erziehungsinstitutionen an (vgl. Kelbert, 1977). Fröbels mathematisch-naturwissenschaftliche Ausbildung entspricht dem Stand seiner Zeit. Fröbel konzipiert aus seiner mathematischen Vorbildung heraus und im Rückgriff auf die Ordnungsstrukturen der Kristalle didaktische Materialien in Gestalt seiner Gaben:

„Mathematische Grundbildung heißt für Fröbel zunächst: spielerisch-konstruktiver Umgang des Kindes mit stereometrischen ‚Normalkörpern‘, also raumkundlichen Elementarkörpern, ‚reinen‘ Formen mit Normcharacter, die das Typische von Gegenständen vermitteln. Im Wesentlichen hat Fröbel hier zwei mathematische Körperformen aus dem Gesamtzusammenhang der kristallinen Formen bevorzugt: Kugel (Ball) und Würfel (als Einheit und in geschnittener Form mit unterschiedlichen, immer differenzierteren Schnitten). Für den Zusammenhang der mathematischen Grundbildung Fröbels hat der Würfel mehr Bedeutung, weil er nicht nur beim Gesamtzusammenhang der ‚Gaben‘ (3. – 6. Gabe/ ‚Baukästen‘) dominiert, sondern mit dem ‚sprechenden Würfel‘ auch in den Elementarschulunterricht hineinreicht und schließlich mit dem ‚Körperkasten‘ von 1844 noch eine weitere Variante dieser mathematischen Elementarbildung vorliegt“ (Heiland, 2004, S. 28).

Das prominenteste Beispiel ist die Dritte Gabe (vgl. Abb. 4, S. 35), die im empirischen Teil dieser Arbeit Verwendung findet. Anhand dieser Gabe greift Wagemann die drei „Gebrauchsmöglichkeiten“, die sich für die Beschäftigung mit den Baugaben als Klassifikationssystem der erschaffene Produkte anbieten, auf (vgl. Wagemann, 1957, S. 241f.). Die dritte Gabe eigne sich in allen drei Ausprägungen (Lebens-, Schönheits- und Erkenntnisform) als mathematisches Material. Wobei der mathematische Gehalt immer gegeben sei, die Möglichkeit der freien Betätigung mit den acht Würfeln der dritten Gabe aber abnehmend sei: Der Gebrauch der dritten Gabe zur Erschaffung von Erkenntnisformen biete den größten Einblick in mathematische Zusammenhänge (vgl. Wagemann, 1957, S. 242ff.).

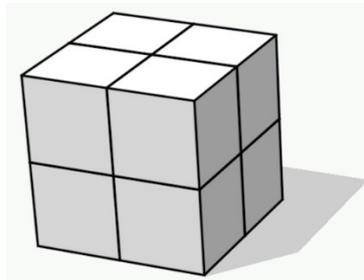


Abb. 4: Dritte Gabe (schematische Zeichnung)

Doch Fröbel legt auch weitere Materialien in Form von Lehrgängen (Fröbel, 1826) und Bildungskonzeptionen (vgl. Heiland, 1983b) vor, in denen er die Inhalte zum Unterrichtsfach „Mathematik“ darlegt. Auch in den heutigen Lehrplänen (z.B. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2010) und der didaktischen Literatur (vgl. Grüßing, 2020; Häsel-Weide, 2020; Kuratli Geeler, Moser Opitz & Schnepel, 2020; Schmassmann & Jandl, 2020) finden sich Ausführungen zu den Lerninhalten. Tab. 6 zeigt die Inhalte des Lernbereichs Mathematik im Förderschwerpunkt Lernen (FSL) im Vergleich zu Fröbels Auffassung von Mathematik und deren Umsetzung in seine schulischen Konzeptionen. Die heutigen Lerninhalte lassen sich mit den Fröbel'schen Lerninhalten in Verbindung bringen, so dass die Verwendung der Fröbel'schen Gaben, die auch zur Vermittlung der mathematischen Inhalte entwickelt werden, auch in der heutigen Praxis Verwendung finden können.

Tab. 6: Inhalte des Lernbereichs Mathematik im Förderschwerpunkt Lernen (FSL) im Vergleich zu Fröbel

<b>Heutige Lerninhalte im Lernbereich Mathematik im FSL</b> (Grüßing, 2020; Häsel-Weide, 2020; Kuratli Geeler et al., 2020; Schmassmann & Jandl, 2020)	<b>Fröbels mathematische Lerninhalte</b> (Heiland, 1993, S. 113)	<b>Kommentar</b>
Erstrechnen	„Reine Zahl“ und „angewandte Zahl“	Gegenstände in Zahl und Form sowie Beziehungen zwischen Gegenständen
Grundoperationen	„Zifferrechnen“	Rechnen mit Zahlen, Grundrechenarten
Sachrechnen	„Größenlehre“	Fröbel bettet mathematische Inhalte, die heute als „Sachrechnen“ bezeichnet werden, immer dann ein, wenn sie von den Schüler*innen selbst „aufgefunden“ werden (vgl. Heiland, 1993, S. 74)
Raum und Form	„Formenlehre“ (Geometrie) sowie „Zeichnen im Netz, Figurenerfinden“	Mit „Figuren“ sind „geometrisch-stereometrische“ Formen gemeint, die exakt in einem Raster (Netz) gezeichnet werden können (vgl. Heiland, 1993, S. 70)

Fröbel hat bei der Konzeption des Unterrichts von Keilhau und auch bei seinen späteren Plänen und Gründungen anderer Erziehungseinrichtungen stets die Mathematik in Form einer Kompetenz, die den zu Erziehenden vermittelt werden soll, mitbedacht. Nach der Einbeziehung und Nutzung von Naturmaterialien und ersten Ansätzen von ihm für den Unterricht erdachter und angefertigter eigener Materialien, beginnt Fröbel 1837 mit der Produktion der Spielgaben (Heiland, 1982a, S. 98), die Verbindungen zum „Gesetz der Sphäre erahnen [lassen]: Alles geht von der Einheit aus, entfaltet sich in Polarität und kehrt zur Einheit zurück. Darüber hinaus bringt der Tätigkeitstrieb des Kindes diesen Zusammenhang produktiv hervor“ (Heiland, 1982a, S. 101f.). Die dadurch zu vermittelnden mathematischen Kenntnisse versucht er in seinem System der Gaben transparent und im wahrsten Sinne des Wortes „be-greifbar“ zu machen. Fröbels Verbindung zur Mathematik zeigt „daß Fröbel nicht nur Pädagoge, sondern auch Naturwissenschaftlicher (Kristallograph, Geometer usw.) und Naturphilosoph war“ (Kelbert in: König, 1978, S. 62):

1. „Fröbel ... [beherrscht] den Universitätslehrstoff seiner Zeit (1800-1816) in Algebra, reiner Mathematik, Geometrie, Kristallographie, Chemie, Physik (Mechanik), Zoologie, Politischer Ökonomie, Kombinatorik und in den Staatswissenschaften“ (Kelbert in: König, 1978, S. 63).
2. Fröbel beschäftigt sich mit Lösungsansätzen mathematischer Probleme (z.B. für den Satz des Pythagoras) (vgl. Kelbert in: König, 1978, S. 64).
3. Fröbel integriert alle mathematischen Erkenntnisse aus den Universitätsstudien, aus der Beschäftigung mit mathematischen Problemen, praktische Erlebnisse aus der Zeit bei Pestalozzi in der Schweiz in seinen Unterricht in Keilhau und den anderen Erziehungsanstalten, in denen er tätig war:  
  
„So führt zum Beispiel eine klare und unmittelbare Leitlinie vom Unterrichtskomplex der Formenlehre (Spaer) über das Studium der Geometrie des französischen Mathematikers Legendre, die Kombinatorik von Stahl (1802), die Theorie der allgemeinen Vieleckslehre des Göttinger Mathematikers A. L. Müller (1724 – 1788), über eigene mathematische Untersuchungen (mathematische Manuskripte im Nachlaß) [sic!] zum Lehrgang der Formenlehre in Keilhau und über ‚Die Kunde der Formen und Gestalten‘ (1826) zu Manuskripten und Veröffentlichungen über Stäbchenlegen und Verschränkspiele“ (Kelbert in: König, 1978, S. 64).
4. Fröbel nutzt die mittels eines weiteren didaktischen Materials, der Legetäfelchen (vgl. Abb. 5, S. 39), legbaren Schönheitformen im Sinne mathematischer Aufgaben (Kelbert in: König, 1978, S. 64f.).
5. Fröbel nutzt die dritte Gabe um „Drehung, Symmetrie und Translation“ (Kelbert in: König, 1978, S. 65) einzuführen, indem er
6. „in seinem gesamten Spiel- und Beschäftigungssystem die analytische und synthetische Methode als eine Einheit“ verwendet. Damit verlässt er „den bisherigen Weg der Darstellung der Geometrie (nach Euklid) [...] und [schlägt] einen neuen, modernen, auf der Topologie [...] aufgebauten Weg“ (Kelbert in: König, 1978, S. 65) ein.
7. Fröbel wendet die Kombinatorik „als mathematisches Hilfsmittel der Betrachtung auf die Darstellung aller geometrischen Probleme“ (Kelbert in: König, 1978, S. 65) an.

Kelbert sieht Fröbel deshalb auch als „Theoretiker der Unterrichtsmittel“ (Kelbert in: König, 1978, S. 66) und fordert von den Zuhörern, „das gesamte System Fröbels aufzudecken, ihn in allen Aspekten zu erforschen und nicht nur einseitig als ‚Vater des Kindergartens‘ zu betrachten“ (Kelbert in: König, 1978, S. 66). Fröbel selbst hat sich zur Mathematik und der Beziehung des Menschen zur Mathematik wie folgt geäußert:

„Menschenerziehung ohne Mathematik und wenigstens ohne gründliche Zahlenkunde - an die sich dann die Kunde der Form und Größe als notwendige Bedingung wohl notdürftig durch gelegentliche Aneignung anschließt - ist darum ein haltloses Stück- und Flickwerk und setzt der Bildung und der Entwicklung, zu welcher der Mensch und die Menschheit bestimmt und berufen ist, unübersteigbare Grenzen, die aber der Mensch dann, da er sich von seiner strebenden Natur und strebendem Geiste nicht lossagen kann, entweder zu überschwärmen, oder des fruchtlosen geistigen Drängens und Strebens müde, sich in sich selbst, seine Kräfte zu lähmen sucht; denn Menscheng Geist und Mathematik sind so unzertrennlich, als Menschengemüt und Religion“ (Fröbel, 1826, S. 254f.).

Daraus wird deutlich, welchen hohen Stellenwert die Mathematik bei Fröbel einnimmt und welche besondere Bedeutung sie für die Menschen hat.

### 2.1.3 System der Gaben

Das mit Ahnungen von der Welt ausgestattete Kleinkind wächst nicht orientierungslos in derselben heran. Es wird dabei von Erwachsenen geleitet, die ihm Hilfestellungen in Form von Sprache und Tätigkeiten geben. Diese Tätigkeiten werden durch pädagogische Mittel begleitet, die dem Kind eine Interaktion mit sich und der Welt erlauben. Die verwendeten pädagogischen Mittel sind die Reinform eines didaktischen Materials, das zum autodidaktischen Lernen anregen soll, später aber eine Erweiterung erfährt, die eine Auseinandersetzung von Kind und Erwachsenem ermöglicht (vgl. Rockstein, 2013, S. 36). Zunächst scheinbar einfach gehalten, werden die später Spielgaben oder Gaben genannten Mittel mit fortschreitender Entwicklung immer komplexer und stehen doch stets in einem mathematisch-logischem Zusammenhang. Abb. 5 (S. 39) zeigt ein Beispiel für einen solchen Zusammenhang anhand von Würfel, Legetäfelchen (gelbes Quadrat) und Legestäbchen in zwei verschiedenen Längen. Der offensichtliche Zusammenhang der vier ungleichen Materialien zeigt, dass die Materialien trotz ihrer Unterschiedlichkeit in Beziehungen gesetzt werden können, die sich mathematisch ausdrücken lassen.

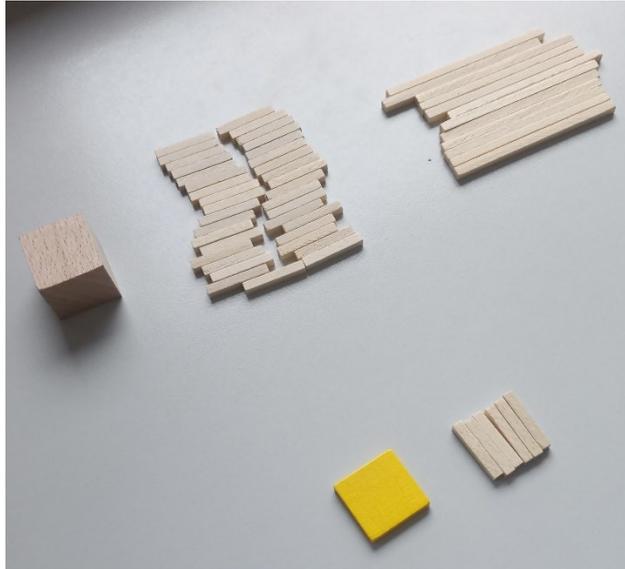


Abb. 5: Beispiel für mathematische Beziehungen von Würfel, Legetäfelchen und Legestäbchen

Friedrich Fröbel ist nicht nur der Erfinder des Kindergartens, er hat für diesen auch sogenannte Spielgaben entwickelt und angefertigt. Die Idee hinter diesen Spielgaben werden in seiner Sphärephilosophie beschrieben. Ursprünglich sind die Gaben als „Spiel- und Beschäftigungsmittel“ geplant, die dem mit Ahnungen ausgestatteten und in die Welt hineinwachsenden Kind eine Orientierung und die Möglichkeit des selbsttätigen Lernens geben sollen. Da Fröbel seine Pädagogik nicht für eine spezifische Gruppe von Menschen, für Menschen mit besonderen Begabungen oder Defiziten, nur für Beamtenwaisen oder Arbeiterkinder, sondern für *alle Menschen* vom Lebensbeginn an, denkt (deshalb der Titel seines Hauptwerkes „Menschenerziehung“, s.u.), beginnt er mit dem Zurverfügungstellen der Gaben beim neugeborenen Menschen, der frisch auf die Welt gekommen ist: beim Säugling. Fröbels Anliegen ist es, ausgehend von den Kindern den Plan einer umfassenden Bildung zu konzipieren. Deutlich wird dies in seinem Werk der „Menschenerziehung“:

„Jeder Mensch schon als Kind soll als ein notwendiges wesentliches Glied der Menschheit erkannt, anerkannt und gepflegt werden, und so sollen die Eltern sich als Pfleger Gott, dem Kinde und der Menschheit verantwortlich fühlen und erkennen“ (Fröbel, 1826, S. 24).

Die „Menschenerziehung“ ist auf mehrere Bände konzipiert, wovon allerdings nur der erste fertiggestellt und gedruckt wird. Dieser Band enthält die Ausführungen über die „Erziehungs-, Unterrichts- und Lehrkunst“, die Fröbel in der „allgemeinen deutschen Erziehungsanstalt zu Keilhau“ ab 1817 umsetzen will. Dieses – häufig als Hauptwerk betrachtete Buch – umfasst die Jahre der Kindheit „bis zum begonnenen Knabenalter“

(Untertitel). Im heutigen Sprachgebrauch würden wir sagen, es umfasst die Jahre der frühen Kindheit bis zum Eintritt in die Schule. Das an die Kindheit anschließende Knabenalter bezeichnet die Jahre in der Grundschule und den ersten Jahren der weiterführenden Schule vor dem Beginn der Pubertät. Demnach liegt mit der „Menschenerziehung“ also ein unvollständiger Abriss der Fröbel’schen Erziehungsideen vor. In dem 1826 erschienenen Werk taucht der Begriff der „Spielgaben“ noch nicht auf. Diese werden erst später – wohl ab 1837 – von theoretischen Beschreibungen zu greifbaren Produkten, da die Produktion der Baukästen sich ab diesem Zeitraum nachweisen lässt (vgl. Osann, 1956, S. 117ff.). Fröbel beschäftigt sich innerhalb seiner Überlegungen zur Erziehung und Bildung jüngster Kinder mit der Entwicklung von didaktischem Material, welches Lern- und Erkenntnisprozesse auslösen, unterstützen und damit die Selbsttätigkeit fördern soll. Da bei Fröbel nichts unverbunden und ohne Herleitung bzw. Begründung geschieht, ist es nicht verwunderlich, dass auch das „Spielzeug“, welches den Kindern im Verlauf ihrer Entwicklung vom ersten Jahr an in der Familie und im Kindergarten zur Verfügung stehen soll, eine solide Basis hat:

„Auf der Grundlage seiner Sphärephilosophie entwickelte Friedrich Fröbel ein ganzes System von Spiel- und Beschäftigungsmitteln, die in einem analytisch-synthetischen Konstruktionszusammenhang stehen“ (Rockstein, 2013, S. 36).

Dieser „analytisch-synthetische Konstruktionszusammenhang“ ist der mathematische Kern der Gaben, der für diese Arbeit im Einsatz im Förderunterricht Mathematik in der beruflichen Förderschule untersucht wird. Ungeachtet der Bemühungen Fröbels, seinem didaktischen Material selbst einen Systemcharakter zu geben – was das Vorhandensein der philosophischen Schemata erklären könnte – scheint ihm dies jedoch nicht zu gelingen. Heiland merkt kritisch an, dass der Überbegriff des „Systems“ für die Materialien eigentlich nicht korrekt ist und im Folgenden ausgeführt wird:

„Im strengen Sinn hat Fröbel es einfach nicht geschafft, seine Materialien zu einem ‚System‘ zusammenzuschließen. Das von ihm entwickelte Schema, der zerlegend-analytische und dann zusammenfügend-synthetische ‚Gang‘ durch das ‚Spielgaben- und Beschäftigungsganze‘ ist Spätprodukt [obwohl undatiert wohl im letzten Abschnitt seines Lebens erdacht, NR] und passt nicht mit den drei Typen der Bauformen [i.e. Lebens-, Schönheits- und Erkenntnisformen, NR] der ‚Gaben‘ zusammen“ (Heiland, 2017, S. 267).

Dennoch geben die Schemata einen guten Überblick über das „System“ der Gaben. Die von Heiland nachgewiesenen Widersprüche bilden ein forschungsrelevantes Problem, für diese Arbeit spielt es jedoch keine Rolle, ob das „System“ theoretisch in sich geschlossen und stringent logisch aufgebaut und begründet ist oder nicht. Die Baugaben, Legetäfelchen und Legestäbchen sind nach mathematisch-logischen Prinzipien (durch

aufeinander aufbauende Grundmaße) konzipiert und deshalb miteinander kombinierbar und *bilden ein System*. Dabei weist der Begriff „System“ jedem einzelnen Material einen bestimmten Platz im Ganzen zu: „Jedes einzelne Material [wird] in einen größeren Zusammenhang eingeordnet“ (Hebenstreit, 2003, S. 253):

„Das System der Spielgaben wird, ebenso wie die Entwicklung des Einzelnen und die der gesamten Gesellschaft, von einem dialektischen Gesetz bestimmt, das das Neue, die Fortschreitung einerseits und das Bewahrende, das Bekannte andererseits zur Grundlage hat“ (Hebenstreit, 2003, S. 253).

Die Verwendung der Bezeichnung „System“ ist trotz des Einwands von Heiland (s.o.) gerechtfertigt, da sich über den Zugang über mathematischen Beziehungen sehr wohl ein Gebilde, d.h. ein aus Einzelteilen zusammengesetztes Ganzes mit logischen Beziehungen offenbart. Dies gilt insbesondere für die Baugaben, Legetäfelchen und Legestäbchen.

#### 2.1.3.1 Zum Begriff der Gaben

Das didaktische Material, welches Friedrich Fröbel unter den Begriffen „Spiel- und Beschäftigungskästen und -mittel“ zusammenfassend benennt, enthält die Bälle (erste Gabe), Kugel, Walze und Würfel als zweite Gabe, die Baugaben (dritte bis sechste Gabe), die Legetäfelchen und Legestäbchen, die sich allesamt systemisch miteinander kombinieren lassen. Zum eigentlichen System gehören weitere Elemente. Einen Überblick findet sich in Abb. 13 (S.50).



Abb. 6: System der Gaben (hier: Baugaben, die dritte bis sechste Gabe)

Der Begriff der Gabe „beinhaltet, dass der Erwachsene dem Kind diese Materialien, denen ein hoher Bildungsanspruch innewohnt, „gibt““ (Rockstein, 2013). Dabei ist die Bezeichnung „Gabe“ gewissermaßen im Sinne von „Geschenk“ für das sich entwickelnde Kind zu verstehen, welches diesem durch einen Erwachsenen zur passenden Zeit übereignet wird. Bei den Gaben handelt es sich um didaktisches Material aus Holz, das einen ganz klaren Auftrag hat:

„Spielgaben sind Entwicklungsmaterial für das Kind. Ihre Gestaltung und Einführung richtet sich nach seinen wachsenden Bedürfnissen und Fähigkeiten, sich in die Welt einzuarbeiten, das eigene Selbst aufzubauen und nach außen zu präsentieren“ (Hebenstreit, 2003, S. 332).

Hebenstreit spricht hier die von Fröbel mehrfach geäußerte Maxime „Äußeres verinnerlichen, Inneres veräußerlichen“ (Fröbel, 1826, S. 60f., 206) an, die dem Kind beim Hineinwachsen in die Welt ein steter Begleiter ist und sich insbesondere im und durch das Spiel des Kindes äußert. Die Gaben sollen dabei ein Vehikel sein, mit dem das Kind die Weltaneignung autodidaktisch vollziehen kann. Eine Gabe ist also ein didaktisches Material, welches sich auf unterschiedliche Art und Weise einsetzen lässt und durch seine vielgestaltigen Möglichkeiten zur Bildung des Kindes beiträgt. Fröbel selbst hat keine zeitliche Beschränkung zum Einsatz der Gaben – nach der Einführung derselben in einem bestimmten Alter – gegeben. Das bedeutet, dass die Spielgaben für alle Altersgruppen gedacht und angefertigt wurden. In der frühkindlichen Erziehung, insbesondere im Kindergarten, werden die Gaben von Beginn an eingesetzt. In der Schule sind sie weit weniger verbreitet und in anderen Bildungskontexten so gut wie gar nicht. Dabei lassen sich die Spielgaben – wie schon der Titel des Fröbel’schen Hauptwerks erkennen lässt – für die „Menschenerziehung“ in jeglichen Altersgruppen gewinnbringend einsetzen. Es liegen noch keine Untersuchungen für die Verwendung der Gaben in Kontexten der Altenbetreuung vor. Dies scheint auch ein vielversprechendes Forschungsfeld zu sein, bei dem die Gaben als Erzählanlass benutzt werden könnten.

#### 2.1.3.2 Anzahl und Nummerierung der Gaben

Über die Anzahl und Nummerierungen der von Fröbel entwickelten Gaben kursieren in Druckwerken (und inzwischen auch im Internet) unterschiedliche Vorstellungen. Die frühen Nachfolger\*innen Fröbels bemühen sich wenig, exakt herauszuarbeiten, welche Spiel- und Beschäftigungsmittel tatsächlich von Fröbel ausgedacht und umgesetzt bzw. wie diese beschaffen und bezeichnet werden, sodass ein Wildwuchs von Nummerierungen und Zusammenstellungen zu beobachten ist, der eher zur Verwirrung als zur Aufklärung beiträgt. Fröbel selbst verbreitet in gedruckter Form den „Allgemeinen

Überblick“ über sein System der Spielgaben und Beschäftigungsmittel erst spät und nicht abschließend (vgl. Heiland, 1998, S. 171ff.). Visuell, d.h. zeichnerisch, wird sein System von ihm selbst lediglich in zwei undatierten Schemata dargelegt, die erst von Knechtel 1978 im Rahmen ihrer Dissertation transkribiert und damit überhaupt lesbar werden. Später bringt Knechtel zusammen mit Boldt und König die dreibändige Fröbel-Ausgabe heraus, deren dritten Band die Abbildungen in drucktechnisch transkribierter Form beigelegt sind (vgl. Boldt, Knechtel & König, 1982a). Heiland veröffentlicht sechzehn Jahre später in seinem Buch „Die Spielpädagogik Friedrich Fröbels“ (vgl. Heiland, 1998, S. 276f.) keines der Schemata als Abbildung, sodass eine visuelle Auseinandersetzung damit nicht stattfinden kann. Die von Boldt, Knechtel & König (1982c) herausgegebene Abbildung ist die Grundlage für die Abbildung des Überblicks über das System der Baugaben (vgl. Abb. 15, S. 54). Die „Schemata [zeigen], welche Bedeutung Fröbel dem Zusammenhang der ‚Gaben‘ und Beschäftigungsmittel beimaß und wie deutlich diese mathematisch fundiert werden“ (Heiland, 1998, S. 277). Im Prinzip handelt es sich aber um einen einzigen Grund: Der Zusammenhang der Gaben ist ein mathematischer, der „analytisch-synthetische Konstruktionszusammenhang“ (Rockstein, 2013, S. 36). Das macht das System der Gaben so gewinnbringend als didaktisches Material für den Mathematikunterricht. Ausgehend von der Erkenntnis, dass der Zusammenhang der Gaben mathematisch erklärbar ist, lassen sich weitere Gaben zu diesem System hinzufügen, es lässt sich also flexibel erweitern. Einem interessierten Laien erweist sich die Suche nach einem historisch korrekten Überblick über die Art und Anzahl der Gaben schnell als schwierig. In Unkenntnis des Gesamtsystems der Gaben – von Fröbel (o. J.) dargestellt in der „Allgemeinen Übersicht der bis jetzt zum größten Teile ausgearbeiteten Spiel- und Beschäftigungskästen und Mittel von Friedrich Fröbel“ haben seine Nachfolger\*innen die Spiel- und Beschäftigungsmittel ab der siebten Gabe kreativ willkürlich weiter nummeriert, fremde und eigene Produkte hinzugefügt, so dass sich heute auf Webseiten Übersichten über das System der Gaben finden, die wissenschaftlichen Kriterien der historischen Korrektheit *nicht* entsprechen (vgl. z.B. Webseiten von Redhentoys, 2017; Sina-Spielzeug, 2019). Bis heute fehlt ein Werk mit einer Übersicht über die nachträglich hinzugefügten Gaben, deren Urheber\*innen, dem Datum der Erfindung sowie der exakten Bezeichnung. Tab. 36 (S.189) gibt einen Überblick über die von Fröbel theoretisch konzipierten zehn Gaben.

### 2.1.3.3 Nachweisbare Weiterentwicklungen des Gabensystems

In den 150 Jahren nach Fröbels Tod werden weitere Gaben zum System hinzugefügt, die heute mehr oder weniger etabliert sind. Hier sind vor allem folgende Weiterentwicklungen zu nennen:

- Hermann Goldammer (um 1860): „Gabe 5B“ (Goldammer, 1885, S. vgl. 181ff.),



Abb. 7: Gabe 5B von Goldammer (Quelle: SINA-Spielzeug)

- Wijbrandus (auch: Wybrandus) Haanstra und Marie de Bock-Hardenberg (um 1900): „tussen gaven“ (dt. Zwischengaben) oder „overgangsgaven“ (dt. Übergangsgaben) (Nijkamp, 1974, S. 32),

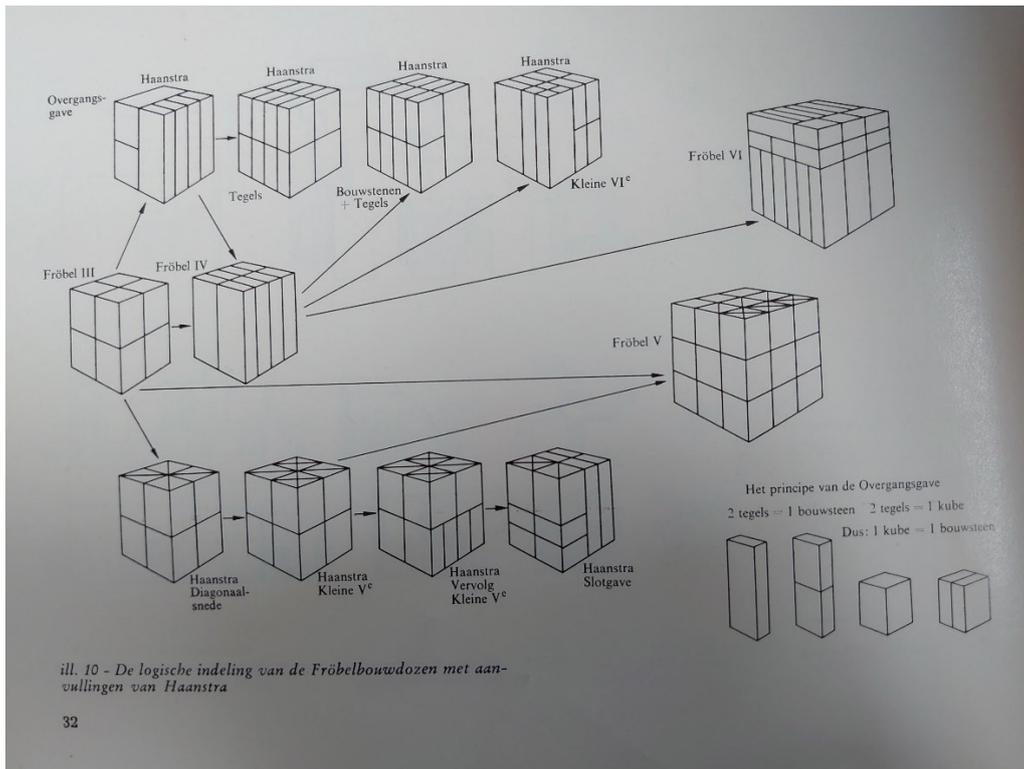


Abb. 8: „Tussengaben“ (=dt. Zwischengaben, obere und untere Reihe) nach Haanstra und de Bock (aus: Nijkamp, 1974, S. 32)

- Heinrike Schauwecker-Zimmer (=HSZ, um 2000): „Zweite Gabe HSZ“ (Schauwecker-Zimmer, 2011, S. 24) und

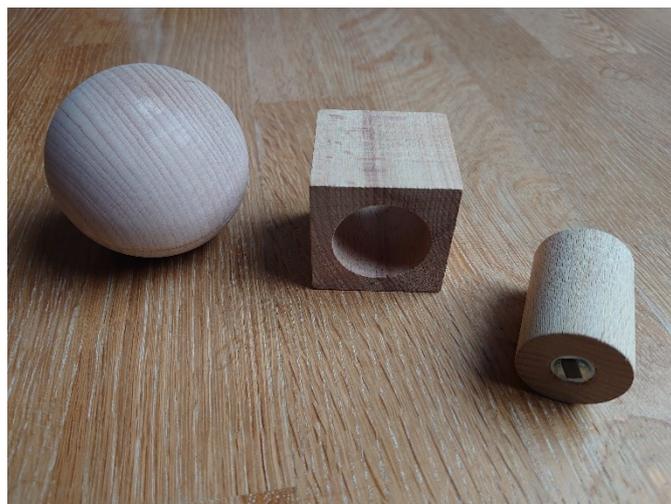


Abb. 9: Zweite Gabe HSZ mit geschlossener Kugel

- Sang Hong-Lee (2002): „Gabe 6B“ (Seidler, 2017).



Abb. 10: Gabe 6B nach Sang Hong Lee (Quelle: SINA-Spielzeug)

Grundsätzlich ist Fröbels System für Ergänzungen offen, solange diese in den sphärephilosophischen Kontext passen und miteinander kombinierbar sind – durch die Einhaltung eines einheitlichen Grundmaßes. Allerdings lassen sich die später entwickelten Produkte z. T. nicht organisch in das Gesamtsystem einfügen und stellen deshalb nicht immer echte Ergänzung des Fröbel’schen Systems der Spiel- und Beschäftigungsmittel dar. Die grundsätzliche Systemoffenheit und die damit verbundene Vielzahl an Möglichkeiten für kreatives Gestalten unterscheidet das Fröbel’sche Gabensystem damit grundsätzlich von anderen Systemen (z.B. Montessori) (vgl. Schmutzler, 1991, S. 7f.). In dieser Arbeit werden für Voruntersuchungen zur Pilotstudie die Fröbel’schen Originalgaben herangezogen. Es geht also auch hier um den „authentischen Fröbel“ (vgl. Heiland, 2004). Dabei wird die dritte Gabe ausgewählt und erstmals überprüft, ob didaktische Potential der Gaben sich empirisch messen lässt, d.h. ob die dritte Gabe als Fördermaterial an einer beruflichen Förderschule evidenzbasiert und effektiv einsetzbar ist.

#### 2.1.3.4 Originalquellen für die Anzahl, Bezeichnung und Nummerierung der Spiel- und Beschäftigungsmittel

Eine Auskunft über die Zeitpunkte des Auftretens der verbreiteten willkürlichen Sortierung und Nummerierung der Gaben kann nicht gegeben werden, da bislang keine Übersicht über die Veröffentlichungen zum Material der „Spiel- und Beschäftigungskästen und -mittel“ im Spiegel der Historie vorliegt. Deshalb wird am Ursprung des Materials begonnen. Es sind vier originäre Quellen von Fröbel überliefert, die einen Aufschluss über sein System des didaktischen Materials geben. Sie geben

genauen Aufschluss über die Beschaffenheit des Systems der Gaben aus der Vorstellung nach Fröbel. Die beiden hier gemeinten Texte sind seit 1862 bekannt, die zwei Schemata werden von Knechtel durch ihre Dissertation 1978 einem interessierten Publikum zugänglich und ab 1982 als Druck im Rahmen der dreibändigen DDR-Fröbel-Ausgabe einem noch größeren Kreis bekannt (Boldt, Knechtel & König, 1982b).

1. Zwei Texte zum System der Gaben
  - a. Die unter dem Titel „Vollständige briefliche Darstellung“ zusammengefassten Texte, die erstmals von Wichard Lange ediert wurden (Lange, 1862a, S. 570ff.);
  - b. Fröbels Brief an Leonhard Woepcke, in dem er darlegt, woraus sein System der Gaben besteht (vgl. Fröbel, 1845);
2. Zwei Schemata zum System der Gaben:
  - a. „Übersicht des Zusammenhangs der bis jetzt ausgearbeiteten Bauen, Legen und Gestaltungsspiele“ (Heiland, 1998, S. 276, „Übersicht“ Blatt 3);
  - b. „Allgemeine Übersicht der bis jetzt zum größten Teile ausgearbeiteten Spiel- und Beschäftigungskästen und Mittel von Friedrich Fröbel“ (Heiland, 1998, S. 276, BN „Allgemeine Übersicht“ Blatt 4).

Die beiden Schemata werden von Knechtel „Philosophische Schemata“ (Knechtel, 1978: Anlage 1, S. 7 Fußnote 3) bzw. von Heiland „Schemata zur Systematik der Spielmaterialien und Beschäftigungsmittel Fröbels“ (Heiland, 1998, S. 276) oder kurz nur „Schemata“ oder „Übersichten“ genannt. Sie sind zum Verständnis des Systems der Spielgaben von Fröbel unentbehrlich und bilden die Grundlage ihrer ernsthaften, authentischen Nummerierung und Bezeichnung. Während bei der „Übersicht“ teilweise die Benennungen der „Baukästen“ (Baugaben) fehlen, liefert die „Allgemeine Übersicht“ die umfassendste Darstellung von Fröbels System des didaktischen Materials (Heiland, 1998, S. 276f.). Für die Herausarbeitung des „authentischen Materials“ wird auf die letztgenannte „Allgemeine Übersicht“ verwiesen, die seit der Wiedervereinigung Deutschlands als Teil des Berliner Nachlasses (BN) im Deutschen Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF) in der Bibliothek für Bildungsgeschichtliche Forschung und dort im Archiv APW unter der Kennung „Berliner Nachlaß“ (BN) verwahrt wird.

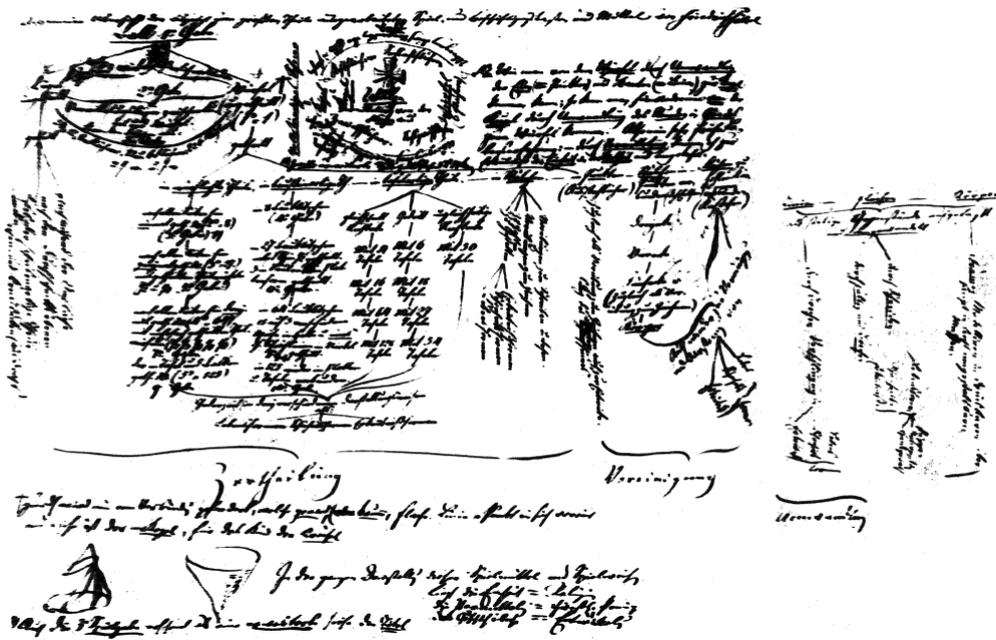


Abb. 11: Historisches Original: Fröbels „Allgemeine Übersicht“

In der ursprünglichen Version des Schemas (vgl. Abb. 11, S. 48), von Fröbel selbst angefertigt, ist kaum etwas zu erkennen. Erika Knechtel kommt das Verdienst zu, diese schwer lesbare Ur-Version der „Allgemeinen Übersicht“ transkribiert und erstmals in ihrer Dissertation veröffentlicht zu haben (vgl. Knechtel, 1978).

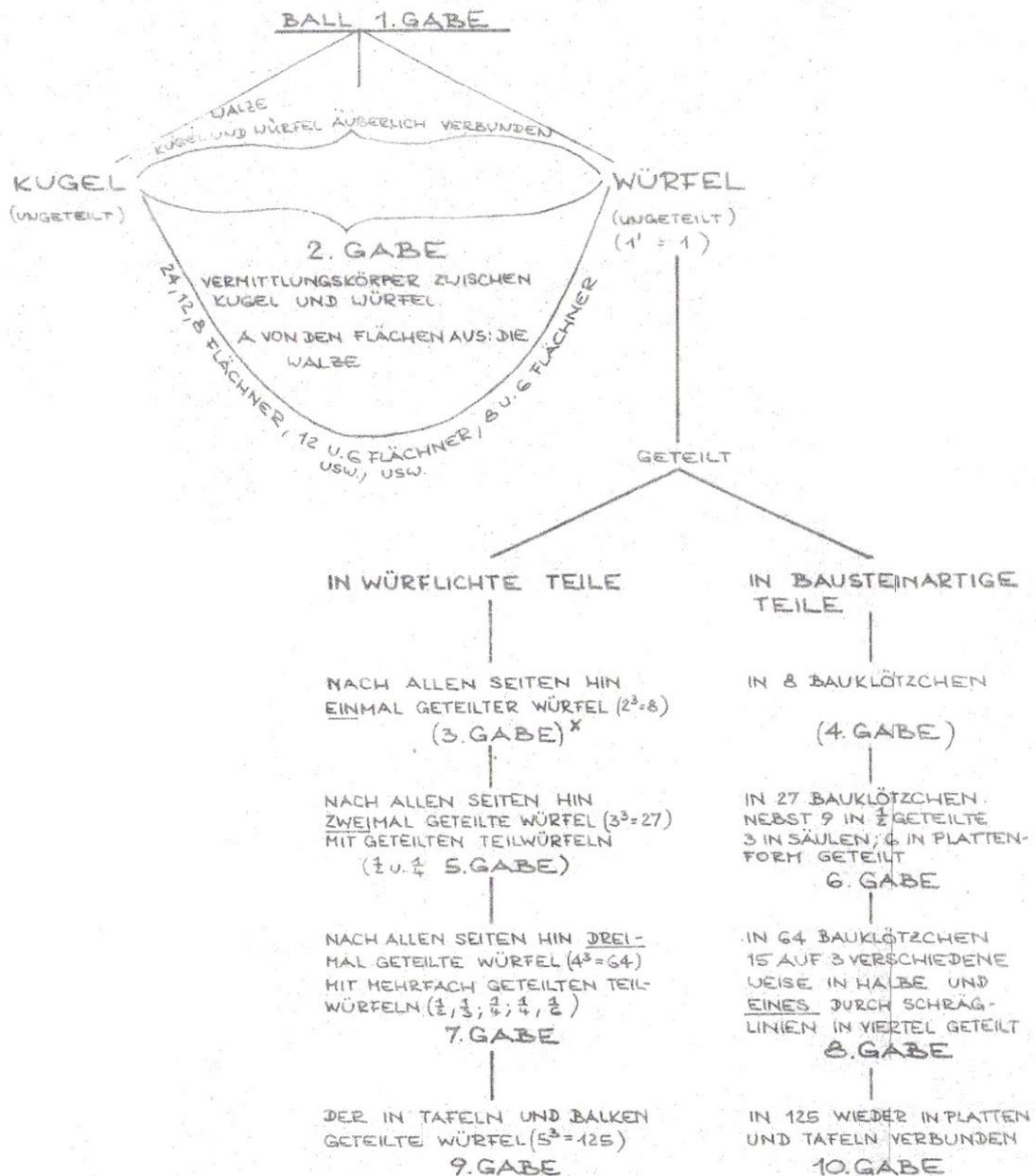


Abb. 12: Transkription: „Allgemeine Übersicht“ (Knechtel, 1978, Ausschnitt mit dritter Gabe)

Die transkribierte Version (vgl. Abb. 12, S. 49) ist auch die Grundlage der gedruckten Version (vgl. Abb. 13, S. 50), die später in der dreibändigen DDR-Fröbel-Ausgabe als Beilage erscheint (Boldt et al., 1982a). Diese Version ist diejenige, die für die Übersicht des Systems der Spielgaben und Beschäftigungsmittel für diese Arbeit herangezogen wird, da sich anhand dieser Systematik sich die Schriften der Nachfolger\*innen exakt auf ihre historische Genauigkeit hinsichtlich der Benennung und Nummerierung der Gaben überprüfen lassen.

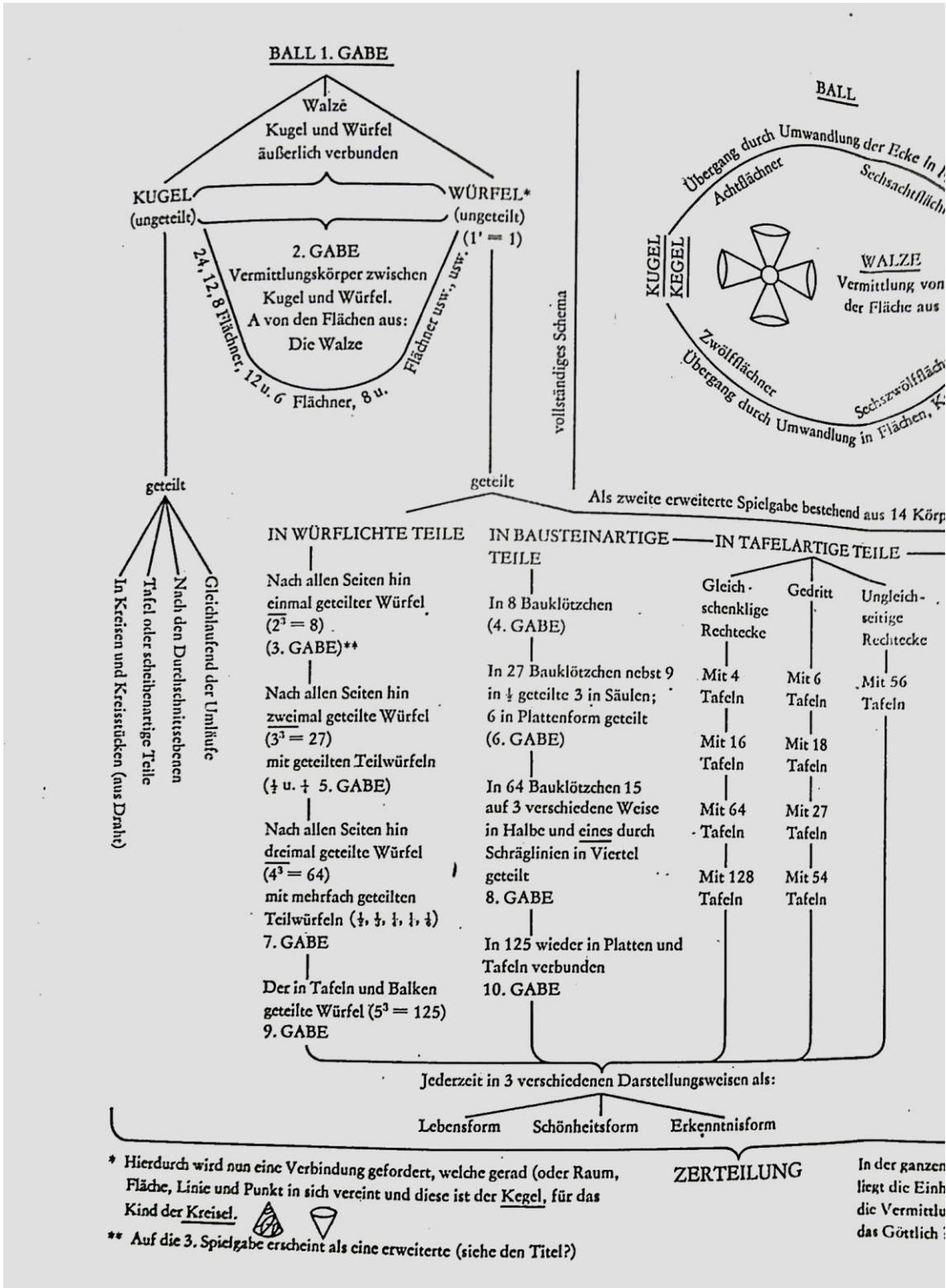


Abb. 13: Transkription: „Allgemeine Übersicht“, gedruckte Version (Boldt et al., 1982a)

Da den nachfolgenden Fröbel-Autor\*innen, -forscher\*innen und -praktiker\*innen dieses Schema höchstwahrscheinlich nicht bekannt ist und sich ein klar durchnummeriertes, d.h. strukturiertes System verkaufsfördernd auswirkt, kommt es daher zu den willkürlichen,

verschiedenen Benennungen und Nummerierungen. Die systematischen Ordnungsversuche des didaktischen Materials, welche von Nachfolger\*innen von Fröbel unternommen wurden, sind Großteils ungeeignet, um einen historisch korrekten Überblick über das ursprünglich von Fröbel intendierte System der Gaben zu erhalten: Willkürlich werden Nummerierungen weitergeführt und Materialien eingefügt, die nicht ursprünglich von Fröbel vorgesehen waren (Knoll & Landry, 2011; z.B. Wilson, 1967). Neuere Druckwerke zeigen das Gesamtsystem der Fröbel'schen Spielpädagogik ohne die Fehler der früheren Autor\*innen zu übernehmen, d.h. mit der richtigen Nummerierung der Gaben, eingebettet in die Polaritäten von Zerteilen und Aufbauen (Heimlich, 2015, S. 111). Eine tabellarische Übersicht der Gaben drei bis einschließlich zehn finden sich in Tab. 7 (S. 51).

### 2.1.3.5 Überblick über die Spielgaben

Der Überblick der gegenständlichen Spielmittel (vgl. Tab. 7, S. 51) zeigt, dass Fröbel von vier Arten von Spielmaterial ausgeht, welches sich zerteilend, zerlegend bzw. aufeinander bauend und aufbauend einsetzen lässt.

Tab. 7: Die gegenständlichen Spielmittel (nach der „Allgemeinen Übersicht“)

<b>Körper</b>	<b>Fläche</b>	<b>Linie</b>	<b>Punkt</b>
<b>1. Gabe:</b> Der Ball <b>2. Gabe:</b> Kugel, Walze, Würfel <b>3. Gabe</b> (1. Baugabe): 8 Würfel <b>4. Gabe</b> (2. Baugabe): Acht Quader <b>5. Gabe</b> (3. Baugabe): Erweiterung der 3. Gabe durch quer und längs halbierte Würfel <b>6. Gabe</b> (4. Baugabe): Erweiterung der 4. Gabe durch quer und längs halbierte Quader  <b>(7. – 10. Gabe:</b> nicht mehr durch Fröbel ausgeführt)	<b>Viereck</b> oder Quadrat <b>Dreieck</b> - Gleichschenklig-rechtwinklig - Stumpfwinklig - Gleichseitig - Ungleichschenklig-rechtwinklig	- Holzspan - Holzstäbchen - Papierstreifen - Schnur - Faden - Band - Ringe - Halbringe	- Erbsen - Steinchen - Samen - Beeren - Nüsse

„Überblickt man das System der Fröbel'schen Spielgaben, so läßt [sic!] sich ohne Schwierigkeiten der analytische Gang von den körperlichen Gestalten zu den punktförmigen Gebilden und ebenso der anschließende synthetische Weg in entgegengesetzter Richtung sofort erkennen“ (Wagemann, 1957, S. 230f.). Abb. 14 (S. 52) verdeutlicht die Möglichkeiten der Spielgaben:

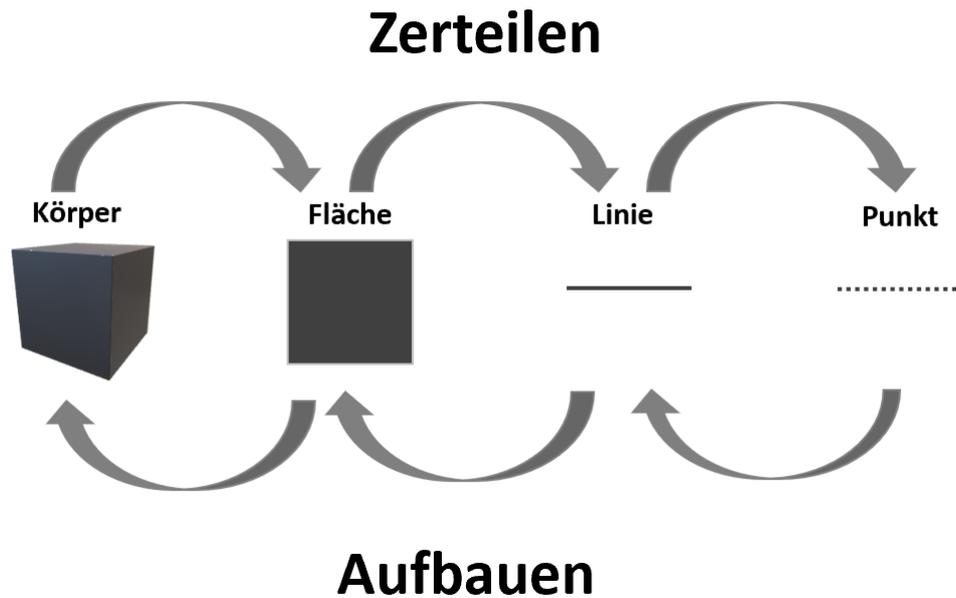


Abb. 14: Zerteilen und Aufbauen

Fröbel konstruiert körperhafte (Würfel, Quader), flächige (Legetäfelchen) und linienähnliche (Legestäbchen) Materialien. Die Punkt-Spielmaterialien gewinnt er aus der Natur. Später kommen durch Fröbel-Nachfolger\*innen weitere Formen (bei Körpern, z.B. die „Gabe 5B“ (Goldammer, 1885) und „Gabe 6B“ (vgl. Seidler, 2017) sowie bei den Legetäfelchen Raute und Parallelogramm (vgl. Thier-Schroeter & Thier, 2002)) und weitere Materialien (z.B. Muggelsteine aus Plastik) hinzu. Hier liegt ebenfalls ein Forschungsdesiderat vor, da bis heute keine Arbeit existiert, die die Genese der Legetäfelchen von Fröbels Ursprüngen bis zu den Erweiterungen und Ergänzungen durch Nachfolger\*innen beschreibt. Besonderes Augenmerk legt Fröbel auf die körperlichen Materialien, d.h. die Gaben eins bis zehn, die er auch tatsächlich als „Gaben“ bezeichnet. Von diesen zehn „echten“ Gaben spielen zu Fröbels Lebzeiten lediglich die Gaben eins bis einschließlich sechs eine Rolle. Die Gaben sieben bis einschließlich zehn werden – wenn man von rudimentären Versuchen, die siebte Spielgabe ebenfalls umzusetzen, absieht – nicht verwirklicht:

„Die Spielgaben 1-6 wurden von Fröbel veröffentlicht und fanden Eingang in die Praxis. Die Spielgaben 7 und 8 sind nur im Ansatz theoretisch bearbeitet, während die Spielgaben 9 und 10 nur in den ‚Philosophischen Schemata‘ angegeben wurden“ (Knechtel, 1978: Anlage 1, S. 7, Fußnote 3).

Allerdings existieren Exemplare der siebten bis einschließlich zehnter Gabe, die nach den Vorgaben Fröbels von Yasuhiro Shoji in den 1990er Jahren angefertigt wurden, als

singuläre Exemplare im Friedrich-Fröbel-Museum in Bad Blankenburg (vgl. Tab. 36, S. 189). Diese werden jedoch lediglich zu Forschungszwecken angefertigt und haben keinerlei praktischen Nutzen. In der Praxis des Kindergartens können sie nicht eingesetzt werden, da der Umgang damit für den Kindergartenalltag als ungeeignet erscheint: Die Komplexität der Gaben und der damit verbundene sehr hohe Schwierigkeitsgrad verbieten den Einsatz in einem frühpädagogischen Kontext. Der Logik des Gabensystems nach wären die siebte, achte, neunte und zehnte Gabe für die Verwendung in der Schule geeignet, wenn die Gaben dem Kind analog zum Lebensalter ausgegeben werden. Fröbel entwirft sie in der Theorie, setzt sie aber aus zwei Gründen nicht um: Erstens fehlt es an finanziellen Mitteln, um die Gaben herstellen zu lassen, zweitens findet er keinen Tischler, der ihm diese filigranen Elemente herstellt. Die filigrane Kleinteiligkeit ist auch der Grund, warum die Gaben heute auch keine Verwendung im Kindergarten finden:

„Fröbel hat auch noch die siebte und achte Gabe als Baukästen (geteilte Würfel mit weiteren Schnitten) entworfen, aber nicht als Handelsware produziert. Offensichtlich war ihm klar geworden, dass die dabei entstehende Überfülle der Teile der ‚Gabe‘ das Verwenden aller Teilchen beim Bauen, so wie deren Ordnen im Kasten ganz erheblich erschweren, aber auch den Erhalt der vollständigen Kästen gefährden würde“ (Heiland, 2002, S. 66).

Die unausgeführten Gaben, die tatsächlich keinen praktischen Nutzen, zumindest nicht in der frühkindlichen Erziehung, haben, können jedoch dazu dienen, die Entwicklung der Legetäfelchen aus dem Würfel heraus erfahrbar zu machen. Da die Gaben sieben bis zehn in ihrer Ausgestaltung immer komplexer werden und zum Teil aus Legetäfelchen und Legestäbchen bestehen, lassen sich Beziehungen zwischen den einzelnen geometrischen Körpern darstellen. Damit lässt sich, was bislang nicht möglich ist, die direkte Ableitung der Legetäfelchen aus den körperlichen Baugaben sichtbar machen. Dies ist allerdings ein weiteres Forschungsdesiderat.

#### 2.1.3.6 Von Fröbel vorgesehene Möglichkeiten der Beschäftigung mit den Gaben

Die Gaben werden von Friedrich Fröbel ursprünglich für den Einsatz im Rahmen der Frühpädagogik entwickelt. Analog der Bezeichnungen (dritte Gabe, vierte Gabe, ...) richten sich diese jeweils an Kinder im entsprechenden Alter (drittes Lebensjahr, viertes Lebensjahr, ...), so dass sich feststellen lässt, dass diese Gaben nicht nur in eine mathematisch-logische, sondern auch in eine chronologische Reihenfolge gebracht werden können, die sich an der Entwicklung des Kindes orientiert (vgl. Hebenstreit, 2003, S. 253ff.). Da die von ihm für den praktischen Einsatz umgesetzten Gaben mit der sechsten Gabe enden, sind die für die Früherziehung einsetzbaren Gaben damit

vollständig. Weitere Gaben für höhere Lebensalter kommen nicht zur Ausführung, bilden aber die theoretische Grundlage für die Legetäfelchen. Die von Fröbel konzipierten und produzierten Baugaben finden sich in der folgenden Übersicht:

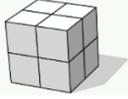
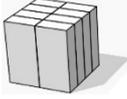
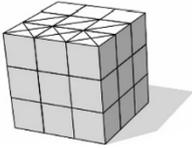
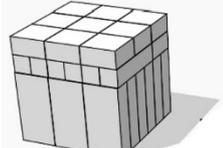
<b>Würfel (ungeteilt) <math>1^3=1</math></b>			
<i>Geteilt in Würfel und davon ableitbare Körper</i>		<i>Geteilt in bausteinartige Teile</i>	
<b>3. Gabe</b>  ( $2^3=8$ )	 Nach allen Seiten hin einmal geteilter Würfel. In acht Teilwürfel geteilt.	<b>4. Gabe</b>	 In acht identische Bauklötze geteilt.
<b>5. Gabe</b>  ( $3^3=27$ )	 Nach allen Seiten hin zweimal geteilter Würfel. Mit geteilten Teilwürfeln ( $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ ).	<b>6. Gabe</b>	 In 18 ganze Bauklötze und 12 der Kürze, 3 der Länge nach halbierte Bauklötze.
Benutzbar in drei verschiedenen Darstellungsweisen als <b>Lebensformen, Schönheitsformen und Erkenntnisformen.</b>			

Abb. 15: Übersicht über die vier Baugaben

Die umgesetzten Gaben lassen sich in jedem Alter innerhalb und außerhalb von institutionalisierten Bildungskontexten einsetzen. Die von Fröbel unausgeführten Gaben, die auch später nicht hergestellt werden, sind in einer Art und Weise komplex, so dass sie sich auch nicht unmittelbar in Kontexten einsetzen lassen können, in denen die erste bis sechste Gabe Verwendung finden. Jede Gabe ist für sich aber auch in Kombination mit anderen Gaben verwendbar. Grundsätzlich ermöglicht die Beschäftigung mit den Gaben laut Fröbel „drei große Ganze“ (Fröbel, 1937, S. 24), d.h. drei verschiedene Arten von „Gebilden“ bzw. „Gebrauchsmöglichkeiten“ (Wagemann, 1957, S. 243), die mit jeder Gabe einzeln erzeugbar sind.

Fröbel unterscheidet zwischen:

- „Lebensformen“,
- „Schönheitsformen“ und

– „Erkenntnisformen“ (Fröbel zit. in: Hoffmann 1937, S. 24f.).

Alle drei Möglichkeiten dienen der Bildung der Kinder:

„Indem Fröbel die verschiedensten Lebens-, Schönheits- und Erkenntnisformen darstellen ließ, dabei Dinge und Erscheinungen aus der Umwelt auswählte, erschlossen sich dem Kinde weitere Zusammenhänge und Beziehungen“ (Knechtel, 1977, S. 75).

Die folgende Tabelle gibt Aufschluss über Bedeutung der Begriffe und nennt zu jeder Art der Darstellung Beispiele:

Tab. 8: Lebens-, Schönheits- und Erkenntnisformen: Bedeutung und Beispiele nach Fröbel (vgl. z.B. von Marenholtz-Bülow, 1886, Abb. Tafel V)

<b>Bezeichnung</b>	<b>Bedeutung</b>	<b>Beispiele</b>
„Lebensformen“	Gegenstände aus dem täglichen Leben	Gebäude, Tisch, Stuhl
„Schönheitsformen“	Abstrakta, Muster, Reihen, symmetrische Gebilde	„Eiskristalle“
„Erkenntnisformen“	Visualisierung von mathematischen Phänomenen	Teil und Ganzes, Satz des Pythagoras

Bei den Lebensformen handelt es sich um Gegenstände, die der Sphäre des täglichen Lebens entstammen, z.B. ein Tor, ein Gebäude, ein Tisch, Stühle.

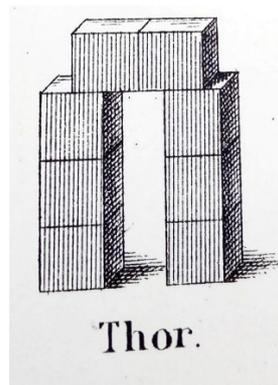


Abb. 16: „Thor“ (=Tor) als Beispiel für eine „Lebensform“ (vgl. von Marenholtz-Bülow, 1886, Abb. Tafel VI)

Unter „Schönheitsformen“ versteht Fröbel Muster, Reihen, symmetrische Gebilde, die sich mit den Bausteinen der Baukästen legen lassen, aber auch mit anderen Materialien erzeugt werden können (vgl. Abb. 17, S. 56).

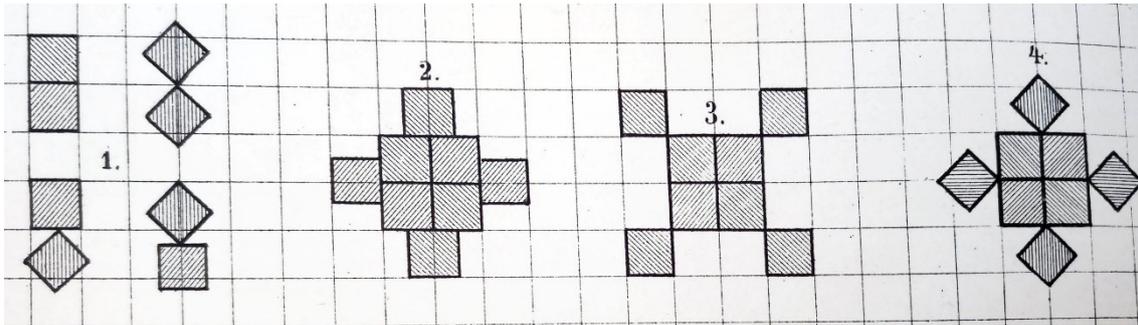


Abb. 17: Vier Beispiele für „Schönheitsformen“ (vgl. von Marenholtz-Bülow, 1886, Abb. Tafel VII)

Werden die Bausteine nicht für Lebens- oder Schönheitsformen eingesetzt, lassen sich mit ihrer Hilfe auch Erkenntnisse – vor allem im mathematischen Bereich – gewinnen. Die hierunter fallenden Gebilde werden als „Erkenntnisformen“ bezeichnet (vgl. Abb. 18, S. 56).

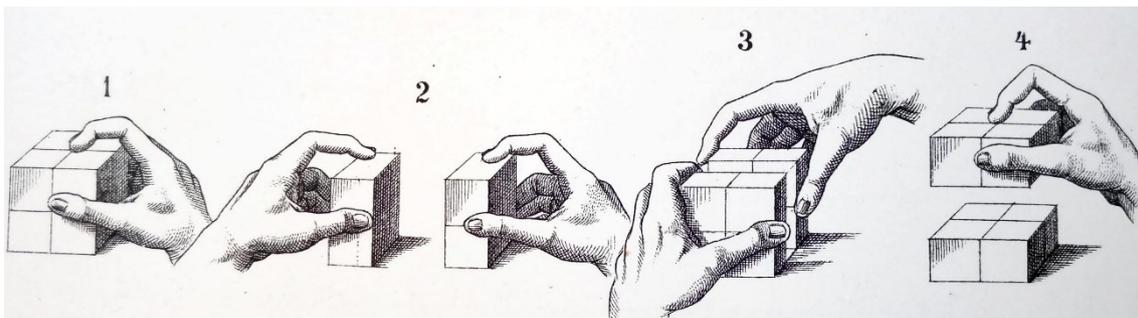


Abb. 18: Beispiel für „Erkenntnisformen“ (vgl. von Marenholtz-Bülow, 1886, Abb. Tafel V)

Für alle drei Arten des Umgangs mit den Gaben verfasst Fröbel selbst ebenso wie seine Nachfolger\*innen Anleitungen, die den Gaben zum Teil beigelegt sind und zum Teil in eigenen Veröffentlichungen erscheinen (z.B. Kraus-Boelté & Kraus, 1877; von Marenholtz-Bülow, 1887). Leider verstehen einige Nachfolger\*innen die grundsätzliche Offenheit des Fröbel'schen Gaben-Systems im Hinblick auf die Möglichkeiten, die die Gaben als Baumaterial bieten, falsch. Sie geben in ihren eigenen Ausführungen zu strikte Vorgaben für deren Einsatz (vgl. Heiland, 1982b, S. 68–106). Heiland zeigt dies deutlich auf:

„Die Einseitigkeiten der frontalunterrichtlich lenkenden, auf mathematische Strukturen abhebenden Rezeption der Fröbelschen Spielpflege in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts sind in gleicher Weise vom ‚authentischen‘ Fröbel aus zu korrigieren wie die Umwandlung der Fröbelschen Spielgaben zu beliebigem Baumaterial“ (Heiland, 1998, S. 278).

Hier ist auf den „authentischen“ Fröbel hinzuweisen (Heiland, 2004). Dies geschieht vor dem Hintergrund der Vereinnahmung Fröbels durch verschiedene didaktisch-methodische Vorstellungen der Unterrichtung von Kleinkindern oder politischen Ideologien. Auch ist sich gegen die Nutzung der Gaben zum „beliebige[n] Gestalten“ (Heiland, 1998, S. 278) auszusprechen, was sich heute in Form der Bereitstellung von nicht-systemkonformen, d.h. nicht von den Maßen aufeinander bezogenen, zum Teil dazu noch bunt eingefärbten „Bauklötzen“ in jedem Kindergarten zeigt. Die Idee der Fröbel’schen Gaben geht so verloren wie auch die der Bildung. So kann sie im Sinne Fröbels ab der frühen Kindheit kaum Früchte tragen. Der von Fröbel intendierte Umgang mit den Gaben ist freier und deckt eine große Spannbreite an Beschäftigungsmöglichkeiten ab. Die Hauptzielgruppe der ersten bis sechsten Gabe stellen nach wie vor die Kinder im Alter von eins bis sechs Jahren dar. Während die Baukästen Kinder erst ab dem dritten Lebensjahr gegeben werden, finden die Gaben eins und zwei in den Jahren vorher Verwendung. Kinder ab etwa dem sechsten Lebensjahr haben den Umgang mit allen sechs Gaben gelernt und können mit den Baukästen (dritte bis sechste Gabe) in Kombination bauen (vgl. Rockstein, 2013, S. 35ff.). Fröbel konzipiert die Gaben ungefähr altersanalog, allerdings zielt er damit auf deren früheste Einführung ab. Altersbeschränkungen nach oben setzt er bewusst nicht. So lässt sich das Material eben auch innerhalb des hier dargestellten Vorhabens nutzen.

#### 2.1.3.7 Die dritte Gabe

Bei der dritten Gabe handelt es sich um die *erste* sogenannte „*Baugabe*“ (vgl. Abb. 19, S. 58). Es ist die erste Gabe, die die Form eines Würfels aufweist und damit als geometrischer Körper, der aus kleinteiligeren geometrischen Körpern zusammengesetzt ist. Die dritte Gabe „besteht aus acht Würfeln von je 2,5 cm Kantenlänge im Holzkästchen mit Deckel. Sie lassen sich in vielfältiger Weise zu Formen zusammenfügen und wieder zerlegen. Sie erlauben den szenischen Nachbau von Wirklichkeit durch das Kind“ (Rockstein, 2013, S. 39).

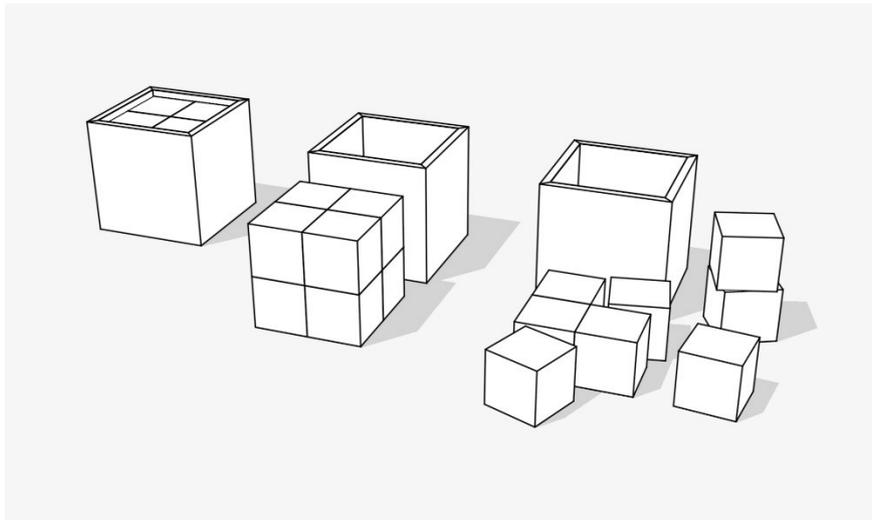


Abb. 19: Schematische Darstellung der dritten Gabe: Im Kästchen ohne Deckel, geordnet und ungeordnet vor dem Kästchen

Das Holzkästchen gehört zur Gabe dazu und spielt eine Rolle beim freien Bauen, weil es neben den Würfeln als Baumaterial mitgenutzt werden darf. Dies gilt analog für die Kästchen der drei folgenden Gaben (vierter bis einschließlich sechster Gabe). Fröbel selbst beschreibt die dritte Gabe als einen „nach allen Seiten hin einmal geteilte[n] Würfel  $2^3=8$ “ (BN 57, Blatt 4 o. J.). Die dritte Gabe stellt im Fröbel’schen System der Spiel- und Beschäftigungsmittel eine Besonderheit dar, weil sie als großer Würfel kleine Würfel, d.h. als Würfelkörper sich selbst in Form von kleineren Würfelkörpern enthält. Fröbel befasst sich selbst ausführlich mit der dritten Gabe und publiziert eine Reihe von Anleitungen zum Umgang dazu (Fröbel, 1844b). Durch ihre schlichte Einfachheit lässt sich die dritte Gabe auch als Sinnbild der Sphärephilosophie deuten:

„Die dritte Gabe ist bestimmt durch die Kategorie des Zerlegens und Bauens; oder, sphärephilosophisch formuliert, durch das Herausstellen des Mannigfaltigen *aus* der Einheit und das zeigende Hervorbringen von Einheit *aus* Mannigfaltigkeit. Während die erste und zwei Gabe Einheit, Ganze blieben und *an* ihnen Mannigfaltigkeit sichtbar wurde, die direkt an der Einheit erfaßt [sic!] werden konnte, löst sich nun scheinbar die Einheit auf. Sie bleibt jedoch transparent in der als Mannigfaltigkeit zerteilten Gabe, dem in acht Teilwürfel geteilten Würfel als Ausgangsmaterial des Zerlegens und Bauens“ (Heiland, 1998, S. 64, Hervorheb. i. Orig.).

Die dritte Gabe stellt zusammengesetzt die *Einheit* durch *Vielfalt* (Mannigfaltigkeit) dar. Beides lässt sich durch sie unmittelbar erfahren: Der große Würfel besteht aus acht kleinen Würfeln, die ihrerseits, da sie aus Holz gearbeitet sind, alle unterschiedlich aussehen und für sich selbst ebenfalls eine Einheit darstellen. Da sich der große Würfel lediglich aus acht kleinen Würfeln zusammensetzen lässt, kann damit auch die Bedeutung jedes Würfels hervorgehoben werden: Jeder Würfel ist wichtig, auch und gerade in seiner

Verschiedenheit. Nur mit acht kleinen Würfeln lässt sich der große Würfel zusammensetzen. Fehlt ein Würfel, gibt es keinen großen Würfel. Sinnbildlich steht dies für die Bedeutung des Menschen innerhalb der Welt (vgl. Heiland, 1998, S. 65ff.). Bis zu diesem Punkt liegt der Fokus auf Fröbels tatsächlich mit dem Begriff „Gaben“ bezeichneten didaktischen Materialien. So werden weder die Gaben, die für das Säuglings- und Kleinkindalter entwickelt werden (erste und zweite Gabe) noch die Spielmittel, mit denen sich weniger gegenständlich bauen lässt (Legetäfelchen, Stäbchen, Punkte) detailliert beschrieben. Vielmehr erfolgt eine Fokussierung auf den möglichen Einsatz der von Fröbel ursprünglich umgesetzten Baugaben, d.h. auf die dritte bis einschließlich sechster Gabe. Alle vier Baugaben werden vom Autor in Vorstudien im Fröbel-Kindergarten Hechendorf, in der beruflichen Förderschule (Adolf-Kolping-Berufsschule) und im Rahmen von Mathematikseminaren an der Ludwig-Maximilians-Universität München auf explorative Art und Weise eingesetzt. Vortests mit Kindern im Kindergartenalter, Student\*innen und anderen Erwachsenen haben jedes Mal gezeigt, dass sich die vier Baugaben hervorragend eignen, um grundsätzliche mathematische Erkenntnisse reifen zu lassen, indem sie Mathematik anschaulich „be-greifbar“ machen. Da es in dieser Arbeit darum geht, zu überprüfen, ob sich die Originalgaben eignen, als adäquates Fördermaterial im Förderunterricht an einer beruflichen Förderschule eingesetzt zu werden, wird von den vier zur Auswahl stehenden Gaben die erste Baugabe, d.h. die dritte Gabe, ausgewählt. Dies geschieht im Hinblick auf die Überprüfung der Nutzbarkeit Fröbel'scher Mathematikmaterialien aufgrund der Relevanz für das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen. Es kristallisiert sich schnell heraus, dass die dritte Gabe für das Erlernen des Umgangs mit den gängigen „Würfelgebäuden“ am geeignetsten ist, da sie aus acht identischen Würfeln besteht, die zu einem großen Würfel zusammengefügt werden können. Durch den Aufbau aus gleichen Würfeln, also aus geometrischen Körpern die zusammengesetzt einen größeren, aber gleichen Körper bilden, bietet sie gute Voraussetzungen für die Rekombination und den Bau statisch stabiler Konstruktionen. Für die Verwendung der dritten Gabe im Rahmen der empirischen Studie als didaktisches Fördermaterial im Förderunterricht Mathematik spielt das Kästchen, in dem sich die Würfel befinden, keine Rolle, da für die Aufgabenstellungen lediglich auf die Verwendung der Würfel ohne Kästchen abzielen. Parallel zur praktischen Explorationsphase erfolgt eine gründliche Recherche zur Förderung mathematischer Kompetenzen im Bereich Geometrie und Stereometrie. Der mathematische Gehalt der Gaben innerhalb des Gabensystems erschließt sich

unmittelbar. Fröbel sieht in den „Erkenntnisformen“ das Gestaltungsprodukt, welches für die Mathematik steht:

„Mit den ‚Erkenntnisformen‘ wollte Fröbel dem Kind einfache mathematische Kenntnisse und Zusammenhänge, z.B. die Teile in ihrer Relation zum Ganzen zur Anschauung bringen“ (Rockstein, 2013, S. 39).

Dabei steht nur ein Aspekt des mathematischen Gehalts der dritten Gabe für den empirischen Teil dieser Arbeit im Vordergrund. Für die Schulung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens lassen sich die acht Teilwürfel der dritten Gabe gut nutzen, da aus ihnen die Würfelgebäude des BST und der Kurztests nachgebaut werden können. Eine einheitliche Bezeichnung der Würfelvierlinge ist nicht bekannt. Spontane Assoziationen innerhalb einer Gruppe führen zu einer gruppeninternen, einheitlichen Benennung. In der Literatur finden sich unterschiedliche Bezeichnungen. Fröbel selbst hat Würfelvierlingen keine hervorgehobene Beachtung geschenkt. Der Bereich der Mathematik lässt sich unter dem Begriff von ihm geprägten Oberbegriff der *Erkenntnisformen* fassen. Fröbel ist als naturwissenschaftlich ausgebildeter Kristallograph an Formen und räumlichen Phänomenen interessiert. Seine Spiel- und Beschäftigungsmittel, insbesondere die vier Baugaben konzipiert er für die Bildung und Selbstbildung von Kindern im Kindergarten- und Grundschulalter. Als Gaben werden sie den Kindern von Erwachsenen gegeben. Fröbel benennt die Gaben und teilt die in der Auseinandersetzung errichteten Gebilde in die oben genannten drei Kategorien ein. Die mögliche Bedeutung seiner Gaben für die Schulung des räumlichen Vorstellungsvermögens ist ihm wenig bewusst, da dies als Teilbereich der menschlichen Begabung und Intelligenz zu seiner Zeit noch nicht erforscht ist. Trotzdem sind die Gaben hierfür einsetzbar.

#### 2.1.4. Zwischenfazit

Fröbels Mathematikverständnis wird vor allem von seinen praktischen Tätigkeiten als Forstgeometer, Forstamtsaktuar und Gutsverwalter sowie den Studien von Philosophie, Mathematik und Kristallographie an den von ihm besuchten Universitäten geprägt (vgl. S. 11ff.). Es wird herausgearbeitet, dass Fröbel die mathematischen Probleme seiner Zeit kennt und sich mit ihnen als Lernender und Lehrender auseinandersetzt (vgl. S. 32ff.). In der Kristallographie findet Fröbel die Synthese von Mathematik und Natur, die er bei der Erstellung seines Systems der Gaben anwendet (vgl. S. 38ff.). Die Gaben spielen in der Fröbel-Pädagogik in Theorie und Praxis eine große Rolle. Theoretisch begründet Fröbel

den Einsatz mit seiner eigenen Sphärephilosophie (vgl. S. 23ff). Ein Werk mit einer Übersicht über die nachträglich hinzugefügten Gaben, deren Urheber\*innen, dem Datum ihrer Erfindung sowie der exakten Bezeichnung ist ein Forschungsdesiderat. Doch nicht nur dies fehlt, es gibt bis heute keine Arbeit, die die Genese der Legetäfelchen von Fröbels Ursprüngen bis zu den Erweiterungen und Ergänzungen durch Nachfolger\*innen beschreibt. Eine komplette Darstellung von Beziehungen zwischen den einzelnen geometrischen Körpern der Baugaben (insbesondere unter Berücksichtigung der unausgeführten Gaben sieben bis zehn) und den Legetäfelchen wird ebenfalls als Forschungslücke identifiziert. Für den Einsatz in der empirischen Studie steht nur ein Teil des „mathematischen Gehalts“ der dritten Gabe im Vordergrund: Für die Schulung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens lässt sich die dritte Gabe mit ihren acht Teilwürfeln nutzen, da aus ihnen die „Würfelgebäude“ des BST und der Kurztests nachgebaut werden können. Fröbels Mathematikverständnis ist das eines Akademikers, der die mathematischen Probleme seiner Zeit kennt und nachvollziehen kann. Er ist in den damals gelehrten mathematischen Disziplinen ausgebildet, hat Mathematik praktisch angewendet und über die mathematischen Phänomene der Kristalle Erkenntnisse für die theoretische Schaffung seines Gabensystems und dessen praktischer (Teil-)umsetzung gesammelt. Es ist festzuhalten, dass Fröbels didaktisches Material in Form der Gaben einen durchweg durchdachten, mathematischen „Kern“ enthält, der erlaubt, von einem System zu sprechen, da alle Gaben miteinander in mathematischen Beziehungen verbunden sind. Dies unterscheidet Fröbels Gaben von anderen didaktischen Materialien, die in der Frühpädagogik oder in schulischen Kontexten eingesetzt werden.

## 2.2 Räumliches Vorstellungsvermögen und Förderung

Schon Thurstone (1938) und Piaget & Inhelder (1971), in neuerer Zeit auch Birkel, Schein & Schumann (2002) sowie Franke (2007), Lorenz (2016) oder Heimlich (2016), befassen sich mit dem Begriff des räumlichen Vorstellungsvermögens im Rahmen der Intelligenzforschung, aus mathematikdidaktischer oder sonderpädagogischer Perspektive. Zunächst wird auf die Förderung im Förderschwerpunkt Lernen eingegangen, um daran anschließend Möglichkeiten der mathematischen Förderung bezogen auf den Aspekt des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens im Rahmen dieses Schwerpunkts darzustellen. Der Entwicklung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens widmet sich das anschließende Kapitel. Die formalen

Bedingungen des Mathematikunterrichts an der beruflichen Förderschule werden daran anschließend behandelt.

### 2.2.1 Förderung im Förderschwerpunkt Lernen

Förderung ist mehr als nur die gezielte, angeleitete Unterstützung beim Lernen: „Sonderpädagogische Förderung im Förderschwerpunkt Lernen beinhaltet im weiteren Sinne die Elemente Diagnose, Intervention, Evaluation und Beratung“ (Heimlich, 2016, S. 129). Diese Unterstützung kann für die Schule im Bereich Mathematik folgendermaßen aussehen:

„Um das Denken der Kinder [...] zu entwickeln [...], muss die [...] Lehrerin [...] Probleme benennen, nach Zusammenhängen fragen, Kinder mit Situationen konfrontieren, über die sie noch nicht nachgedacht haben bzw. in denen ihre bisher entwickelten Begriffe und Denkstrukturen nicht ausreichen. *Das Kind muss in Situationen versetzt werden, in denen es die Möglichkeit zum Nachdenken hat. Nachdenken muss es allerdings selbst.* Es bedarf also weniger Überlegungen darüber, welche Aktivitäten entfaltet werden müssen, welche Handlungen Kinder durchführen sollten, als vielmehr: *Wie veranlasse ich das Kind, wie ermögliche ich dem Kind, mit Hilfe seines bisherigen Wissens und mit seinen bisher entwickelten Begriffen über Zusammenhänge zu reflektieren und damit seine Denkstrukturen zu verändern?* Das Stellen von Problemen steht im Vordergrund. Und natürlich sollte das Denken des Kindes begleitet, nicht hingegen einengend angeleitet werden“ (Lorenz, 2016, S. 106, Hervorh. NR).

Diese Vorgehensweise findet sich bereits bei Fröbel denn er „forderte [...] einen freien und offenen Unterricht; insbesondere müsse der Lehrer stets freudig bereit sein, von Kindern zu lernen“ (Winter, 2011, S. 3). Das bedeutet, dass die Lehrkraft bereit sein sollte, mit dem Kind seinen individuellen Lernweg zu gehen, ganz im Sinne des dialogischen Ansatzes von Martin Buber (1999), den Ludwig Liegle (2013) für die Frühpädagogik übernimmt oder analog zur Ko-Konstruktion nach Kersten Reich (2012). Die Auseinandersetzung mit einem Unterrichtsgegenstand erfolgt nach diesen beiden Ansätzen stets zusammen mit anderen Menschen (z.B. Mitschüler\*innen, Lehrer\*innen), also eingebettet in ein soziales Gefüge. Das räumliche Vorstellungsvermögen ist trainierbar und förderbar: „Studien, deren Training auf *handlungsorientierte Aktivitäten mit Modellen und Medien* basiert, [zeigen] starke bis sehr starke Trainingseffekte“ (Maier, 1999, S. 82, Hervorh. i. Orig.). Mathematische Förderung lässt sich enaktiv unter Einsatz von physikalischen, geometrischen Körpern, mit denen die Proband\*innen handelnd umgehen können, im Unterricht einsetzen. Das für diese Arbeit angefertigte Training nutzt die dritte Fröbel-Gabe, einen in acht Teilwürfel geteilten Würfel und erlaubt „eine Vielzahl *aktiver, handelnder Tätigkeiten* [...]. So werden *zusammengesetzte Körper* und

*Würfelmehrlinge* hergestellt, *Skizzen* und *Zeichnungen* (beispielsweise der gebauten Körper) angefertigt und gelesen und [...] mit gutem Trainingserfolg durchgeführt“ (Maier, 1999, S. 83, Hervorh. i. Orig.). Die Ausgestaltung des Materials, das in der Intervention zum Einsatz kommt, wird unten weiter ausgeführt. Da das in dieser Arbeit entwickelte Programm zur Schulung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens zunächst mit Objekten (Würfeln) und dann ohne diese stattfindet, spielt die sogenannte „Kopfgeometrie“ (Kerst, 1920) eine entscheidende Rolle, da diese erst die Proband\*innen in die Lage versetzt, die Aufgaben zu lösen: Kopfgeometrie wird „[a]ls Mittel zur Schulung des räumlichen Vorstellungsvermögens im Unterricht [...] angesehen“ (Franke 2007, S. 66). Zur Kopfgeometrie gehören Aufgaben, die ohne konkretes Anschauungsmaterial und ohne Hilfsmittel im Kopf gelöst werden (Franke, 2007). Im heutigen Mathematikunterricht nimmt die Kopfgeometrie inzwischen wenig Raum ein (vgl. Lorenz & Radatz, 1993, S. 64) und sollte gut vorbereitet werden (vgl. Senftleben, 1996): Das Arbeiten mit kopfgeometrischen Aufgaben kann erst begonnen werden, wenn die Schüler\*innen in einer *vorherigen Handlungsphase mit konkreten Modellen operieren*. Wird diese erste konkrete Phase der Übung mit physikalischen Modellen ausgelassen, werden kopfgeometrische Aufgaben, die sich auch mit diesen Modellen lösen lassen, als zu schwierig empfunden (vgl. Burscheid, 1986, S. 14). Gerade an der sonderpädagogisch arbeitenden beruflichen Förderschule kann nicht vorausgesetzt werden, dass die Schüler\*innen in der Lage sind, kopfgeometrische Aufgabenstellungen auf Anhieb zu lösen. Eine erfolgversprechende Förderung des räumlichen Vorstellungsvermögens ist gekennzeichnet durch vier Schritte (vgl. Tab. 9, S. 63).

Tab. 9: Phasen der Förderung des räumlichen Vorstellungsvermögens mittels der dritten Gabe

<b>Nr.</b>	<b>Name</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Beispiel</b>	<b>Kommentar</b>
1.	Exploration	Umgang mit konkretem Material	Dritte Fröbel-Gabe	Keine Beschränkungen beim Ausprobieren des Materials; Ein- und Auspackritual erklären; Regeln vorgeben (nicht mit Würfeln werfen)
2.	Konkretisierung	Umgang mit vorgegebenen Aufgaben im Zusammenspiel mit konkretem Material	Aufgaben-Set und dritte Fröbel-Gabe	Aufgaben entsprechend dem Material in verschiedenen Schwierigkeitsstufen und die dritte Gabe
3.	Abstraktion	Umgang mit vorgegebenen Aufgaben	Aufgaben-Set	Aufgabentypen wie in Phase 2 bloß ohne dritte Gabe

4.	Transfer	Umgang mit vorgegebenen Aufgaben	Aufgaben-Set	Neue Aufgabentypen
----	----------	----------------------------------	--------------	--------------------

Die vier Phasen bauen aufeinander auf und sind deshalb in ihrer Reihenfolge nicht beliebig. Die Explorationsphase (1. Phase) kann allerdings insofern variiert und zusammen mit der Phase der Konkretisierung weggelassen werden, wenn in der Explorationsphase durch die Lehrkraft erkundet wird, dass der/die Proband\*in in der Vergangenheit bereits Erfahrungen mit dem verwendeten Material und den Aufgabentypen gesammelt hat.

### 2.2.3 Mathematische Förderung im Förderschwerpunkt Lernen

Mathematik gilt als Fach „von hohem instrumentellem Wert für das Lernen“ (Walter & Wember, 2007, S. 569). Aus diesem Grund und der Tatsache, dass in Schulen sukzessive aufeinander aufbauende Lehrplaninhalte vermittelt werden (vgl. Walter & Wember, 2007, S. 569), ergibt sich die Notwendigkeit einer frühen Diagnostizierung von Lernschwierigkeiten verbunden mit anschließender Förderung. Als einer der wichtigsten Bereiche innerhalb der Mathematik, dessen Beherrschung Auswirkungen auf Mathematik- und Alltagsfähigkeiten hat, wird die Geometrie gesehen (vgl. Walter & Wember, 2007, S. 570). Sie stellt einen wesentlichen „Beitrag zur Umwelterschließung“ dar (Grüßing, 2020, S. 322). Zum mathematischen Umgang mit geometrischen Inhalten gehört die räumlich-visuelle Wahrnehmung, die, wenn gestört, gravierende Auswirkungen auf das Lernen haben kann: „Ausfälle in der visuellen Wahrnehmung können das schulische Lernen, besonders in den ersten Schuljahren, verzögern.“ (Frostig & Müller, 1981, S. 15). Im Fokus der Diagnose von Teilleistungsstörungen im Bereich Mathematik stehen „pränumerische Kompetenzen, Zählfertigkeiten, Mengenrelationen und Mengenoperationen sowie symbolisch-numerisches Rechnen“ (Hellmich, 2007, S. 642). Die Abfrage geometrischer Kompetenzen ist höchstens ein Teil von Diagnostika wie z.B. dem HRT1-4 (Haffner, Baro, Parzer & Resch, 2005), aber nicht ausschließliches Interesse. Der unlängst aufgrund zu niedriger Nachfrage (Dornieden, 2019) vom Markt genommene Bausteine-Test (Birkel et al., 2002) ist das einzige Testinstrument, das ausschließlich räumlich-visuelles Vorstellungsvermögens als Bestandteil der Geometriekompetenz misst. Die Erfassung der Lernausgangslage der Schüler\*innen im Hinblick auf geometrische Kompetenzen gestaltet sich aufgrund des übersichtlichen Instrumentenpools eher als schwierig. Ein Forschungsdesiderat wird hierin gesehen

(Hellmich, 2007, S. 652). Einer der vorgeschlagenen Wege, um eine effektive Förderung dieser Kompetenzen im Rahmen des Mathematikunterrichts zu gewährleisten, stellen „materialgebundene Förderkonzepte“ (Hellmich, 2007, S. 648) im Rahmen von Lehr- und Lernumgebungen dar. Der Geometrieunterricht innerhalb des Mathematikunterrichts wird als Möglichkeit für Schüler\*innen gesehen, „Erfolgslebnisse zu sammeln und sich im Rahmen des Mathematikunterrichts zu profilieren. Damit bietet der Geometrieunterricht für [...] Schülerinnen und Schüler an Schulen mit dem Förderschwerpunkt Lernen, die Gelegenheit, das eigene leistungsbezogene Selbstvertrauen in Mathematik zu stärken“ (Hellmich, 2007, S. 652).

### 2.2.3 Die Entwicklung und Förderung des räumlichen Vorstellungsvermögens

Zur Modellierung der Entwicklung des räumlichen Vorstellungsvermögens liegen aus der Vergangenheit verschiedene Arbeiten vor (Piaget & Inhelder, 1971; Stückrath, 1955), wovon die Stufentheorie der Intelligenzentwicklung von Piaget und Inhelder als die mit der größten Bedeutung wahrgenommen wird. Der *Begriff* des räumlichen Vorstellungsvermögens zeigt sich als schwer eingrenzbar. „*Räumliches Vorstellungsvermögen* gehört einerseits zu den am besten untersuchten Facetten der intellektuellen Leistungsfähigkeit, andererseits fällt es schwer, allgemein verbindlich zu definieren, was man unter dieser Fähigkeit verstehen kann“ (Birkel et al., 2002, S. 5, Hervorh. i. Orig.). Der Begriff des räumlichen Vorstellungsvermögens bezeichnet „die Fähigkeit zum visuellen Operieren mit konkreten, sichtbaren oder vorgestellten Objekten“ (Franke, 2007, S. 28).

„Während bei der visuellen Wahrnehmung mit vorhandenen Objekten im dreidimensionalen Raum **konkret** operiert wird, versteht man unter dem Räumlichen [sic!] Vorstellungsvermögen ein **mentales** Operieren mit räumlichen Objekten“ (Franke, 2007, S. 52, Hervorh. i. Orig.).

Die wichtigste Voraussetzung des räumlichen Vorstellungsvermögens ist die visuelle Wahrnehmung:

„Visuelle Wahrnehmung besitzt grundlegende Bedeutung für die Bewältigung des Alltags und für unsere Orientierung in der Umwelt. Sie ist die Voraussetzung für jede koordinierte Bewegung: die Straße überqueren, mit Messer und Gabel essen, Hand- und Fußball spielen u.v.m.“ (Franke, 2007, S. 32).

Einschränkungen der visuellen Wahrnehmung können Lernschwierigkeiten oder Lernverzögerungen zur Folge haben. Dies wirkt sich insbesondere auf die räumliche

Orientierung aus (Frostig & Müller, 1981). Zum einen in Raumlage und zum anderen in räumliche Beziehungen. Während die Raumlage „als das Erkennen der Raum-Lage-Beziehung eines Gegenstandes zu dem Standpunkt der Person, die diesen Gegenstand wahrnimmt“ verstanden wird, meint der Begriff der räumlichen Beziehung „die Fähigkeit, Beziehungen zwischen räumlichen Objekten zu erkennen und zu beschreiben“ (Franke, 2007, S. 47). Insbesondere die zweite, hier angesprochene Fähigkeit, spielt im empirischen Teil dieser Arbeit eine Hauptrolle, da dort Konstruktionen von Würfelgebäuden richtig erkannt werden sollen. Die Bedeutung des räumlichen Vorstellungsvermögens wird von der Mathematikdidaktik als eines der bedeutenden Lernziele im Rahmen des Mathematikunterrichts definiert und stellt die Basis für schulisches Lernen dar (vgl. Franke, 2007, S. 27). Das bedeutet, dass dem räumlichen Vorstellungsvermögen bereits ab dem vorschulischen Bereich eine große Bedeutung zukommt und im strengeren Sinne nicht erst im Geometrieunterricht der Grundschule mit dessen Förderung begonnen wird.

„Das räumliche Vorstellungsvermögen zu schulen [sic!] wird immer wieder zu Recht als eines der Hauptziele des Geometrieunterrichts in der Grundschule bezeichnet. Mehr noch, es ist auch Voraussetzung für schulisches Lernen überhaupt“ (Franke, 2007, S. 27).

Räumliches Vorstellungsvermögen wird deshalb schon früh als ein *Bestandteil der Intelligenz* angesehen. So benennt Thurstone bereits sieben Faktoren (vgl. Tab. 10, S.66), die das Konstrukt der Intelligenz ausmachen (vgl. Thurstone, 1938):

Tab. 10: Primäre kognitive Fähigkeiten (vgl. Thurstone 1938, Hervorh. NR)

<b>Faktor (Englisch)</b>	<b>Faktor (Deutsch)</b>
1. Verbal (V)	Sprachverständnis
2. Word Fluency (W)	Wortflüssigkeit
3. Numbers (N)	Rechenfertigkeiten
4. Perception (P)	Wahrnehmungstempo
5. <i>Space</i> (S)	<i>Räumliches Vorstellungsvermögen</i>
6. Memory (M)	Merkfähigkeit
7. Reasoning (R)	Logisch-schlussfolgerndes Denken

Das räumliche Vorstellungsvermögen „umfasst die Fähigkeit, mit zwei- und dreidimensionalen Objekten in der Vorstellung zu operieren“ (Franke, 2007, S. 53). Zum räumlichen Vorstellungsvermögen gehören die Dimensionen „räumliche Beziehungen“, „Veranschaulichung“ sowie „räumliche Orientierung“ (Franke, 2007, S. 57). Voraussetzung ist die Unterstellung, „dass Menschen über verschiedene Sinneseindrücke

Raum wahrnehmen können, d.h. Sinneseindrücke kognitiv so verarbeiten, dass dabei räumliche Verhältnisse repräsentiert und damit Raum konstruiert“ (Birkel et al., 2002, S.

6) werden kann:

„Um räumliche Gegebenheiten in der Vorstellung sicher bearbeiten zu können, müssen in aller Regel vielfältige, multikanalige Sinneseindrücke gesammelt und verarbeitet werden. Der Mensch muss also konkret mit Objekten handelnd umgehen, um die räumlichen Verhältnisse erfassen zu können und verfügbar zu haben“ (Birkel et al., 2002, S. 6).

Guilford beschreibt 1964 ein Strukturmodell der Intelligenz (vgl. Guilford, 1964) in Form eines 5x6-Quaders. Darin geht er von drei Dimensionen der Intelligenz – Inhalt, Produkt und Prozess aus und vervollständigt so das Modell von Thurstone. Kritisch kann in Bezug auf den tatsächlichen Gebrauchswert des Modells folgendes festgestellt werden:

„Dem Guilford’schen Modell kann eher eine heuristische als eine praktische Bedeutung zugemessen werden. Es wird aber klar, dass räumliches Vorstellungsvermögen durch sehr unterschiedliche Aufgaben erfasst werden kann“ (Birkel et al., 2002, S. 8)

Weitere Untersuchungen zum Intelligenzfaktor des räumlichen Vorstellungsvermögens werden von Linn & Petersen (1985) durchgeführt, die in ihrer Analyse zur Raumvorstellung drei Komponenten identifizieren:

1. Veranschaulichung (visualization),
2. Räumliche Wahrnehmung (spatial perception) und
3. Mentale Rotation (mental rotation).

Diese Komponenten ergänzen das Modell von Thurstone, überlappen sich allerdings auch inhaltlich (vgl. Franke, 2007, S. 57f.). Franke (2007, S. 56) schlägt deshalb folgende Struktur vor (vgl. Abb. 20, S. 67):

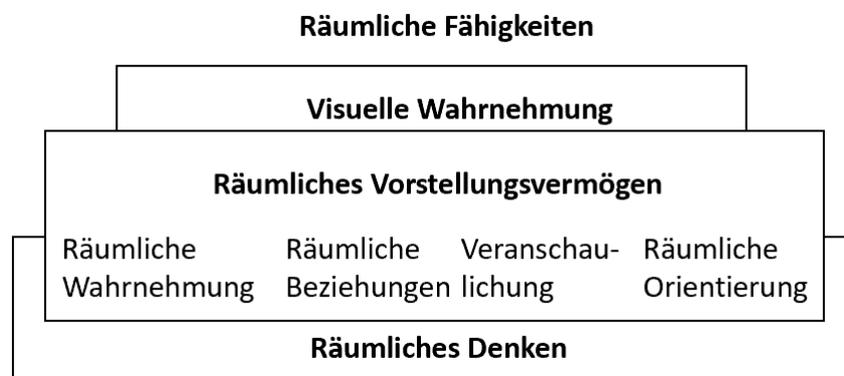


Abb. 20: Räumliche Fähigkeiten (vgl. Franke 2007, S. 56)

Die vier Faktoren, die Franke (2007, S. 57ff.) dem räumlichen Vorstellungsvermögen zuordnet, sind: räumliche Wahrnehmung, räumliche Beziehungen, Veranschaulichung und räumliche Orientierung. Die „räumliche Intelligenz“ unterscheidet sich demnach von „logischen und linguistischen Kapazitäten“ (Franke, 2007, S. 54), stellt aber ein „Amalgam“ von einzelnen Fähigkeiten“ (Franke, 2007, S. 54) dar:

„Man kann aufgefordert werden, Formen zu erkennen, zu erzeugen oder vorgegebene Formen zu verändern. Diese Fähigkeiten sind eindeutig nicht identisch; ein Mensch kann eine scharfe visuelle Wahrnehmung und trotzdem nur geringes Geschick besitzen, nicht gegenwärtige Dinge zu zeichnen, sich vorzustellen oder zu verändern. Allerdings hat ein Mensch mit Fähigkeiten in mehreren Bereichen die größeren Chancen auf Erfolg“ (Franke, 2007, S. 54).

„Piagets Theorie [stellt] nach wie vor, die wichtigste Theorie der geistigen Entwicklung im Kindes- und Jugendalter“ (Franke, 2007, S. 91) dar. Gleichwohl wird auch immer Kritik an den Entstehungsparametern dieser Theorie geäußert (vgl. Maier, 1994; zur Oveste, 1987) an (s. u.). Piaget und Inhelder (vgl. Piaget & Inhelder, 1971) gehen in ihrem Modell davon aus, dass es vier Stadien der Intelligenzentwicklung gibt, die aufeinander folgen. Franke schreibt zu diesem Modell: „Piagets Theorie [ist] nach wie vor die wichtigste Theorie der geistigen Entwicklung im Kindes- und Jugendalter“ (Franke, 2007, S. 91). Einen Überblick über verschiedene Bezeichnungen der Stufen der Intelligenzentwicklung liefert die folgende Tab. 11:

Tab. 11: Vergleich der Bezeichnungen der Stufen der Intelligenzentwicklung

<b>Alter des Kindes (grobe Orientierung)</b>	<b>Bezeichnung nach Piaget/Inhelder 1971</b>	<b>Bezeichnung nach Maier 1999</b>	<b>Bezeichnung nach Franke 2007</b>	<b>Entwicklungsphasen räumlicher Operationen</b>
0 bis 1,5 Jahre	Sensomotorische Phase	Sensomotorische Phase	Sensomotorische Phase	<b>Topologische</b> Raumvorstellungen
1,5 bis 6/7 Jahre	Präoperationale Phase	Präoperationale Phase	Präoperationale Phase	
6/7 bis 11/12 Jahre	Konkret operationale Phase	Stadium der konkreten Operationen	Konkret-operationale Phase	<b>Projektive und euklidische</b> Raumvorstellung
Ab 12 Jahren	Formaloperative Phase	Stadium der formalen Operationen	Formal-operationale Phase	

Das räumliche Vorstellungsvermögen entwickelt sich im Rahmen der Intelligenzentwicklung ebenfalls nur stufenweise. „Räumliche Vorstellungen werden auf der Grundlage sensomotorischer Aktionen aufgebaut“ (Franke, 2007, S. 78). Die

*sensomotorische Phase*, die zu Beginn des Lebens einsetzt, ist zunächst gekennzeichnet durch das Erkunden des eigenen Körpers und der Welt. In dieser Phase werden erreichbare Gegenstände in den Mund gesteckt, um erfahren zu werden. Das Kind beginnt in der Zeit von 0 bis 1,5 Jahren sich und den Raum, sich im Raum zu erfahren: „Dabei mag am Ende des sensomotorischen Stadiums ein gewisses Vorstellungsvermögen verfügbar sein, der *Raum* als solcher kann aber *wahrscheinlich noch nicht vorgestellt* und mental rekonstruiert werden“ (Maier, 1999, S. 88, Hervorh. i. Orig.).

In der *präoperationalen Phase* „werden *räumliche Schemata*, die auf der sensomotorischen Intelligenz beruhen, *internalisiert*“ (Maier, 1999, S. 88, Hervorh. i. Orig.). Auch Fröbel konstatiert, dass Kinder im Alter ab ungefähr drei Jahren sich mit konkreten Gegenständen auseinandersetzen sollen, weil das „*Denken durch Verinnerlichung von gegenständlichen Handlungen entsteht*“ (Maier, 1999, S. 88, Hervorh. i. Orig.). In dieser Phase, der Phase der Kindheit, setzt Fröbel mit seinen Baugaben ein, deren erste, die dritte Gabe, er dem dreijährigen Kind überlässt. Das bedeutet, dass das Kind nicht nur das Modell z.B. eines Würfels sehend inspizieren, sondern motorisch handelnd mit diesem Modell umgehen soll, um das Äußerliche zu verinnerlichen. Piaget und Inhelder (1971) bestätigen die Sinnhaftigkeit des praktischen Umgangs mit didaktischem Material wie Fröbel es entwickelt hat: „Die Vorstellung ersetzt also erst dann wirklich das Handeln, wenn es von diesem Handeln selbst ausreichende Informationen empfangen hat, und man kann sie demnach nicht ohne einen künstlichen Schnitt von ihrem Handlungskontext lösen, ebenso wie man eine Wahrnehmung nicht von ihrem sensomotorischen Kontext trennen kann“ (Piaget & Inhelder, 1971, S. 525f.). In dieser Phase werden die topologischen Beziehungen erlernt (vgl. Franke, 2007, S. 79ff.). In der *konkret-operationalen Phase* wird „der Bereich des Sicht- und Fühlbaren, der bisher der bloßen präoperatorischen Anschauung vorbehalten war, [...] durch allgemeine, zusammenstellbare und umkehrbare Operationen strukturiert“ (Piaget & Inhelder, 1971, S. 174). In dieser Phase treten „erstmalig deutlichere Aspekte der Raumvorstellung“ (Maier, 1999, S. 90) zutage. Dies ist die Phase, in der die Entwicklung des Verständnisses für projektive sowie euklidische Beziehungen beginnt (vgl. Franke, 2007, S. 82ff.). Die *formal-operationale Phase* bildet die letzte Phase in der Stufenentwicklung der Intelligenz. In dieser Phase wird die Fähigkeit zur Abstraktion konkreter Operationen, ohne einen konkreten Gegenstand zu manipulieren, erworben (vgl. Maier, 1999, S. 90). Anstelle konkreter Modelle tritt nun das Medium „Sprache“ in den Vordergrund, um räumliche Beziehungen zu beschreiben:

„hypothetisch-deduktives Denken“ (Grünke & Simon, 2010, S. 18). Kritik an Piagets Arbeiten ist in der Vergangenheit von vielen Seiten geübt worden. Hier sei lediglich auf die Zusammenfassungen von (Maier, 1999, S. 94f.) und (Franke, 2007, S. 91f.) sowie (Lorenz, 2016, S. 101f.) verwiesen. Insbesondere „empirische Forschungsmängel“ (Maier, 1999, S. 94) wie zu kleine Stichproben, fehlende experimentelle Kontrolle, lückenhafte Experimentbeschreibung, Außerachtlassen sozialer Herkunft, künstliche Experimentalsituation, fehlerhafte Altersangaben und fachwissenschaftliche Fehler werden Piaget & Inhelder vorgeworfen. Gerade auch „die *Schlussfolgerungen*, die Piaget aus seinen Untersuchungen zieht, dass kognitive Entwicklung auf einer Verbesserung der grundlegenden mentalen Fähigkeiten, und damit des *Denkens*, beruht“ (Franke, 2007, S. 92, Hervorh. i. Orig.) werden bemängelt. Piaget vernachlässigt „den Einfluss von Wissen [i.e. Vorwissen]“ (Franke, 2007, S. 92) auf die kognitiven Leistungen. „[D]ass das räumliche Denken im Vorschulalter noch Einschränkungen unterworfen ist und dass die Fähigkeit, räumliche Beziehungen herzustellen in einem längeren Prozess erlernt werden muss“ (Grüßing, 2020, S. 323) ist ein Ergebnis der Arbeiten Piagets und Inhelders. Das Modell von van Hiele-Geldof und van Hiele (Fuys, Geddes & Tischler, 1984) liegt als Niveaustufenmodell für die Entwicklung geometrischer Fähigkeiten vor, zu denen auch das räumliche Vorstellungsvermögen zählt. Diese Modell unterscheidet sich von Piagets und Inhelders insofern, als dass es „auf der reflektierten Beobachtung von Lernprozessen von Schülerinnen und Schülern beruht“ (Grüßing, 2020, S. 324) und in Untersuchungen bestätigt wurde (vgl. Clements & Battista, 1992). Größter Unterschied ist aber, dass „die Entwicklung geometrischen Denkens in erster Linie durch die Darbietung unterrichtlicher Förderangebote beeinflusst [... werden kann] und weniger durch altersgemäße Reifungsprozesse“ (Hellmich, 2007, S. 639). Die Anzahl der Niveaustufen variieren und werden „uneinheitlich mit 0 bis 4 oder 1 bis 5 nummeriert“ (Grüßing, 2020, S. 324). Hier wird die im deutschsprachigen Raum verbreitetere Nummerierung von 0 bis 4 vorgeschlagen (vgl. Radatz & Rickmeyer, 1991; Schipper, 2009), wobei die letzten beiden Stufen für die Verwendung im Förderschwerpunkt Lernen weggelassen werden können, da sie zumeist keine Verwendung finden (Franke, 2007, S. 114; Grüßing, 2020, S. 324) (vgl. Tab. 12, S.71). Die Nummerierung von 1 bis 5 wird vor allem im anglo-amerikanischen Sprachraum genutzt.

Tab. 12: Stufen des Entwicklungsmodells nach van Hiele-Geldof und van Hiele (vgl. Franke, 2007, S. 114)

Niveaustufe	Bezeichnung	Kommentar
Stufe 0	Räumlich-anschauungsgebundenes Denken	Ganzheitliche Betrachtung von Figuren ohne Fachvokabular und Beziehungen zwischen Objekten zu erfassen
Stufe 1	Geometrisch-analysierendes Denken	Klassifikation nach Eigenschaften der Objekte in Sortierungsaufgaben ohne Hierarchien
Stufe 2	Geometrisch-abstrahierendes Denken	Beziehungen zwischen Objekten erkennen
Stufe 3	Geometrisch-schlussfolgerndes Denken	Für Förderschwerpunkt Lernen weniger relevant (vgl. Grüßing, 2020, S. 324)
Stufe 4	Strenge, abstrakte Geometrie	

Damit wird die Rolle der Lehrenden anders definiert: Dadurch, dass es nicht mehr nur um einen reinen Reifungsprozess handelt, sondern um eine Stufenentwicklung, die abhängig von der Darbietung von geeignetem Fördermaterial ist, soll die Lehr- und Lernumgebung dieses vorhalten. Die Lehrenden sollten im Umgang geschult sein und können den „Lernprozess [...] beschleunigen [...], indem [...] sie] den Schülern entsprechende Anregungen“ geben (Franke, 2007, S. 115). Damit wird die Möglichkeit und Notwendigkeit einer effektiven Förderung im Rahmen des Mathematik- und Förderunterrichts theoriegestützt begründet und gefordert.

#### 2.2.4 Mathematikunterricht an der beruflichen Förderschule in Bayern

Der Mathematikunterricht an der beruflichen Förderschule in Bayern ist organisatorisch gemäß unterschiedlichen Arten von Klassen durch Lehrpläne in drei Bereiche aufgeteilt (vgl. Tab. 13, S. 71).

Tab. 13: Übersicht Klassenarten und zugehörige Lehrpläne

Klasse	Lehrplan
Ausbildungsklassen	Gültige Lehrpläne der Beruflichen Schulen in Bayern, Schulischer Abschluss und IHK-, HWK-Prüfungen
Fachpraktikerklassen	Lehrpläne des ISB für berufliche Förderschulen

Berufsvorbereitungsjahre	Lehrplan des ISB mit unterschiedlichen Schwerpunkten
--------------------------	--

Den ersten Bereich bildet der fachspezifische Mathematikunterricht für Ausbildungsklassen im Dualen System von Schule und Betrieb mit ihren jeweils fachspezifischen Lehrplänen, die an den unterschiedlichen Ausbildungsberufen ausgerichtet sind. Diese Lehrpläne sind Regelschullehrpläne. Den zweiten Bereich bilden die Fachpraktikerklassen, die nach eigens angefertigten Förderschul-Lehrplänen des Staatsinstituts für Schulqualität und Bildungsforschung München (ISB) unterrichtet werden. Den dritten Bereich schließlich bildet der allgemeine, auf Wiederholung und Festigung der mathematischen Kompetenzen angelegte Mathematikunterricht in den berufsvorbereitenden Maßnahmen. Diese werden unterschieden in Berufsvorbereitungsjahr (BVJ), Arbeitsqualifizierungsjahr (AQJ) sowie Berufsvorbereitende Bildungsmaßnahmen (BvB). Allen drei Formen der Berufsvorbereitung liegt unabhängig vom Fachbereich der Beschulung, ein gemeinsamer Lehrplan für Schüler\*innen mit sonderpädagogischem Förderbedarf zugrunde: „Damit ihnen mit entsprechender Unterstützung der Übergang in eine Berufsausbildung oder die Arbeitsaufnahme gelingen kann, benötigen sie umfassende und individuelle Förderung in der Berufsvorbereitung“ (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2010, S. 5). Das Fach Mathematik verfügt über ein definiertes Fachprofil, das sich an den in den Schuljahren zuvor erlernten Kompetenzen orientiert:

„Die Sicherung und Erweiterung mathematischer Kompetenzen zur Bewältigung von Problemstellungen im Alltag oder in der Arbeits- und Berufswelt leistet einen bedeutsamen Beitrag zur Allgemeinbildung der Schüler. In der Berufsvorbereitung bilden realitätsnahe Problemstellungen aus dem Berufs- und Alltagsleben die Grundlage bei der Vermittlung mathematischer Inhalte. In thematischen Sachzusammenhängen werden Denkvermögen und Problemlösefähigkeit geschult, und die Jugendlichen zu einer systematischen Vorgehensweise angeleitet. Sie lernen Lösungsstrategien zu erkennen, anzuwenden und weiterzuentwickeln sowie die Ergebnisse zu überprüfen. Eine wesentliche Rolle spielt dabei der gezielte Einsatz von Hilfsmitteln. Sämtliche Lerninhalte werden in anschaulicher, handlungsorientierter Form dargeboten und berücksichtigen die individuelle Leistungsfähigkeit der Jugendlichen ebenso wie regionale Anforderungen und Gegebenheiten“ (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2010, S. 22).

Inbesondere unter den „Leitkompetenzen“ werden die Fähigkeiten im Bereich Geometrie angesprochen: Hier sollen die geometrischen Grundkenntnisse gesichert und erweitert werden. In den später aufgeführten „Basiskompetenzen“ (vgl. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2010, S. 23) werden die Berechnung von

Längen, Flächen und Volumina aufgeführt. Besonders hervorgehoben wird der Satz des Pythagoras, der angewendet werden soll (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2010, S. 23). Der Umgang mit mathematischem Material, insbesondere mit geometrischen Körpern ist durch den Lehrplan gewünscht und gefordert: „Eine wesentliche Rolle spielt dabei der gezielte Einsatz von Hilfsmitteln“ (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2010, S. 22). Für den Geometrie-Unterricht, besonders für den Unterricht der Raumgeometrie, liegt es nahe, konkrete Gegenstände und Modelle also Veranschaulichungsmittel einzusetzen. Die Sinnhaftigkeit des Einsatzes dieser Hilfsmittel sowie das breite Spektrum der Materialien und deren Einsatz im Mathematikunterricht hat eine lange Tradition (vgl. Lorenz, 1992, S. 137ff.; Lorenz & Radatz, 1993). Ausgehend vom gesamten didaktischen Fröbel-Material wird kriterienbasiert für diese Arbeit eine Beschränkung auf die dritte Gabe festgelegt. Diese Gabe eignet sich von ihrer Ausführung eines aus acht Teilwürfeln zusammengesetzten Würfels am besten, um die vom Bausteine-Test vorgegebenen Würfelgebäude praktisch nachbauen zu können. Damit lässt sich ein variantenreiches Aufgabenspektrum erzeugen, das mit Würfeln zu tun hat und das räumliche Vorstellungsvermögen fördern soll. Der Einsatz des Fröbel-Materials im Mathematikunterricht beginnt mit dem Schulstart nach den Sommerferien und wird als permanentes Angebot im Verlauf des Schuljahres seitens der Schüler\*innen erfahrungsgemäß stets motiviert nachgefragt. Die Gründe sind vielfältig. Zumeist freuen sich Schüler\*innen, ihre Hände gestalterisch nutzen zu dürfen. Mathematische Aufgabenstellungen entstehen bei der Beschäftigung mit dem Material beinahe wie von selbst: Z.B. erkennt der/die Schüler\*in, dass die dritte Gabe aus acht identischen Würfeln zusammengesetzt einen großen Würfel ergibt und kann durch Teilen des großen Würfels nun Brüche und Bruchteile darstellen. Gezieltes Fragen der Lehrkraft hilft beim Erkenntnisgang. Problematisch ist allerdings die in den vergangenen Schuljahren erlernte Einstellung zum Fach „Mathematik“, die den Unterrichtsinhalten wenig lebensweltrelevante Bedeutung beimisst und häufig zu Vermeidungsstrategien führt. Viele Schüler\*innen erleben sich als „Versager\*in“ im Hinblick auf Mathematik (vgl. Weber & Petermann, 2016). So besteht eine der wichtigsten Aufgaben des Unterrichts von Mathematik im Berufsvorbereitungsjahr darin, Schüler\*innen die Angst vor dem Umgang mit Zahlen, Rechenoperationen, mathematischen Begriffen etc. zu nehmen. Dazu kann der behutsame Einsatz des Fröbel-Materials beitragen. Insbesondere der Einsatz von ausgewählten Materialien, wie der dritten Gabe unter Einhaltung der weiter oben ausgeführten Phasen der Förderung, kann zu einem Meinungswandel führen

(unbedingter Beginn mit der ersten Phase: Exploration!) und langfristig die „Angst vor Mathe“ eindämmen helfen. Dies ist lediglich indirekt im Lehrplan für das Berufsvorbereitungsjahr verankert:

„Die Orientierung an den Bedürfnissen des Schülers bedeutet die gesamte Person in ihrer jeweiligen Lebenswelt in den Mittelpunkt zu stellen. Aus den Bezügen zur unmittelbaren individuellen Situation ergeben sich Fragestellungen, die für einzelne Lernprozesse handlungsleitend sein können. Die Stärken des Schülers stehen im Vordergrund und sind Ausgangspunkt aller Lernprozesse. *Eine Entwicklung von Identität gelingt über Eigenaktivität und ihre Ergebnisse. Mit wachsendem Selbstvertrauen können auch zunächst als schwierig angesehene Prozesse angegangen und zunehmend selbstständig bewältigt werden*“ (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2010, S. 8, Hervorhebung NR).

Damit ist der Einsatz von Fröbel-Material in der Berufsvorbereitung auch durch die Lehrpläne legitimiert und der Abbau von Angst durch eine geeignete Förderung kann beginnen. Würfelgebäude bilden in der Mathematik eine Basis der Geometrie. Als geometrische Körper im Raum stellen Würfel, die häufig auch Einheitswürfel genannt werden, eine mögliche geometrische Erscheinung dar, die den Polyedern zugerechnet wird. In Darstellungen tauchen Würfel meist in isometrischer Projektion auf, bei der „die Einheiten auf den Koordinationsachsen gleich lang sind“ (Scheid & Schwarz, 2017, S. 65). Gerade auch der im empirischen Teil verwendete Test, der Bausteine-Test, weist als Paper-and-Pencil-Test Darstellungen von Würfeln aus isometrischer Sicht auf. Spezialisierte Mathematikseiten im Internet stellen dazu eine Reihe von Werkzeugen, die es ermöglichen, isometrische Abbildungen von Einzelwürfeln bzw. Würfelgebäuden zu erzeugen (z.B. National Council of Teachers of Mathematics, 2018) zur freien Verfügung. Würfelgebäude sind aber nicht nur Teil der Geometrie, sondern finden sich auch in Testinstrumenten zur Mathematik wieder (vgl. Birkel et al., 2002; Haffner et al., 2005). Darüber hinaus sind Würfelgebäude Bestandteil des Mathematikunterrichts in Schularten und Schulstufen. Vor allem in der Grundschule (Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, 2014, S. 284, M3/4 Lernbereich 2.3) und Grundschulstufe der Förderschule (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2018a, M3/4 Lernbereich 2.3), aber auch in Mittel- und Realschule (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2018b (Mittelschule), M5/M6 Lernbereich 2.3, 2018c (Realschule) M5/6 Lernbereich 2.3) in Bayern beinhalten die Lehrpläne die Auseinandersetzung mit Würfeln im Rahmen des Geometrieunterrichts. In den Lehrplänen der beruflichen Förderschule findet sich der Lernbereich „Geometrie“ als fünfter Punkt der Basiskompetenzen (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2010, S. 23). Namentlich sind dort

Würfelgebäude nicht aufgeführt. Sie können aber zum Beispiel im Zusammenhang mit der Berechnung von Volumina herangezogen werden. Der Umgang mit dem „Satz des Pythagoras“ wird dagegen als eine Basiskompetenz als separater Spiegelstrich erwähnt. Dieser klassische mathematische Beweis, lässt sich mit Fröbel-Material sehr gut abbilden. Erfahrungsgemäß besitzen Schüler\*innen ein sehr geringes Vorwissen bezüglich des räumlichen Verständnisses. Da dies aber an der beruflichen Schule vorausgesetzt wird und in vielen Ausbildungsberufen eine wichtige Rolle spielt, existieren sehr wenig bis keine Aufgaben oder Materialien, die sich an die Schülerschaft der beruflichen Förderschule richten. Deshalb wird hier auf Material, welches ursprünglich für andere Schularten und/ oder Jahrgangsstufen entwickelt wurde, zurückgegriffen. „Mathe an Stationen“ (Donat, 2015, 2016) umfasst eine ganze Reihe von handlungsorientierten Materialien zur Arbeit mit geometrischen Herausforderungen. Konzipiert als Stationenarbeit eignen sich das Werk auch für geöffneten Unterricht. Im Wesentlichen geht es bei Aufgaben zu Würfelgebäuden um die Konstruktion derselben, d.h., dass die Aufgaben mehr oder weniger darauf abzielen, die Anzahl der Würfel herauszufinden, die nötig sind, ein Gebäude zu konstruieren. So sind die klassischen Aufgaben in isometrischer Darstellung (Donat, 2015, S. 26–35):

- Würfel zählen,
- Würfelgebäude nach Bauplänen bauen,
- Baupläne zeichnen nach selbstgebauten Gebäuden und
- Würfelgebäude-Umbauten erkennen.

Die Beschränkung auf fünfzehn Einheitswürfel ist willkürlich gewählt und ermöglicht das Lösen sämtlicher Aufgaben. Die Nutzung der Fröbel-Gaben gestattet eine viel größere Varianz an Verwendungsmöglichkeiten, deshalb wird dieses Material zusammen mit einem geeigneten Förderprogramm hier ausgewählt.

### 2.2.5 Zwischenfazit

Räumliches Vorstellungsvermögen wird als wesentlicher Bestandteil der Intelligenz gesehen, deren Entwicklung sich stufentheoretisch erklären lässt. Innerhalb dieser Stufen entwickeln sich ebenso mathematische Fähigkeiten, die durch gezielte Förderung beeinflusst werden können. Eine Möglichkeit der Förderung, die als Forschungsdesiderat formuliert werden kann, wäre, Fröbels Gabensystem für die Verwendung im Mathematik-

und insbesondere im Geometrieunterricht zu evaluieren. Einen Anstoß und soll diese Arbeit leisten und dazu erste Ergebnisse liefern.

## 2.3 Stand der Forschung

Der Forschungsstand wird zunächst historisch aufgearbeitet (vgl. Fröbel, 1982; Heiland, 1967; Prüfer, 1920; Lange, 1862b). Danach erfolgt die Darstellung der Rezeption in der Sonderpädagogik (vgl. Ellger-Rüttgardt, 2008; z.B. Möckel, 1988). Daran schließt sich die Analyse des Umgangs mit Fröbel-Material anhand neuerer Veröffentlichungen an (vgl. Friedl et al., 2017; Reinhold, Downtown & Livy, 2017; Reinhold, 2015).

### 2.3.1 Zugang zur Fröbel-Forschung

Die jüngere Fröbel-Forschung, insbesondere an Originalschauplätzen und Originalquellen, ist in der Vergangenheit bedingt durch die politische Gegebenheit der zwei deutschen Staaten von Schwierigkeiten geprägt. In Westdeutschland arbeiten Erika Hoffmann und später Helmut Heiland, die beiden nach dem Krieg bedeutendsten Fröbel-Forscher\*innen, an der Herausgabe der verfügbaren Quellen. In Ostdeutschland forschen Rosemarie Boldt, Helmut König und Erika Knechtel zu Fröbel. Während Hoffmann und Heiland sich darum bemühen, die Fröbel'schen Originaltexte (z.B. Briefe, Tageblätter) systematisch aufzuarbeiten und der Forschungsöffentlichkeit zugänglich zu machen, arbeiten die Ostdeutschen daran, die Pädagogik Fröbels in die Belange des Staates einzupassen. Heiland (1983a, 1972) legt zwei Werke vor, die die Geschichte der Fröbel-Forschung in Ost- und Westdeutschland zum Inhalt haben. Diese bieten sich für eine Orientierung über die verschiedenen Nachlässe (vgl. Heiland, 1983a, S. 7ff.) sowie über das Fröbelverständnis in den beiden Teilstaaten an (vgl. Heiland, 1983a, S. 46ff.). Dem Autor dieser Arbeit begegnet Fröbel erstmalig während des Studiums in einem Seminar zur Kindergartenpädagogik. Den damaligen Dozenten (Dr. Günter Erning) trifft der Autor im Rahmen einer Feierstunde anlässlich der Gründung des Kindergartens im Rathaus von Bad Blankenburg Jahre später wieder. Doch der eigentliche Zugang zu Fröbel und seiner Pädagogik erfolgt durch den Kindergartenbesuch der Kinder des Autors in Seefeld-Hechendorf. Dieser Kindergarten arbeitet nach einer aktualisierten Fröbel-Pädagogik. Er wird von Eltern und Erzieher\*innen explizit gegründet, um die Fröbel-Pädagogik in einer aktualisierten Form als Kindergartenkonzept anderen Konzepten entgegenzusetzen (vgl.

Schauwecker-Zimmer, 2011) um so die Besonderheiten der Pädagogik, die sich „hervorragend [... eignet], um die Anforderungen des BEP [Bayerischer Erziehungs- und Bildungsplan] zu erfüllen“ (Schauwecker-Zimmer, 2011, S. 17) in Bayern zu verankern. Die zunächst im Rahmen eines Praktikums in diesem Kindergarten praktisch erlebte Fröbel-Pädagogik wird vom Autor durch den Beitritt zur International Froebel Society-Deutschland (IFS-D) und damit durch den direkten Kontakt mit den Fröbel-Forscher\*innen wie Helmut Heiland, Erika Knechtel, Karl Neumann, Ulf Sauerbrey und Margitta Rockstein um den theoretischen Zugang zu Fröbels Pädagogik, ergänzt. Zahlreiche Studienfahrten zu Originalschauplätzen (z.B. Bad Blankenburg, Keilhau, Schweina, Oberweißbach) erwecken die in Briefen und Biografien geschilderten Orte zum Leben. Die in der Praxis erfahrenen Möglichkeiten des Fröbel-Materials führt dazu, das Material in der beruflichen Förderschule im Mathematikförderunterricht explorativ einzusetzen. Die Beobachtung der Leistungen der Schüler\*innen, deren Umgang mit dem Material lassen schließlich den Wunsch entstehen, die Fördermöglichkeiten mittels der Fröbel-Gaben im Rahmen einer umfassenden theoretischen Arbeit zu untersuchen.

### 2.3.2 Rezeption von Fröbel durch die Sonderpädagogik

In der deutschsprachigen heil- und sonderpädagogischen Literatur der letzten Jahrzehnte findet Fröbel kaum Beachtung. Eine systematische, bibliographische Recherche bis zum Jahr 1969 legt Heiland 1972 im Rahmen seiner Publikation zur „Literatur und Trends in der Fröbelforschung“ (Heiland, 1972) vor: Darin konstatiert er, dass bereits Prüfer in einem Aufsatz erläutert, „daß Fröbel mit seinen Spielgaben und Beschäftigungen und seiner Theorie der Pflege des Tätigkeitstriebes die Schwachsinnigenfürsorge gegründet habe, da Georgens und Deinhardt als wichtigste Vertreter der Schwachsinnigenpädagogik im 19. Jh. ihren Schwachsinnigenunterricht auf Fröbels Pädagogik basierten“ (Heiland, 1972, S. 139). Die Primärquellen zeigen, dass ein Austausch Fröbels mit den Begründern der Heilpädagogik stattfindet: Aus Fröbels letztem Lebensjahr gibt es vier Briefe, die an Jan Daniel Georgens gerichtet sind (vgl. Fröbel, 1851a, 1851b, 1851c, 1851d). Darin geht es um Hinweise für die Einrichtung einer Lehranstalt in der Schweiz, die Georgens für Beamtenwaisen eröffnen möchte. Diese Briefe weisen eine tatsächliche Korrespondenz zwischen einem der Begründer der Heilpädagogik und Fröbel nach. 1912 veröffentlicht Wiest in ihrem „Beschäftigungsbuch für Kranke und Rekonvaleszenten“ ein Kapitel zu „Fröbelarbeiten“, in dem sie die Verwendung der Gaben im Kontext von Krankheit und

Rehabilitation aufzeigt (vgl. Wiest, 1912, S. 1–40). Für die Jahre 1914 bis 1952 weist Heiland mehrere Autor\*innen nach, die sich unterschiedlichen Aspekten der „Verwendung von Fröbelschen Beschäftigungen in der Hilfsschule“ auseinandersetzen (vgl. Heiland, 1972, S. 139). Vier davon publizieren ihre Beiträge 1952 in der Zeitschrift für Heilpädagogik (ZfH) (Geerken, 1952; Meister, 1952; Scheffler, 1952; Wendling, 1952). Anlässlich des 100. Todestages erhält auch Hans Volkelt (vgl. Volkelt, 1952a, 1952b) Gelegenheit ebenso einen zweiteiligen Aufsatz zu veröffentlichen. Eine Beschäftigung mit Fröbel-Material findet in der Praxis der Heilpädagogik nachweisbar erst wieder in den 1980er Jahren statt. Belegt ist dies durch das im Otto Maier Verlag, Ravensburg in der Reihe „Werkhefte für die heilpädagogische Übungsbehandlung“ erschienene Anleitungsbüchlein von Wilma Klein Jäger (vgl. Klein Jäger, 1978). Ansonsten sind keine weiteren Publikationen zu verzeichnen. Die modernen Übersichtswerke, die die Geschichte der Sonderpädagogik darstellen, erwähnen Fröbel nicht (vgl. Möckel, 1988) bzw. nur ganz am Rande (vgl. Ellger-Rüttgardt, 2008, S. 125). Nach Ellger-Rüttgardt (vgl. Ellger-Rüttgardt, 2008) ist ein Brief aus dem Jahr 1840 von Fröbel an den Taubstummenlehrer Kern erhalten, auf den sie Bezug nimmt. Darüber hinaus gibt es weitere Briefe aus demselben Jahr, in denen der Name Kern auftaucht (Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung, 2017). Ob dies allerdings als „enge Kontakte“ (Ellger-Rüttgardt, 2008, S. 125) ausgelegt werden kann, sei dahin gestellt. Fröbel wird in den beiden erwähnten Monografien nicht als Vorläufer oder Wegbereiter der Sonderpädagogik beschrieben. Das mag daran liegen, dass Friedrich Fröbel in einer Zeit wirkt, in der es noch gar keine Gesamtvorstellung von Beeinträchtigungen des Lernens und Sonderpädagogik gibt. Zwar existieren zu seiner Zeit bereits spezielle Anstalten für Menschen mit spezifischen Behinderungen. Ein eigenes Selbstverständnis besitzen diese Institutionen wohl ebenfalls bereits, aber noch kein systematisches Selbstverständnis einer „Sonderpädagogik“. In neuerer Zeit findet Fröbel mehr Berücksichtigung in Publikationen, die für die Ausbildung von Elementarpädagog\*innen nutzbar sind (vgl. Förster, Göller & Rockstein, 2017). Insgesamt ist die Publikationsdichte von wirklichen Praxisbüchern im Stile von Kraus-Boelté & Kraus (1877) oder Marenholtz-Bülow (1886), die solche Werke in ihrer Zeit erarbeitet haben, sehr übersichtlich: Darüber hinaus sind keine vorhanden.

### 2.3.3 Umgang mit Fröbel-Material im mathematischen Kontext

In jüngster Zeit wird Fröbel-Material häufiger in mathematischen Kontexten verwendet. Publikationen aus einschlägigen Konferenzen deuten darauf hin, dass räumliches Vorstellungsvermögen in elementar- und primärpädagogischen Settings wieder von Interesse ist (vgl. Tab. 14, S. 79).

Tab. 14: Aktuelle Publikationen zum räumlichen Vorstellungsvermögen

<b>Autor*in</b>	<b>Titel</b>	<b>Kommentar</b>
Brandl (2011)	Das räumliche Vorstellungsvermögen im Mathematikunterricht fördern	Würfelgebäude aus Pentakuben
Plath (2011)	Aufgaben in unterschiedlichen Präsentationsformen zum räumlichen Vorstellungsvermögen von Kindern im vierten Schuljahr	Studie mit Aufgaben zu Würfelschlangen
Beutler (2012)	„Das ist das gleiche, nur anders.“ – Vorschulkinder erkennen geometrische und arithmetische Beziehungen beim Umstrukturieren von Flächen und Bauwerken	Studie zur Umstrukturierung von (Würfel-)Bauwerken
Mantel & Binder (2012)	Erfassung räumlicher Fähigkeiten im Grundschulalter	Studie zur mentalen Rotation mit Würfelgebäuden
Peter-Koop (2012)	Frühe mathematische Bildung – Grundlagen, Befunde und Konzepte	Fröbel als „der Protagonist der frühen mathematischen Bildung“
Friedl et al. (2017)	Zugänge zur Mathematik über die Spielgaben Friedrich Fröbels	Fröbel-Material im Kontext der Mathematik in der Grundschule
Reinhold (2015)	Baustrategien von Vor- und Grundschulkindern: Zur Artikulation räumlicher Vorstellungen in konstruktiven Arbeitsumgebungen	Einbeziehung von Fröbel-Material
Reinhold et al. (2017)	Revisiting Friedrich Froebel and his Gifts for Kindergarten: What are the Benefits for Primary Mathematics Education?	Explizite Einbeziehung von Fröbel-Material

Im Elementarbereich thematisieren weitere Publikationen gezielt die „Mathematik mit Bauklötzen“ (Henschen & Teschner, 2013, S. 53ff.) und greifen dabei explizit auf das von Fröbel geschaffene Material zurück. Auch die Grundschuldidaktik entdeckt Fröbel wieder. So entstehen in der letzten Zeit unter der Anleitung von Reinhold einige unveröffentlichte Masterarbeiten, deren Ergebnisse in Publikationen zur Dokumentation von Forschungsergebnissen aufgenommen werden (Friedl et al., 2017; vgl. Reinhold, 2015; Reinhold et al., 2017). Hier wird das Original Fröbel-Material im praktischen Einsatz untersucht und Zugänge zur Mathematik als Forschungsgegenstand betrachtet:

„Im Sommersemester 2016 wurden im Arbeitsbereich der Grundschuldidaktik Mathematik an der Universität Leipzig zehn Masterarbeiten mit eigenen Forschungsvorhaben in einem gemeinsamen Projekt zu Erkundungen zum Potenzial Fröbel’scher Spielgaben für den Geometrieunterricht der

Grundschule befasst. Dabei wurden von den Studierenden mathematische Lernumgebungen mit den Spielgaben Friedrich Fröbels konzipiert, die im Zuge kleinerer diagnostischer Interviews mit Kindern im Sinne des Forschenden Lernens ... erprobt wurden. [...] In diesem Sinne wurden kindliche Zugänge zur Geometrie und zur Arithmetik betrachtet, die dem Geiste Fröbels ... folgten“ (Friedl et al., 2017, S. 123).

Die genannten Masterarbeiten decken ein breites Spektrum von geometrischer Begriffsbildung, Zahlbegriffsentwicklung, dritte Gabe im Anfangsunterricht, mathematikdidaktisches Potenzial der fünften Gabe bis zur Raumvorstellung ab (vgl. Tab. 15, S. 80). In der Literaturliste des obengenannten Artikels von Friedl et al. finden sich jedoch lediglich sechs der genannten Arbeiten. Eine Nachfrage nach den Titeln und Autor\*innen der übrigen vier Arbeiten bei Co-Autorin Simone Reinhold in Leipzig ist leider erfolglos geblieben, so dass lediglich die sechs erwähnten Arbeiten hier gelistet werden können. Die Beschaffung über die Universität Leipzig ist nicht möglich, da die Arbeiten laut Auskunft des Lehrstuhlsekretariats bereits vernichtet wurden.

Tab. 15: Übersicht der Masterarbeiten aus 2016 zu Fröbel-Gaben an der Universität Leipzig

<b>Autor*in</b>	<b>Titel</b>
Daniel (2016)	Spielend Begriffe bilden – Eine empirische Untersuchung des Potentials der Fröbel'schen Spielgaben zur Begriffsbildung im Geometrieunterricht der Grundschule
Drechsler (2016)	Raumvorstellung von Grundschulkindern mit körperlicher Beeinträchtigung – Empirische Erkundungen unter besonderer Berücksichtigung der Fröbel'schen Spielgaben
Laußmann (2016)	Erkundung zu Fröbels 3. Spielgabe im Hinblick auf arithmetische Anforderungen des mathematischen Anfangsunterrichts
Löwe (2016)	Das mathematikdidaktische Potenzial der 5. Fröbel'schen Spielgabe: Entwicklung einer Lernumgebung und empirische Erkundungen zur Umsetzung im Anfangsunterricht
von Lucke (2016)	Potenzial der Fröbel'schen Spielgaben im Hinblick auf Aspekte der Zahlbegriffsentwicklung von Grundschulkindern im mathematischen Anfangsunterricht
Wiesner (2016)	Geometrische Begriffsbildung mit der 3. und 4. Spielgabe Friedrich Fröbels: Gestaltung und empirische Erkundungen zu einer Lernumgebung mit Würfeln und Quadern

Für den Bereich der weiterführenden Schulen, die Bereiche Förderschule und berufliche Förderschule, lässt sich aus der gesichteten Literatur eine praktische Verwendung der Fröbel-Gaben nicht nachweisen. Daher lässt sich feststellen, dass insbesondere im förderpädagogischen Kontext Fröbel zurzeit weder in der Forschung noch im praktischen Einsatz eine Bedeutung zukommt. Dies ist sicher auch den fehlenden, die Gaben begleitenden Materialien, geschuldet, die Praktiker\*innen sich für den Umgang im Alltag wünschen. Das aus vergangenen Jahrhunderten stammende Material (Heerwart, 1894; von Marenholtz-Bülow, 1887, 1886; Goldammer, 1885; Seidel, 1883; vgl. z.B. Kraus-

Boelté & Kraus, 1877) ist zum Teil schwer zugänglich und erfordert ein großes Maß an selbstständiger Bearbeitung, um es in einen aktuellen Unterrichts- und Erziehungskontext einbinden zu können.

#### 2.3.4 Zwischenfazit

Die Fröbel-Forschung leistet seit dem Wirken von Helmut Heiland – begonnen mit seiner Dissertation zur „Symbolwelt Friedrich Fröbels“ (Heiland, 1967) – ertragreiche Arbeit in Form zahlreicher Veröffentlichungen. Der Fokus liegt insbesondere auf der Aufarbeitung der Originalquellen und stellt deshalb die notwendige historische Grundlagenforschung auf diesem Gebiet dar. Trotz der jahrelangen Arbeit der Fröbel-Forschungsstelle an der Universität Duisburg-Essen, die mit der Emeritierung von Professor Heiland (2002) aufgelöst wird, gibt es noch immer keine Werkausgabe Fröbel'scher Schriften. Das Wirken von Heiland und Kolleg\*innen trägt allerdings dazu bei, dass die meisten und wichtigsten hinterlassenen Schriftstücke Fröbels der Forschungsgemeinschaft systematisch und wissenschaftlich zugänglich sind. Ein zu erwähnendes Beispiel ist die vollständige Digitalisierung des brieflichen Nachlasses von Friedrich Fröbel, der nun als Online-Edition zusammengeführt bei der Bibliothek für Bildungsgeschichtliche Forschung in Berlin verfügbar ist. Es fehlt leider nach wie vor die Möglichkeit der Volltext-Suche. Fröbels Biographie in allen Facetten nachgezeichnet, dient auch als Quelle fiktiver Texte (z.B. Hoffmann, 1982). Dennoch steht eine umfassende Biografie unter Aufarbeitung aller verfügbaren Bildquellen noch aus. Während die Originalquellen wesentliche Bearbeitung erfahren, so werden wichtige Aspekte des Fröbel'schen Wirkens weniger stark bearbeitet. Nachholbedarf besteht vor allem bei der Transformation Fröbel'scher Ideen in eine aktualisierte Form der heutigen Zeit – insbesondere auf die Verwendung der Gaben. Damit ist der konkrete Einsatz in frühpädagogischen und schulischen Kontexten gemeint. Hier fehlen praktische Handreichungen, die sich leichter adaptieren und direkter umsetzen lassen. Ein Forschungsdesiderat wird hier gesehen, da es keine Überblicksarbeiten gibt, die die Menge an verfügbarem, historischem Material in Form von praktischen Anleitungen zum Thema aufbereiten und zeigen, welche Möglichkeiten zum Erfahren von mathematischen Phänomenen durch die Auseinandersetzung mit den Würfeln, Bausteinen, Legetäfelchen etc. existieren. Ebenso fehlen praktische Handlungsleitfäden. Diese sollten unter Einbeziehung weiterer Literatur und bereits bekannter Aufgabentypen entwickelt werden. Dies hätte zur Folge,

dass die Fröbel-Pädagogik leichter zugänglich wäre und einfacher in den Alltag von Kindergarten und Schule eingebunden werden kann. Um diesem Desideratum zu begegnen, hat der Autor einen Aufsatz zu einem in Bälde erscheinenden Sammelband zur Fröbel-Praxis beigetragen, welches unter der Herausgeberschaft von Dr. Samland (aktueller Vorsitzender der International Froebel Society-Deutschland (IFS-D)) veröffentlicht werden soll. Daneben sind weitere Einsatzfelder der Gaben wie therapeutische Kontexte sowie die Gerontopädagogik denkbar und noch nicht erforscht.

## 3 Pilotstudie im Multiple-Baseline-Design

### 3.1 Forschungsfragen und Hypothesen

In den ersten Teilen dieser Arbeit werden die historischen Hintergründe zu Friedrich Fröbel, seiner Biografie, seinem Mathematikverständnis und dem Gabensystem beschrieben. Die theoretischen Grundlagen des räumlichen Vorstellungsvermögens sowie dessen Förderung im Rahmen des Mathematikunterrichts an beruflichen Förderschulen wird dargestellt. Nach der Schilderung der Problemlage und der daraus abgeleiteten Fragestellungen, folgt die Beschreibung der empirischen Studien: Zuerst die Einzelfallstudie als Pilotprojekt, danach die Hauptstudie als kontrollierte Gruppenstudie.

#### 3.1.1 Problemlage und Synthese der Fragestellungen

Das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen wird bereits früh als Bestandteil der Intelligenz gesehen (vgl. Thurstone, 1938) und von der Mathematik-Didaktik als „Voraussetzung für schulisches Lernen überhaupt“ (Franke, 2007, S. 27) bewertet. Beides sind wichtige Faktoren für die Bewältigung des Alltags. Dem gegenüber stehen die Ausführungen des Lehrplans zum Bereich der Geometrie im Rahmen des Mathematikunterrichts an der beruflichen Förderschule, der rudimentäre, geometrische Kompetenzen vermittelt (vgl. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2010, S. 23) und dem erstgenannten Stellenwert des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens lediglich ansatzweise gerecht wird. Die Förderung dieses Aspekts sollte mit Hilfe geeigneten Materials erfolgen und im Rahmen oder zusätzlich zum Mathematikunterricht an der beruflichen Förderschule stattfinden. Vereinzelt sind in den vergangenen Jahren selbstentwickelte Materialien oder Verfahren für die diesbezügliche Förderung sporadisch eingesetzt worden (Kluge & Patschke, 1976; Lee, 2008), Fröbel-Material findet systematisch äußerst selten Einsatz (vgl. Klein Jäger, 1978, 1987), in der beruflichen Förderschule fast gar nicht. Den vorgenommenen Recherchen zufolge wird Fröbel-Material bislang nicht innerhalb von kontrollierten Einzelfall- und Gruppenstudien einer empirischen Untersuchung unterzogen. Ganz konkret soll durch die hier vorgelegte Studie festgestellt werden, ob sich die dritte Gabe positiv zur Verbesserung des räumlichen-visuellen Vorstellungsvermögen einsetzen lässt. Es soll die

Frage nach der Wirksamkeit der dritten Gabe als Fördermaterial in einem didaktischen Förderprogramm gestellt und beantwortet werden:

*Forschungsfrage 1:* Lässt sich mithilfe eines Förderprogramms im Rahmen der Pilotstudie unter Verwendung der dritten Fröbel-Gabe eine statistisch signifikante Verbesserung bezogen auf das räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen erreichen?

*Forschungsfrage 2:* Existieren innerhalb der Pilotstudie Zusammenhänge zwischen den erbrachten Leistungen im HRT1-4 und BST in Verbindung mit dem CFT20-R sowie dem Proband\*innen-Fragebogen zur Beurteilung der Qualität der Fördermaßnahme?

### 3.1.2 Hypothesenkonstruktionen für die Pilotstudie

Die oben genannten Forschungsfragen lassen sich in Hypothesenkonstruktionen überführen, die sich im Rahmen von Signifikanztests für Veränderungshypothesen überprüfen lassen (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 727ff.). Es wird erwartet, dass die im Rahmen der Pilotstudie geförderten Proband\*innen im räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen tatsächlich gefördert werden und dementsprechend bei der Post-Testung bessere Ergebnisse als bei der Prä-Testung erzielen. Die Hypothesenkonstruktionen werden hier nach Nullhypothese und Alternativhypothese geordnet vorgestellt. Sollte das Förderprogramm Auswirkungen auf das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen haben, so gelten die Alternativhypothesen als verifiziert, gibt es aber keine Auswirkungen auf das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen, so werden die Nullhypothesen als gültig angenommen (vgl. Tab. 16, S. 85).

Tab. 16: Fragestellungen und abgeleitete Hypothesen

<b>Fragestellung</b>	<b>Nullhypothesen</b>	<b>Alternativhypothesen</b>
<i>Fragestellung 1: Lässt sich mithilfe eines entwickelten Förderprogramms unter Verwendung der dritten Fröbel-Gabe eine statistisch signifikante Verbesserung im Rahmen der Pilotstudie bezogen auf das räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen erreichen?</i>	Nullhypothese 1: Es zeigt sich kein statistisch signifikanter Unterschied beim Vergleich der Prä- und Post-Test-Ergebnisse des HRT1-4 und BST der Proband*innen. Eine Verbesserung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens durch das Förderprogramm in Verbindung mit der dritten Gabe ist nicht sicht- und nachweisbar.	Alternativhypothese 1: Es zeigt sich ein statistisch signifikanter Unterschied beim Vergleich der Prä- und Post-Test-Ergebnisse des HRT1-4 und BST der Proband*innen. Eine Verbesserung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens durch das Förderprogramm in Verbindung mit der dritten Gabe ist sicht- und nachweisbar.
	Nullhypothese 2: Die Ergebnisse der einzelnen Messzeitpunkte während der Multiple-Baseline-Erhebung zeigen keinen Trend, der eine Verbesserung der Leistungen durch die Förderung nahelegen würde.	Alternativhypothese 2: Die Ergebnisse der einzelnen Messzeitpunkte während der Multiple-Baseline-Erhebung zeigen einen positiven Trend, der eine Verbesserung der Leistungen durch die Förderung nahelegt.
<i>Fragestellung 2: Existieren innerhalb der Pilotstudie Zusammenhänge zwischen den erbrachten Leistungen im HRT1-4 und BST in Verbindung mit dem CFT20-R sowie dem Proband*innen-Fragebogen zur Beurteilung der Qualität der Fördermaßnahme?</i>	Nullhypothese 3: Es zeigen sich keine Korrelationen zwischen den erbrachten Leistungen im HRT1-4 und BST in Verbindung mit dem CFT20-R. Das heißt, dass die durch den CFT20-R gemessene Intelligenz der Proband*innen keine Vorhersagen auf die Ergebnisse der Testungen zulässt.	Alternativhypothese 3: Es zeigen sich Korrelationen zwischen den erbrachten Leistungen im HRT1-4 und BST in Verbindung mit dem CFT20-R. Das heißt, dass die durch den CFT20-R gemessene Intelligenz der Proband*innen Vorhersagen auf die Ergebnisse der Testungen zulässt.
	Nullhypothese 4: Es zeigen sich keine Korrelationen zwischen den erbrachten Leistungen im HRT1-4 und BST in Verbindung mit dem Proband*innen-Fragebogen zur Beurteilung der Qualität der Fördermaßnahme.	Alternativhypothese 4: Es zeigen sich Korrelationen zwischen den erbrachten Leistungen im HRT1-4 und BST in Verbindung mit dem Proband*innen-Fragebogen zur Beurteilung der Qualität der Fördermaßnahme.

## 3.2 Methode

### 3.2.1 Forschungsdesign

Einzelfalluntersuchungen sind ein probates Mittel innerhalb der Sonderpädagogik, um zu belastbaren wissenschaftlichen Ergebnissen zu kommen (vgl. Jain & Spieß, 2012, S. 212).

Das Multiple-Baseline-Design wird eingesetzt, um mit wenigen Proband\*innen innerhalb einer überschaubaren Zeit Daten z.B. zur Wirksamkeit von Interventionen zu erzeugen (Jain & Spieß, 2012, S. 226). Im Vergleich zu anderen Forschungsdesigns lassen sich mit Multiple-Baseline-Designs eine höhere interne Validität erzeugen sowie „zwischenzeitliches Geschehen [...] und Reifung“ (Jain & Spieß, 2012, S. 226) ausschließen. Dabei sollen im Idealfall die Daten der Baseline eine Homogenität aufweisen, die erst durch das Einsetzen der Intervention einen klaren Trend zeigt. Damit kann dann die Wirksamkeit der Intervention bei den Proband\*innen aufgezeigt und ein Interventionseffekt vermutet werden. Die Baselines dienen zweierlei Zwecken (vgl. Barlow, Nock & Hersen, 2008, S. 65): Zum ersten zeigen sie deskriptiv, auf welchem Niveau sich das Leistungsvermögen der entsprechenden Testperson befindet. Zum Zweiten erlauben sie bei ausreichenden Daten, d.h. ausreichender Länge, Vorhersagen über das Leistungsniveau, vorausgesetzt, dass sich die Baseline unter Ausschluss äußerer Einflussfaktoren als mehr oder weniger stabil zeigt (Kazdin, 2016). Während der Baseline soll sich also möglichst kein Trend zeigen, sonst ist anzunehmen, dass Veränderungen, die sich mit Einsetzen der Intervention zeigen, nicht unbedingt ausschließlich durch die Intervention selbst erfolgt sind. Obwohl bereits zwei Baselines als ausreichend angesehen werden (vgl. Jain & Spieß, 2012, S. 228), wird diese Studie als quasi-experimentelle Studie/nicht-randomisierte kontrollierte Studie über sechs Personen durchgeführt. Dies geschieht in einem nicht-gleichzeitigen Design, d.h. die Erhebungen bei den sechs Proband\*innen finden nicht parallel, sondern zeitlich hintereinander statt. Da den „sozialen Kontexten“ (Jain & Spieß, 2012, S. 227), d.h. eine größtmögliche Ähnlichkeit unter den Proband\*innen, eine große Bedeutung zugemessen wird, erfolgt die Stichprobenziehung mithilfe einer Kriterienliste (siehe 3.2.2 Stichprobenrekrutierung, S. 90), um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Doch trotz der größtmöglichen Vergleichbarkeit der Proband\*innen lassen sich nicht alle intraindividuellen Faktoren einer Person, die das Messergebnis beeinflussen könnten, ausschließen, so dass auch Ereignisse, von denen der Studienleiter keine Kenntnisse erlangt, den Verlauf der Untersuchung beeinflussen können. Das Design für den empirischen Teil lässt sich folgendermaßen skizzieren (vgl. Abb. 21, S. 87).

Kind	Phase A: Baseline 1							Phase B: Interventionen								
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								1	2	3	4	5	6	7	8	9
2									1	2	3	4	5	6	7	8
3										1	2	3	4	5	6	7
4											1	2	3	4	5	6
5												1	2	3	4	5
6													1	2	3	4
Messzeitpunkte	CBM 1	CBM 2	CBM 3	CBM 4	CBM 5	CBM 6	CBM 7	CBM 8	CBM 9	CBM 10	CBM 11	CBM 12	CBM 13	CBM 14	CBM 15	CBM 16
Prä-Post-Testung	BST prae															BST Post
Datum	08.01.18	11.01.18	15.01.18	16.01.18	18.01.18	22.01.18	23.01.18	25.01.18	29.01.18	30.01.18	06.02.18	08.02.18	20.02.18	22.02.18	27.02.18	01.03.18

Abb. 21: Skizze des Studiendesigns

„Quasi-experimentell“ bedeutet, dass die Proband\*innen nicht komplett zufällig ausgewählt werden können, weil sie so vorgefunden wurden. Die Stichprobe wurde „anderweitig gebildet“ (Döring & Bortz, 2016, S. 193f.). Dies bedeutet konkret, dass die Proband\*innen aus dem Kreis der Schüler\*innen gewählt werden, die im Schuljahr 2016/2017 die Adolf-Kolping-Berufsschule besuchen. Eine Auswahl findet nicht zufällig statt, sondern es werden die Schüler\*innen ausgewählt, die im Bereich des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens den größten Förderbedarf aufweisen. Die Auswahl wird durch die Testung mit dem Heidelberger Rechentest 1-4 (Haffner et al., 2005) vorgenommen. Multiple-Baseline-Designs werden als Designs für Einzelfallstudien verwendet. Durch das mehrfache Testen mehrerer Proband\*innen lassen sich Vergleiche zwischen den Erhebungsphasen bei unterschiedlichen Personen ziehen. Im Wesentlichen stellt die einzelne Versuchsperson durch mehrere Phase der Beobachtung und Intervention ihre eigene Kontrollgruppe dar. Wissenschaftliche Untersuchungen im Einzelfalldesign sollen stets dazu dienen „Zusammenhänge zwischen interessierenden Variablen zu beschreiben, zu erklären, ggf. Veränderungen (Interventionen) einzuführen und diese zu bewerten“ (Jain & Spieß, 2012, S. 212). Neben den abhängigen und unabhängigen Variablen sollten bei Untersuchungen eventuelle Störvariablen erkannt und ausgeschlossen werden. Die interne Validität wird in Einzelfallstudien durch folgende Punkte bedroht (Jain & Spieß, 2012, S. 216):

- zwischenzeitliches Geschehen,
- Reifung,
- Veränderungen des Messprozederes über die Zeit,
- Veränderungen aufgrund wiederholten Messens sowie
- unzureichende Trennung von Interventions- und Nicht-Interventionsphasen.

All diese genannten Störvariablen sollten für eine hohe interne Validität der Untersuchung ausgeschlossen werden (vgl. Tab. 17, S. 89).

Tab. 17: Mögliche Störvariablen und Maßnahmen, die zum Ausschluss der Störung führen

<b>Störvariable</b>	<b>Maßnahme, die zum Ausschluss der Störung führen</b>
Zwischenzeitliches Geschehen	Im sonstigen Unterricht wird das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen nicht thematisiert, d.h. nicht durchgenommen, nicht gefördert. Das Fördermaterial ist außerhalb der Interventionssitzungen nicht zugänglich.
Reifung	Auswirkungen von Reifeprozessen auf das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen sind in dieser Altersgruppe und innerhalb des Untersuchungszeitraumes zu vernachlässigen.
Veränderung des Messprozederes über die Zeit	Das Messprozedere wird über die Zeit nicht verändert. Bei der Messung handelt es sich um tatsächlich richtig gelöste Aufgaben, die auf immer dieselbe Art und Weise dargeboten werden. Die Auswertung findet nach den aufgestellten Kriterien statt.
Veränderungen aufgrund des wiederholten Messens	Die Messungen werden wiederholt, um eine aussagekräftige Baseline zu bekommen. Die Darbietung der Aufgaben beträgt je Intervention vier Minuten. Dieser kurze Zeitraum führt nicht zu einer Gewöhnung, zumal die Aufgabenstellungen auf jedem Arbeitsblatt unterschiedliche sind. Zusätzlich nehmen die Proband*innen an einem Prä- und Post-Test teil. Ein Vergleich beider Testergebnisse kann Aufschluss über die Wirkung der Intervention liefern.
Unzureichende Trennung von Interventions- und Nicht-Interventionsphasen	Die Testung findet stets außerhalb des regulären Unterrichts in einem separaten Raum statt. Eine Vermischung mit anderen schulischen Aktivitäten oder Unterrichtsinhalten ist ausgeschlossen.

Tab. 17 (S. 89) zeigt, wie den Störvariablen in der konkreten Studie begegnet wird. Die Datenerfassung erfolgt durch dieselbe Person, die die Intervention durchführt. Dies geschieht nach einem standardisierten Schema, welches stets zu Beginn der Fördersitzung der Probandin vorgestellt wird. Nach Bortz und Döring handelt es sich dabei um einen Multiple-Baseline-Plan, ein Plan, der

„v.a. in der verhaltenstherapeutischen Einzelfallanalyse Beachtung [findet]. Er überprüft die Auswirkungen einer Behandlung auf mehrere Variablen [...] Nachdem die Baselines für alle Variablen feststehen, beginnt zunächst die auf eine Variable ausgerichtete Behandlung. Danach wird die zweite Variable mit in die Behandlung einbezogen etc.“ (Döring & Bortz, 2016, S. 768).

Das Multiple-Baseline-Design wird gewählt, um eine hohe interne Validität zu erzielen und alternative Erklärungen für Veränderungen auszuschließen. In dieser Studie geht es vor allem darum, zu zeigen, dass die in der Studie verwendeten Curriculum-based Measurements (CBMs) wirksam sind und die Proband\*innen von Förderungszeitpunkt zu Förderungszeitpunkt im besten Falle bessere Ergebnisse erzielen. CBMs sind an den Inhalten des Lehrplans orientierte Kurztests (siehe Kap. 3.2.3 Untersuchungsdurchführung, S. 91). Neben dem Einsatz dieses speziellen Versuchsplans im Rahmen von psychologischen Untersuchungen, findet er auch Verwendung in genuin sonderpädagogischen Kontexten, in denen es darum geht, die Effekte einer Intervention bei einzelnen Proband\*innen bzw. kleinen Gruppen zu erfassen. So wird das Design eines Multiple-Baseline-Plans in der konkreten Studie nicht über Verhaltensweise oder unterschiedlichen Situationen angewandt, sondern über Personen. Abweichend von der Definition des Multiple-Baseline-Designs nach Bortz & Döring (2016), handelt es sich bei sonderpädagogischen Settings zumeist um die Untersuchung einer abhängigen Variablen, deren Veränderung auf die Variation der unabhängigen Variable festgestellt wird. Im konkreten Fall geht es um die Veränderung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens durch die Förderung mit der dritten Fröbel-Gabe.

### 3.2.2 Stichprobenrekrutierung

Die Auswahl der Probandinnen für die Interventionsstudie erfolgt mit Hilfe eines standardisierten Tests (HRT1-4) um diejenigen Schüler\*innen herauszufiltern, die am wenigsten kompetent in den mathematischen Bereichen sind. Dies herauszufinden ist zunächst vor der Annahme sinnvoll, dass die Schüler\*innen, die die größten Defizite aufweisen, am meisten von einer Förderung profitieren werden. Allerdings besteht bei dieser Vorgehensweise auch die Möglichkeit, dass keine Förderung möglich ist, da der/die einzelne Proband\*in durch Limitationen im Bereich des IQs an der Bewältigung der gestellten Aufgaben gehindert wird. Aus diesem Grund wird begleitend der CFT20-R durchgeführt, um eventuell auftretende Korrelationen richtig einschätzen zu können. Die Prä-Testung ergibt den Pool der Schüler\*innen, die für die Interventionsstudie in Frage kommen. Zusätzlich wird eine Kriterienliste entwickelt, die nach gleicher Schullaufbahn und ähnlichem Lebenslauf (geboren in Deutschland, Deutsch als Muttersprache, etc., s.u.) filtert, so dass die Proband\*innengruppe relativ homogen

zusammengesetzt ist und die Vergleichbarkeit gegeben ist. Bei der Prä-Testung wird der HRT1-4 als Instrument eingesetzt. Die Auswertung erfolgt in den Rohwerten nach der 4. Klasse, 4. Quartal, um die altersgemäß nächstmögliche Auswertungsnormierung benutzen zu können, da der HRT für die vorliegende Altersgruppe (hier: 10. Klasse BVJ) nicht normiert ist. Um die größtmögliche Vergleichbarkeit und Homogenität der Untersuchungspopulation zu erzielen, werden die Kriterien wie folgt festgelegt:

- Gesamtergebnis beim HRT1-4: die sechs Schülerinnen mit den schlechtesten Ergebnissen,
- Geburtsland: Deutschland,
- Vorbildung: 9 Jahre Schulbesuch (SFZ),
- Muttersprache: deutsch,
- Alter: 16-18,
- Geschlecht: weiblich,
- Klasse: Berufsvorbereitungsjahr (10. Klasse),
- Fachrichtung: Betreuung und Pflege,
- Schulart: Berufliche Förderschule.

Die größtmögliche Übereinstimmung von Ähnlichkeiten ist somit anzunehmen, da die Gegebenheiten innerhalb der Population zunächst untersucht und dann als Kriterien ausgewählt werden, so dass damit eine Vergleichbarkeit innerhalb der Stichprobe erzielt werden kann. Da ausschließlich weibliche Jugendliche in der Pilotstudie als Probandinnen rekrutiert werden, wird in den folgenden Ausführungen lediglich die weibliche Form verwendet.

### 3.2.3 Untersuchungsdurchführung

Die Instruktion, d.h. die Unterweisung im Umgang mit dem Material findet zu Beginn jeder Übungsphase (Fördersitzung) statt. So wird sichergestellt, dass die Probandin die Aufgabenstellung (die stets identisch ist) wirklich verstanden hat und richtig erinnert.

Die standardisierte Aufgabenstellung entspricht der ausformulierten Aufgabenstellung des BST (Birkel et al., 2002, S. 23ff.), die auf die speziellen Erfordernisse der CBMs angepasst wird.

In der Interventionsstudie wird folgendes Material angewendet:

- Curriculum-based Measurements (CBMs), die für die einzelnen Fördersitzungen entwickelt wurden. Die Entwicklung der CBMs erfolgte mit dem Isometric Drawing Tool des National Council of Teachers of Mathematics (Würfelgenerator) (2018),
- Original Fröbel-Gabe Nr. 3 (Synonym: dritte Gabe, erste Baugabe).

Curriculum-basierte Messungen (englisch: curriculum-based measurements/CBMs) sind kurze, regelmäßig eingesetzte Tests, die durch ihre Länge und wiederkehrenden Einsatz den Kompetenzzuwachs in einem Lernbereich (hier: räumlich-visuelles Vorstellungsvermögen) erfassen sollen. Die Idee der CBMs stammt aus den USA und wird dort auch im Bereich der Sonderpädagogik eingesetzt, um Lernfortschritte kleinteilig dokumentieren zu können (vgl. z.B. Deno, 1987, 1993; Hosp & Hosp, 2003; O'Shea & Katsafanas, 2010; Hosp & Hosp, 2012). Auch in Deutschland ist dieses Verfahren inzwischen einer breiteren Fachöffentlichkeit bekannt und wird auch in der Sonderpädagogik eingesetzt (vgl. z.B. Diehl & Hartke, 2007; Diehl, Hartke & Knopp, 2009; Klauer, 2011; Rensing, Käter, Käter & Hillenbrand, 2016; Sikora & Voß, 2017). In dieser Studie soll CBM eingesetzt werden, um den Lernverlauf der Schülerinnen zu unterschiedlichen Zeitpunkten festzustellen und damit die mögliche Wirksamkeit der Fördermaßnahme zur Verbesserung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens aufzuzeigen. Bei einer Fördereinheit sitzen Schülerin und Lehrkraft in einem Raum an einem Tisch gegenüber. Beide haben vor sich auf dem Tisch ein Exemplar der dritten Fröbel-Gabe stehen. Auf der zur Sitzung gehörigen Sitzungskarte (siehe Anhang, S. 193) sind sechs Würfelgebäude abgebildet, die den Würfelgebäuden des BST entsprechen, jedoch aus einer anderen Perspektive dargestellt. Zunächst wird die Fröbel-Gabe gemäß Ritual, welches am Beginn der allerersten Fördersitzung erklärt und gezeigt wird, ausgepackt. Das Ritual besteht darin, dass das Kästchen, das die dritte Gabe enthält, einmal umgedreht wird, so dass die Schiebelade nun auf der Tischoberfläche aufliegt. Vor dem Drehen wird die Lade einige Millimeter herausgezogen, so dass sie auf der Tischoberfläche mit den Fingern gegriffen werden kann. Dies geschieht unter Festhalten des Kästchens selbst. Die Würfel fallen durch den Wegzug der Lade vernehmbar, aber nicht sichtbar auf die Tischfläche. Sobald die Lade komplett herausgezogen ist, kann das Kästchen vorsichtig nach oben weggehoben werden. Die Lade wird in das offene Kästchen gelegt. Der große, aus acht Teilwürfeln bestehende, Würfel steht vor der Probandin auf der Tischfläche. Dies ist die Ausgangslage. Nun beginnt die Schülerin mit Hilfe der Würfel die auf dem Papier gedruckten Würfelgebäude mit der Gabe

nachzubauen. Analog dazu baut die Lehrkraft die identischen Gebäude nach. Sobald ein Gebäude erstellt ist, kontrollieren Lehrkraft und Schülerin, ob das gebaute Gebäude dem Abbild auf dem Papier entspricht. Falls nicht, wird die Schülerin dazu ermuntert, es zu korrigieren. Dann werden die vier zusammengesetzten Bausteine des BST, die ebenfalls auf dem Papier gedruckt sind, im Würfelgebäude, das plastisch vor der Schülerin steht, „entdeckt“, d.h. gesucht und idealerweise eigenständig gefunden. Nach ca. 30 Minuten endet die Fördersitzung. Die Probandinnen bewältigen dabei eine unterschiedliche Anzahl an Würfelgebäuden. Das Design der Studie ist als Multiple-Baseline-Design (MBD) angelegt, d.h. es gibt einen Startzeitpunkt, einen Endpunkt und dazwischen eine Reihe von Messzeitpunkten, an denen die Wirksamkeit der Förderung gemessen wird. Die Messungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfolgen jeweils nach der Förderung bzw. Nicht-Förderung der Probandinnen. Da es sich um ein MBD handelt, beginnt die Förderung bei allen Probandinnen zu einem anderen Zeitpunkt. Die Messungen betreffen aber stets alle Probandinnen, unabhängig davon, an wie vielen Fördersitzungen sie bis dahin teilgenommen haben. Die Verwendung eines Kurztests ist standardisiert (vgl. Voß & Hartke, 2014). Diese Standardisierung ist wichtig, damit keine unerwünschten Messfehler bzw. -effekte auftreten. Für die Kurztests werden erstellte Vorlagen verwendet, die analog zum BST gehalten sind. Dabei werden zwei Vorlagen unterschieden:

- die Vorlage des Versuchsleiters: Ergebnisvorlage zum Ankreuzen der Lösung mit Kontrollblatt sowie
- die Vorlage der Probandin zum Arbeiten: Eine Vorlage enthält jeweils acht Würfelgebäude, die mithilfe der auf dem Test abgebildeten vier Baustein-Elementen im Kopf nachgebaut werden sollen.

Jede Vorlage hat ein Deckblatt, auf der die beiden einzuhaltenden Regeln, die bei der Konstruktion von Würfelgebäuden eine Rolle spielen, die vier Baustein-Elemente sowie zwei Beispielaufgaben abgedruckt sind. Das Deckblatt folgt inhaltlich teilweise wörtlich den Anweisungen des Manuals des Bausteine-Tests (BST). Die Dauer eines Kurztests beträgt vier Minuten. Die Zeitangabe orientiert sich an der Zeitangabe des BST. Bei diesem gibt es für vierzig Aufgaben insgesamt zwanzig Minuten Zeit. Das bedeutet, dass pro Würfelgebäude dreißig Sekunden Zeit vorgegeben sind. Vortests mit verschiedenen Personen in einem informellen Setting haben ergeben, dass es ohne Übung nicht möglich ist, innerhalb von vier Minuten, acht Würfelgebäude aus den Baustein-Elementen zu

konstruieren. Dies gelingt erst nach und nach aufgrund des Trainings in den Fördersitzungen. Es werden keinerlei Hilfestellungen gegeben. Lediglich die Aufgabenstellung wird vorgelesen, dann sollen die Probandinnen selbstständig die Aufgabe lösen und zwei aus vier vorgegebenen Baustein-Elementen finden, aus denen ein zusammengesetztes Würfelgebäude, abgebildet auf der Kurztestvorlage, konstruiert ist.

### 3.2.4 Forschungsethik

Wissenschaftliches Arbeiten an sich, gerade aber Untersuchungen, die nicht z.B. reine historiographische Themen zum Gegenstand haben, sondern sich mit Menschen als Teilnehmende in experimentellen Settings befassen, sollten „immer mit anderen gesellschaftlichen Werten und Normen sowie Gesetzen“ (Döring & Bortz, 2016, S. 122) in Einklang gebracht werden. Für Forschungsvorhaben aus dem Bereich der Erziehungswissenschaften liegt ein Ethikkodex von der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaften vor (2016). Die Deutsche Gesellschaft für Psychologie und der Berufsverband Deutscher Psychologinnen und Psychologen (2005) hat „die APA-Richtlinien zur Forschungsethik ... übernommen“ (Döring & Bortz, 2016, S. 130). Der Umgang mit Personen, die an einer Studie teilnehmen, die Ergebnisse und aus der Interpretation gewonnenen Erkenntnisse über den Untersuchungsgegenstand unterliegen strikten Vorgaben, die im Kern auf vier Schutzrechte (Menschenwürde, Menschenrechte, Persönlichkeitsrechte, Integrität) abzielen und folgende Grundsätze umfassen (vgl. Sales & Folkman, 2000):

1. Freiwilligkeit und informierte Einwilligung: Die Teilnehmenden werden vor Beginn der Untersuchung über die geplante Maßnahme, die Ausgestaltung der Förderung mit der dritten Fröbel-Gabe sowie die einzusetzenden Testinstrumente informiert. Dies geschieht unter Einbeziehung der Erziehungsberechtigten, die insbesondere vor dem Einsatz des Grundintelligenztests CFT 20-R um ihre Einwilligung gebeten werden. Während der Untersuchung steht den Teilnehmer\*innen stets frei, zu jedem Zeitpunkt aus dem Untersuchungsgeschehen auszusteigen und ihre Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie zurückzuziehen ohne dass ihnen dadurch ein Nachteil entsteht.

2. Schutz vor Beeinträchtigung und Schädigung: Während der Durchführung der Untersuchung wird darauf geachtet, dass Beeinträchtigungen körperlicher oder geistiger Art sowie Schädigungen unterbleiben. Die Untersuchung findet vormittags parallel zum

Schulunterricht in einem separaten Untersuchungsraum statt, der den Teilnehmer\*innen bekannt ist. Der in der versäumten Unterrichtszeit verpasste Unterrichtsinhalt wird im Rahmen des Förderunterrichts nachgeholt und intensiv geübt.

3. Anonymisierung und Vertraulichkeit der Daten: Die Klarnamen der teilnehmenden Schüler\*innen werden durch generische Bezeichnungen ersetzt. Die Zuordnung der Klarnamen zu generischen Bezeichnungen ist nur dem Studienleiter möglich. Dies ist aus ethischen Gründen sinnvoll, weil die Schüler\*innen so die Gewissheit haben, dass niemand auf ihre Leistungen in den einzelnen Tests rückschließen kann, zum anderen kann im Nachgang der Studie nach Abschluss der Untersuchung den Schüler\*innen eine spezifische Förderung im Rahmen des Mathematikunterrichts erfolgen. Auch nach Abschluss der Studie werden die nach Individuen sortierten Rohdaten sicher aufbewahrt und nur autorisierten Personen Zugang gewährt. Während der Datenaufbereitung für Veröffentlichungen werden alle persönlichen Merkmale wie Namen, Klassen, Geburtsdaten entfernt, um keine Rückschlüsse auf die Person zuzulassen. Alle Datensätze in Papierform sind unzugänglich archiviert, elektronisch verarbeitete Daten werden verschlüsselt und mit einem Passwort geschützt.

### 3.2.5 Erhebungsinstrumente

Das diagnostische Inventar umfasst Tests, die das räumliche Vorstellungsvermögen mithilfe unterschiedlicher Rotationsfiguren gezeichneter, dreidimensionaler Körper erfassen (vgl. Birkel et al., 2002; Gittler, 1990; Stumpf & Fay, 1983; Vandenberg & Kuse, 1978; Guay, 1976; Amthauer, 1953). Diese Rotationsfiguren werden in alle drei Richtungen der Raumachsen bewegt, so dass stets eine neue Perspektive auf das gedrehte Objekt entsteht. Die Aufgabenstellungen der gesichteten Tests sind ähnlich: Die Proband\*innen sind zum Beispiel aufgefordert, zu erkennen, in welche Richtungen ein Objekt gedreht wurde (z.B. Guay 1976) oder welche Teilobjekte nötig sind, um ein Ganzobjekt daraus zu erzeugen (z.B. Birkel et al. 2002). Der modernste Test, der explizit auf das räumliche Vorstellungsvermögen ausgerichtet ist, ist der Bausteine-Test (BST) von Birkel, Schein & Schumann (2002). Doch ist dieser inzwischen nicht mehr erhältlich. Hogrefe hat den Test aus Gründen der geringen Nachfrage 2017/2018 aus dem Programm genommen. Somit ist aktuell kein Test mehr auf dem Markt, der sich auf das räumliche Vorstellungsvermögen fokussiert. Das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen als Faktor der geometrischen Fähigkeiten wird nur noch als ein Testitem unter anderen in

Intelligenztests, Berufseignungstests und ähnlichem abgefragt (vgl. Görlich & Schuler, 2007; Ibrahimović, Bulheller & Horn, 2006). Für diese Studie werden folgende Instrumente zur Datenerhebung verwendet (vgl. Tab. 18, S. 96).

Tab. 18: Übersicht verwendeter Testinstrumente für die Pilotstudie

<b>Instrument</b>	<b>Verwendungszweck innerhalb der Studie</b>
Heidelberger Rechentest 1-4 (HRT1-4)	Der Heidelberger Rechentest dient zum einen dazu, in der Prätestung aus dem Stichprobenpool die bestgeeigneten Probandinnen herauszufiltern. Zum anderen wird er im Rahmen der Posttestung verwandt, um Unterschiede zwischen Prä- und Posttestung herauszustellen.
Bausteine-Test (BST)	Der Bausteine-Test dient im AB-Design dazu, mögliche Veränderungen im räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen im Vergleich darzustellen. Mit dem Bausteine-Test kann unmittelbar die Wirksamkeit des Förderprogramms belegt werden, die Null- bzw. Alternativhypothese kann hier also bestätigt oder verworfen werden.
Fördermaterial und Kurztests (curriculum-based measurements, CBMs)	Die Kurztests, die in Verbindung mit dem Fördermaterial während der Intervention zum Einsatz kommen, dienen der Erzeugung der Ergebnisse für die Verwendung in der Multiple-Baseline-Darstellung. Sie zeigen direkt, ob die Intervention eine Auswirkung auf die Null- bzw. Alternativhypothese hat.
Grundintelligenztest Skala 2 Revision (CFT20-R)	Der Grundintelligenztest wird im Rahmen der Studie begleitend eingesetzt, um etwaige Korrelation zwischen Leistungsvermögen und erzielten Ergebnissen erkennen zu können.
Fragebogen zu Studie	Der selbstentwickelte Fragebogen wird begleitend zur Studie eingesetzt, um qualitative Antworten zur Studie von den Probandinnen zu gewinnen.

### 3.2.5.1 Heidelberger Rechentest 1-4 (HRT1-4)

Der HRT1-4 ist ein Paper-and-Pencil-Test, der das mathematische Leistungsvermögen im Grundschulalter erfasst:

„Der HRT1-4 misst unabhängig von spezifischen Lehrplänen, wie rasch und sicher ein Kind die Grundrechenarten sowie das Lösen von Gleichungen und Ungleichungen beherrscht. Zusätzlich liefert er Informationen über numerisch-logische und *räumlich-visuelle Fähigkeiten* der Kinder. Er differenziert im gesamten Rechenbereich und soll helfen sowohl rechenschwache Kinder als auch solche mit besonders guten mathematischen Begabungen rasch und zuverlässig zu erkennen“ (Haffner et al., 2005, S. 9, Hervorh. NR)

Der Test besteht aus elf Subtests, sechs zu Rechenoperationen, fünf zu numerisch-logischen bzw. räumlich-visuellen Kompetenzen. Für diese Arbeit sind die Ergebnisse des Untertests „Würfelzählen“ (Subtest WÜ) mit dessen Hilfe die „Mengenerfassung unter Berücksichtigung räumlicher Vorstellung“ (Haffner et al., 2005, S. 14) gemessen wird, von Bedeutung. Dieser Subtests ist ein Test von insgesamt fünf „Untertests aus dem

Bereich räumlich-visueller Funktionen (Zahlenfolgen, Längenschätzen, Würfelaufgaben, Mengenzählen, Zahlenverbinden)“, die im HRT1-4 „anschauungsgebundene Größen- und Mengenverarbeitung sowie Prozesse visueller und logischer Strukturbildung [... als] wichtige Voraussetzungen für einen erfolgreichen Aufbau mathematischer Kompetenzen“ (Haffner et al., 2005, S. 15) erfassen. In Ermangelung eines für das Lebensalter der Schüler\*innen, die Schulart oder die Klassenstufe besser passenden standardisierten Tests wird auf den HRT1-4 zurückgegriffen, dessen Normierung zwar mit einem Anteil von Förderschüler\*innen stattfindet (vgl. Haffner et al., 2005, S. 36), die aber keine Förderschüler\*innen von beruflichen Förderschulen umfasst. Da die Normierung des HRT1-4 also nur die Klassen eins bis vier enthält und keine Skalen für höhere Klassen bzw. höhere Lebensalter vorhanden sind, kann in dieser Studie nur mit den Rohwerten, d.h. mit der Anzahl der richtig bzw. falsch gelösten Aufgaben gearbeitet werden. Inhaltlich geht es bei Subtest WÜ des HRT1-4 darum, die Anzahl der benötigten Würfel zu bestimmen, die zum Aufbau eines vorgegebenen Würfelgebäudes gebraucht werden. Die insgesamt 28 Würfelgebäude-Aufgaben sind der Schwierigkeit nach angeordnet, d.h. die Anzahl der Würfel, die benötigt wird, um die Würfelgebäude aufzubauen, erhöht sich mit jeder Aufgabe. Als Perspektive ist dabei die Kavaliere- oder Kabinettperspektive als klassische Parallelprojektion gewählt worden. Diese Perspektive ist im Rahmen der Axonometrie der darstellenden Geometrie diejenige Perspektive, die als schiefe Parallelprojektion recht einfach Objekte in einer Ebene zeichnerisch darstellt. Diese Perspektive ist aus Gründen der Einheitlichkeit bei allen Abbildungen der Würfelgebäude gewählt. Die Aufgabe der Testpersonen besteht darin, die richtige Anzahl der Würfel herauszufinden, die sich bei den Würfelgebäuden nicht immer abzählen lassen, da einige Würfel durch davor oder darüber befindliche Würfel verdeckt werden. Der HRT1-4 dient in der *Pilotstudie* der Identifizierung derjenigen Personen in den beiden getesteten Klassen, die als Proband\*innen in der Interventionsstudie die Zuwächse im Bereich des räumlichen Vorstellungsvermögens erwarten lassen. Damit dient der HRT1-4 zum einen als Prätest. Es ist möglich und wahrscheinlich, dass unter den durch den HRT1-4 gefundenen Probandinnen auch solche mit einer Intelligenzminderung wiederfinden. Um eventuelle Korrelationen zu den Testergebnissen ziehen zu können, wird deshalb auch der CFT20-R eingesetzt. In der Prätestung mit dem HRT1-4 soll die gesamte Leistungsfähigkeit im Bereich Mathematik je Schülerin erfasst werden, deshalb wird der Test in der Prätestung mit allen Subtests durchgeführt. Zum anderen dient der HRT1-4 als Post-Test. In der Post-Testung wird

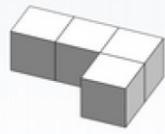
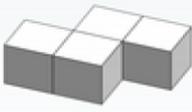
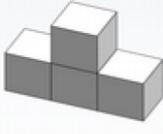
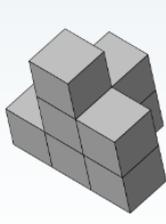
allerdings nur der Subtest WÜ des HRT1-4 herangezogen. Damit wird lediglich auf Veränderungen im Bereich der Fähigkeit des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens getestet, die in der Interventionsstudie gefördert werden soll. Es wird angenommen, dass sich die übrigen mathematischen Kompetenzen nicht ändern, deshalb wird auf die Zweiterhebung aus forschungsökonomischer Sicht verzichtet. Da sich die Art der Aufgaben aus dem Spektrum des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens von HRT1-4 und den in der Förderung verwendeten CBMs unterscheidet, kann davon ausgegangen werden, dass Veränderungen im räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen tatsächlich einen Kompetenzzuwachs durch eine Transferleistung der Proband\*innen bedeuten. Bei diesem Subtest handelt es sich um dieselbe Form wie beim Prä-Test, da der HRT keine parallele Form hat. Obwohl der Test für die Erfassung mathematischer Grundlagenkenntnisse ab Ende der ersten bis Anfang der fünften Klasse konzipiert ist, bietet dieser sich mangels vergleichbarer Tests mit ähnlichem Niveau für die in dieser Studie getesteten Probandinnen an. Für die Auswertung des Tests werden lediglich die erhobenen Rohdaten verwendet. Die Auswertung erfolgt nach der dem Alter der Probandinnen nächstmöglichen Normierung.

### 3.2.5.2 Bausteine-Test (BST)

Der Bausteine-Test ist ein Test zur ausschließlichen Erfassung des räumlichen Vorstellungsvermögens. Wesentliche Aufgabe ist, in vorgegebenen Würfelgebäuden zwei aus je vier Würfeln zusammengesetzte „Baustein-Elemente“ zu erkennen und zu benennen. Der Test dient „der Erfassung des räumlichen Vorstellungsvermögens [...]“, „[d]ie Aufgaben des BST überprüfen vor allem die Fähigkeit zur mentalen Rotation von räumlichen Elementen (Bausteinen) sowie das Erkennen solcher Elemente in vorgegebenen Figuren. [...] Die Bearbeitungsdauer beträgt ca. 20 Minuten. Der BST eignet sich sowohl zur Durchführung in größeren Gruppen als auch zur individuellen Untersuchung einzelner Schüler“ (Birkel et al., 2002, Umschlagrückseite). Der Test gibt nicht nur die Würfelgebäude in Form von Aufgaben vor, sondern auch die vier möglichen Baustein-Elemente, die zum Bau der Würfelgebäude herangezogen werden können. Die Aufgaben existieren in zwei Quasi-Parallelformen und sind nicht nach Schwierigkeit geordnet. Die Normierung liegt für die in der kontrollierten Gruppenstudie vertretenen Altersgruppen vor. Allerdings berücksichtigt die Normierung nicht die spezielle Schulform der beruflichen Förderschule. Deshalb wurde bei der Auswertung der Ergebnisse auch hier mit den Rohwerten gerechnet, die die Anzahl der richtig gelösten

Aufgaben repräsentieren. Für den Prä-Test wird das Testheft A des BST herangezogen. Der Post-Test erfolgt mit der parallelisierten Form (Testheft B) in der lediglich die Reihenfolge der Aufgaben im Vergleich zum Testheft A geändert sind. Da während der Studie eine einheitliche Benennung der verwendeten Baustein-Elemente des BST für die Kommunikation mit den Übungsleiter\*innen und Proband\*innen sinnvoll ist, müssen geeignete Bezeichnungen gefunden werden. Fröbel'sche Begriffe können dafür nicht benutzt werden, da Fröbel keine Bezeichnungen für die Bausteinelemente des BST anbietet. Dieselben Baustein-Elemente des BST werden auch in den Fördersitzungen verwendet. Die Bezeichnungen des BST sind nicht ausreichend für die eindeutige Benennung. In Vorstudien wird festgestellt, dass Proband\*innen andere Begriffe bevorzugen. Dies könnte darin seine Ursache haben, „dass Begriffsinhalte [z.B. Bezeichnungen von geometrischen Körpern, NR] bei den leistungsschwächeren Kindern zwar häufig vorhanden sind, allerdings eigene Bezeichnungen für Körper verwendet werden, die zumeist an grundlegenden Eigenschaften der abgebildeten Körper orientiert sind und auf konkret-anschaulichen Vorstellungen beruhen“ (Hellmich, 2007, S. 646). Eine Literaturrecherche hat unterschiedliche Begriffe für die Baustein-Elemente ergeben. Tab. 19 (S. 100) zeigt eine Übersicht über die in dieser Arbeit verwendeten Bezeichnungen im Vergleich zu den vom BST, Soma-Würfel und (exemplarisch) Franke (2007) verwendeten Bezeichnungen.

Tab. 19: Überblick über die verwendeten Bezeichnungen der Baustein-Elemente in der Studie

BST	Soma-Würfel	Franke (2007)	Rathert (2018)	Beschreibung	Illustration
Baustein-Element	Teil	Würfelvierling	Baustein-Element	Das aus vier Würfeln zusammengesetzte Baustein-Element. Es werden insgesamt vier Baustein-Elemente verwendet. Alternativbezeichnung: Würfelvierling	[keine, da Begriffsklärung]
A	L	Fuß	L	Liegendes, nach vorn deutendes „L“	
B	Z	Hund	Z	Liegendes nach rechts deutendes „Z“	
C	T	Nase	T	Mauer aus drei Würfeln, auf dem mittleren Würfel ein zweiter	
D	B	Daumen rechts	Aufgestelltes	Liegende und stehende „Zweier-Würfelsäule“	
Figur	Soma-Würfel	[keine]	Würfelgebäude	BST und die vorliegende Studie: Das aus acht Würfeln gebaute Gebäude  Soma-Würfel besteht aus 3x3x3 Würfeln, die aus 3 Würfeldrillingen und 6 Würfelvierlingen zusammengesetzt werden	

Über die Genese der BST-Baustein-Elemente/„Würfelvierlinge“ (Franke, 2007, S. 140), ist wenig bekannt. Die unterschiedlichen Baustein-Elemente ergeben sich allerdings logisch, wenn von einem Würfeldrilling ausgegangen wird, der folgerichtig fortgesetzt

um einen weiteren Würfel einen Würfelvierling ergibt. Daraus ergeben sich acht verschiedene Möglichkeiten für Würfelvierlinge. Im BST sind willkürlich vier mögliche Würfelvierlinge ausgewählt worden. Auch die Teile des Soma-Würfels könnten so ähnlich entstanden sein, wobei dieser aus insgesamt neun Teilen – drei Würfeldrillingen und sechs Würfelvierlingen – zusammengesetzt werden soll.

### 3.2.5.3 Fördermaterial und Kurztests (curriculum-based measurements, CBMs)

Die Intervention findet in Form von Übungssitzungen mit speziell entwickelten Übungen, die durch die Verwendung der dritten Fröbel-Gabe zu bearbeiten sind, statt. Die Aufgaben dieser Übungen stellen perspektivische Abwandlungen des BST-Testmaterials dar, die mithilfe eines Würfelgebäudegenerators angefertigt und in den Interventionssitzungen bearbeitet werden. Die ebenfalls vom Verfasser entwickelten Kurztests werden anschließend an die Übungsphasen eingesetzt. Curriculum-based Measurements (CBM, lehrplanbasierte Messung) gilt als Teilmenge von curriculum-based assessments (CBA, lehrplanbasierte Bewertung).

„Like CBA, in general, CBM focuses on using existing curriculum materials and goals as a basis for selecting and creating the tasks on which student performance is measured. The primary difference is that CBM is more limited with respect to quantification procedures and types of information collected than is the case with CBA. The term measurement in CBM is used to denote the focus on the use of standardization to produce a technically adequate quantitative scale – an issue of less concern in most other CBA models“ (Deno, 1993, S. 3).

Bei der lehrplanbasierten Messung (CBM) sollen Veränderungen des Lernfortschritts mit Hilfe von kurzen (wenige Minuten), parallelen und zeitlich regelmäßig eingesetzten Testaufgaben sichtbar gemacht werden. Damit kann eine eventuelle Veränderung im Lernen dokumentiert und kontrolliert werden. Die hier verwendeten Kurztests ähneln den Aufgaben des BST-Testmaterials. Ein Beispiel für einen in der Multiple-Baseline-Phase verwendeten Kurztest zeigen Abb. 22 (S. 102, Vorderseite) und Abb. 23 (S. 103, Rückseite). Die Aufmachung der Kurztests orientiert sich designmäßig an der Aufbereitung der Aufgaben des BST. Dies dient der Standardisierung des Testbogens und dem einfachen Wiedererkennen der Aufgabenart. Dennoch unterscheiden sich die Darstellungen der verwendeten Würfelgebäude hinsichtlich der gewählten Perspektive: Während die Aufgabenbilder des BST stets aus gleicher isometrischer Perspektive dargeboten werden, sind die selbstentwickelten Darstellungen der Würfelgebäude des Fördermaterials wie auch der Kurztests um die Raumachsen gedreht abgebildet. Inhaltlich handelt es sich um dieselben Würfelgebäude, lediglich die Darstellungsart unterscheiden sich.

**Aufgabenblatt zu****Würfelgebäude-Kurztests (orientiert am Bausteine-Test)**

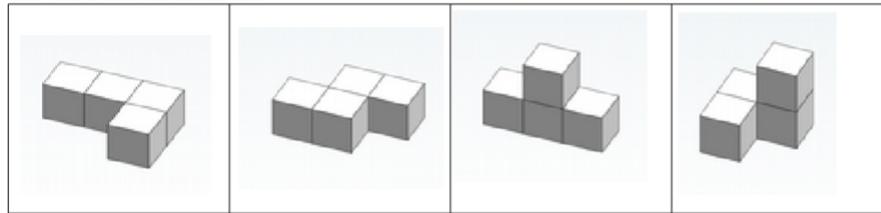
Ein Test zur Erfassung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens



Bei diesem Test sollst du herausfinden, aus welchen Baustein-Elementen A, B, C oder D die nachfolgenden Würfelgebäude zusammengesetzt sind.

Beachte dabei folgende **Regeln**:

1. Jedes Würfelgebäude wurde aus *zwei* der vier unten abgebildeten Baustein-Elemente zusammengesetzt.
2. Jedes Würfelgebäude wurde aus *zwei* verschiedenen Baustein-Elementen zusammengesetzt. Dasselbe Baustein-Element ist niemals zweifach in einem Würfelgebäude benutzt worden.

**Die vier Baustein-Elemente**

A

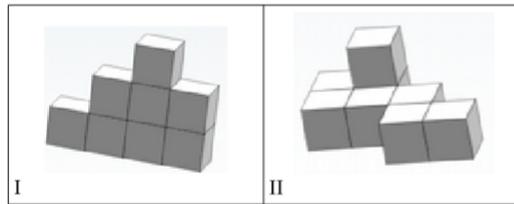
B

C

D

**Zwei Beispielaufgaben:**

Welche Baustein-Elemente A, B, C oder D wurden verwendet, um die beiden Würfelgebäude I und II unter Beachtung der Regeln 1 und 2 (oben) aufzubauen?



I

II

Aufg.	1	2
A		
B	X	X
C	X	
D		X

Hier wurden die richtigen Lösungen bereits angekreuzt!

Auf dem Aufgabenblatt sind 8 solcher Würfelgebäude zu bearbeiten. Unter den Abbildungen der Würfelgebäude findest du Tabellen, in die du bitte die Lösungen durch Ankreuzen einträgst. Setze die Kreuze erst dann, wenn du dir sicher bist, aus welchen beiden Elementen das Würfelgebäude besteht! Halte dich aber nicht zu lange bei einem Würfelgebäude auf! Wenn du die Lösung nicht findest, mache mit dem nächsten Würfelgebäude weiter, ohne etwas angekreuzt zu haben!

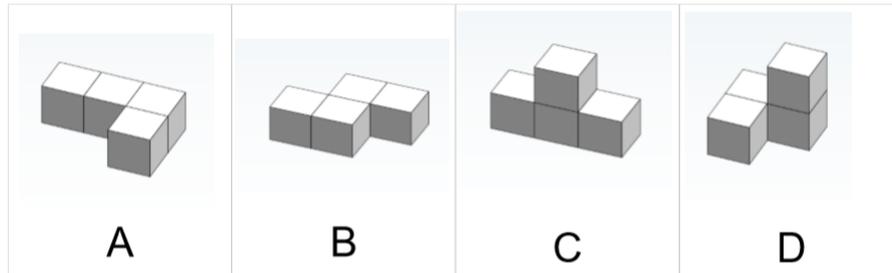
30.12.17 15:15:23 C:\Users\N\OneDrive - Adolf-Kolping-Berufsschule 1\Dissertationsschrift\IV. Empirische Studie\Kurztests\2018-01-02\_Kurztest-Deckblatt.odt

Abb. 22: Beispiel für ein Curriculum-Based Measurement (Vorderseite)

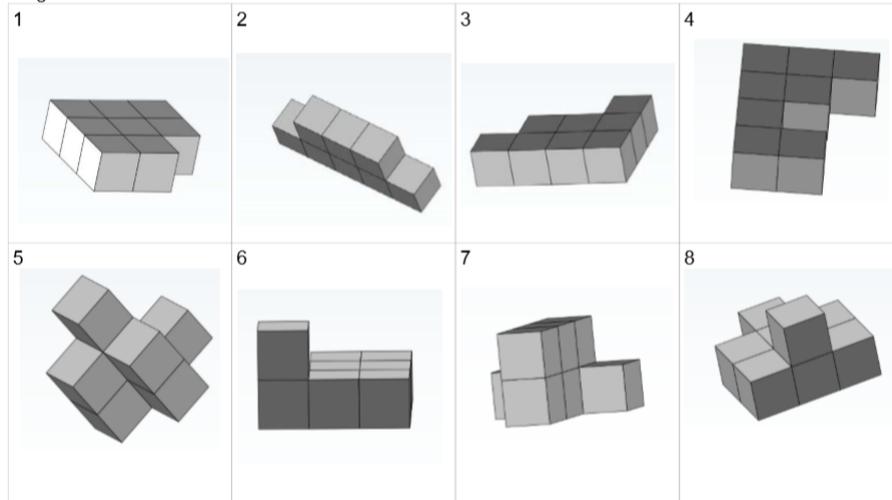
## Würfelgebäude-Kurztest 01

Name	Datum	Nr. der Sitzung	Vermerk

Die Baustein-Elemente



Aufgaben:



Lösungen bitte hier ankreuzen!

Aufg.	1	2	3	4
A				
B				
C				
D				

Aufg.	5	6	7	8
A				
B				
C				
D				

Bearbeitungszeit: 4 Minuten

08.11.17 12:22:29 C:\Users\W\Desktop\2018-01-02\_Kurztest-01.odt

Abb. 23: Beispiel für ein Curriculum-Based Measurement (Rückseite)

Die Ergebnisse der Förderungen in der Interventionsphase liegen als Daten ebenso vor wie die Ergebnisse der Förderungen und der Kurztests, die während der Multiple-Baseline-Phase erzeugt wurden (vgl. 3.3 Ergebnisse, S. 104ff.).

#### 3.2.5.4 Grundintelligenztest Skala 2 (CFT20-R)

Der Intelligenztest CFT20-R ist ein sprachfreier Test, der das allgemeine intellektuelle Niveau, die Grundintelligenz, untersucht. Sprachfrei heißt in diesem Fall, dass die Aufgaben keine Sprachkenntnisse erfordern, lediglich die Erklärung zur Bearbeitung der Aufgaben muss verstanden werden. Der Test selbst besteht aus Testaufgaben, die in vier Untertests gruppiert werden. Diese Untertests umfassen Reihenfortsetzen, Klassifikationen, Matrizen und topologische Schlussfolgerungen und beziehen sich auf die fluide Intelligenz. Der Test ist normiert für Menschen von 8-19 Jahren und wird bereits seit Jahren in Forschungs- und Diagnosekontexten verwendet. In dieser Studie sollen Aussagen über eventuelle Korrelationen beschrieben werden, die sich zwischen Testergebnissen und Intelligenzquotienten herstellen lassen. Der CFT20-R findet in dieser Studie flankierend Verwendung, um etwaige Korrelationen mit den Testergebnissen herstellen zu können.

#### 3.2.5.5 Fragebogen zur Studie

Als letztes Instrument wird ein vom Autor zu diesem Zweck erstellter Fragebogen verwendet, den die Proband\*innen am Ende des Testzeitraums bearbeiten. Der dreiseitige Bogen enthält Fragen zur Studie und gibt Aufschluss auf die Rezeption der Studie durch die Teilnehmer\*innen.

#### 3.2.6 Datenpflege, Datenaufbereitung und Analyse

Die Daten für die Pilotstudie werden alle auf Papier erhoben, da die Erhebungsinstrumente klassische Paper-and-Pencil-Tests sind. Die Daten werden händisch mit einem Computer eingepflegt, um in maschinenlesbare Form umgewandelt zu werden. Dabei werden die Auswertungstabellen mit einem Tabellenkalkulationsprogramm nachgebaut. Die angewandten Analyseverfahren erfolgen mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogramms.

### 3.3 Ergebnisse der Pilotstudie

In diesem Kapitel werden die gewonnenen Ergebnisse der Pilotstudie aufgegliedert nach den eingesetzten Erhebungsinstrumenten dargestellt. Zunächst wird eine Übersicht über die tatsächlich gezogene Stichprobe gegeben. Die Auswertung der Daten folgt den

Vorgaben der Analyse von Einzelfallerhebungen im Sinne der visuellen Inspektion (vgl. Jain & Spieß, 2012, S. 238ff.): „Das Ziel der visuellen Inspektion besteht darin, mögliche Treatmenteffekte zu erkennen, indem Unterschiede in den Datenmustern zwischen Baseline- und Interventionsphase analysiert werden“. Diese Verfahren ist die „verbreiteste Form der Auswertung von Daten aus kontrollierten Einzelfallstudien“ (Wilbert & Grünke, 2015).

### 3.3.1 Darstellung der Stichprobe

Aufgrund der oben dargestellten Kriterien für die Stichprobe werden für die Pilotstudie sechs Schülerinnen aus dem Pool von 21 Schüler\*innen aus zwei Klassen des BVJ Betreuung und Pflege mittels Testung durch den HRT1-4 ausgewählt. Durch die Verwendung des Kriterienkatalogs gelingt es, eine in den folgenden Punkten größtmögliche Übereinstimmung (Ähnlichkeiten) der ausgewählten Personen zu erreichen und damit eine gewisse Vergleichbarkeit innerhalb der Stichprobe zu erzielen. Die folgende Tabelle gibt Aufschluss über die Kriterien, die von allen Probandinnen erfüllt werden (vgl. Tab. 20, S. 105).

Tab. 20: Überblick über die Kriterien der gezogenen Stichprobe

<b>Kriterium</b>	<b>Stichprobe</b>
Gesamtergebnis beim HRT1-4	Zwischen 2 und 17 Punkten (Rohwerte)
Geburtsland	Deutschland
Vorbildung	9 Jahre durchgängiger Schulbesuch eines Sonderpädagogischen Förderzentrums (SFZ)
Muttersprache	deutsch
Alter	16-18 Jahre
Geschlecht	weiblich
Im Studienzeitraum besuchte Klasse an der beruflichen Förderschule	Berufsvorbereitungsjahr (BVJ) Betreuung und Pflege

Das Gesamtergebnis des ersten Testdurchgangs des HRT1-4 ermittelt die Schülerinnen, die aufgrund ihres Testergebnisses den größten Zuwachs an räumlich-visuellem Vorstellungsvermögen erwarten lassen. Um aber eventuell vorhandene Korrelationen mit Limitierungen durch die Intelligenz sichtbar zu machen, wird flankierend der CFT20-R eingesetzt, damit auf solche Effekte eingegangen werden kann. Für die Stichprobenziehung wird der CFT20-R nicht eingesetzt, da vom mathematischen

Leistungsvermögen ausgegangen werden soll und nicht vom Intelligenzniveau. Dort setzt auch die Förderung an.

### 3.3.2 Ergebnisse des HRT1-4: Vergleich Prä-Post-Testung

Folgende Tab. 21 (S. 106) zeigt die Ergebnisse von Testperson 1 (Probandin 1) bis Testperson 6 (Probandin 6) im Subtest WÜ des HRT1-4 im Vergleich von Prä- und Post-Testung. Bei allen Probandinnen bis auf einer, bei der es zu einer Verschlechterung kommt, können teils erhebliche Steigerungen im Leistungsvermögen in Bezug auf den Subtest WÜ des HRT1-4 beobachtet werden.

Tab. 21: Ergebnisse des HRT1-4 im Prä-Post-Vergleich

	<b>Probandin 1</b>	<b>Probandin 2</b>	<b>Probandin 3</b>	<b>Probandin 4</b>	<b>Probandin 5</b>	<b>Probandin 6</b>
<b>Prätest</b>	10	8	17	2	8	10
<b>Posttest</b>	14	17	14	3	12	13
<b>Abweichung um</b>	4	9	-3	1	4	3
<b>Minimaler Zuwachs</b>				1		
<b>Maximaler Zuwachs</b>		9				
<b>Prozentualer Zuwachs</b>	40%	113%	-18%	50%	50%	30%

Der minimale Zuwachs beträgt einen Punkt (der von einer Testperson erreichte negative Zuwachs liegt bei minus drei Punkten (vgl. Probandin 3)). Der maximale Zuwachs beträgt neun Punkte (vgl. Probandin 2). Das bedeutet im Durchschnitt einen Zuwachs um drei Punkte pro Probandin. Prozentual gesehen befinden sich die Zuwächse in einem Intervall von -18% bis +113%. Diese Aussage bezieht sich auf das Testsetting, dass durch die geringe Anzahl an Testpersonen nur limitierte Möglichkeiten der Verallgemeinerung auf eine größere Population zulässt. Da der HRT1-4 lediglich in einer Form vorliegt und keine Parallelform existiert, wird er als Prä- wie Post-Test mit denselben Aufgaben durchgeführt. Die Prätestung wird am 24.10.2017, die Post-Testung am 08.01.2018 durchgeführt.

Abb. 24 (S. 107) und Abb. 25 (S. 108) zeigen die prozentualen Zuwächse der einzelnen Testpersonen im Vergleich. Probandin 3 hat einen Zuwachs von -18%, da die Differenz zwischen Prä- und Posttestleistung in absoluten Zahlen drei Punkte beträgt, die sich in der Prozentansicht auf die gezeigte Weise niederschlagen. Probandin 3 ist damit die

einzigste Probandin, die in der Posttestung schlechter als in der Prätestung abgeschnitten hat.

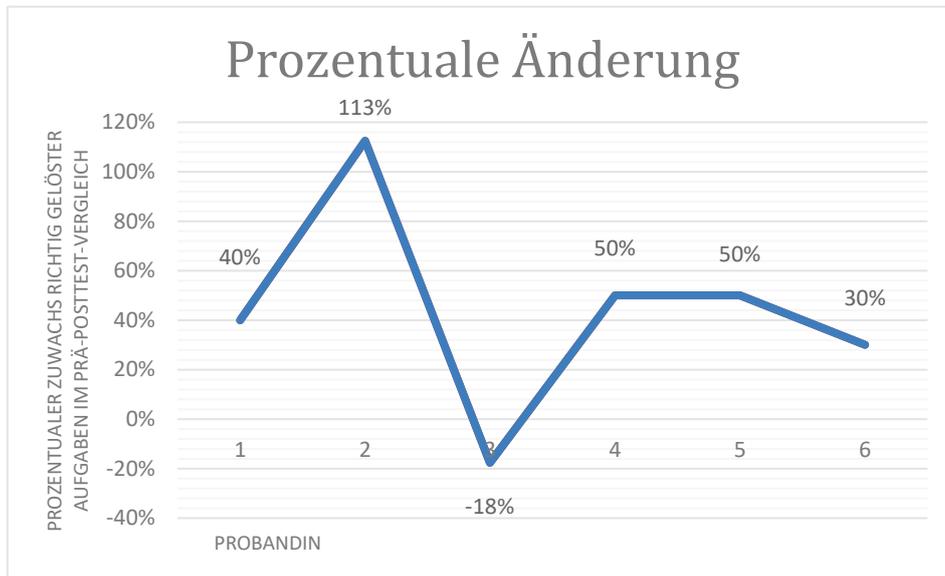


Abb. 24: Prozentuale Veränderung beim Vergleich HRT1-4 Prä-Post-Test

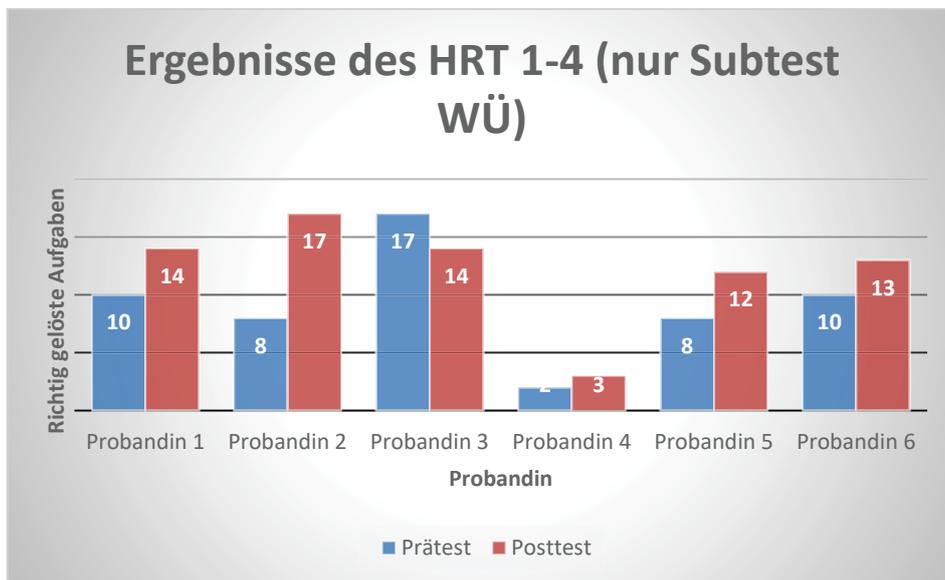


Abb. 25: Ergebnisse des Subtest WÜ des HRT1-4 im Prä-Post-Vergleich

In Abb. 25 (S. 107) wird dargestellt, welcher Zuwachs an richtig gelösten Aufgaben in der Posttestung im Vergleich zu Prätestung zu verzeichnen ist.

### 3.3.3 Ergebnisse des BST: Vergleich Prä-Post-Testung

Tab. 22 (S. 108) zeigt die Ergebnisse des BST der einzelnen Testpersonen (Probandin 1 bis Probandin 6) im Prä-Post-Vergleich. Aus der Tabelle wird deutlich, dass bei allen Testpersonen bis auf Probandin 4 eine erhebliche Steigerung der richtig gelösten Aufgaben in der Posttestung zu verzeichnen ist. Probandin 4 hat bei der Prätestung keine Aufgabe richtig gelöst, bei der Posttestung eine. Dies ist eine Steigerung von einem Punkt, der sich prozentual im Vergleich zur Prätestung nicht ausdrücken lässt.

Tab. 22: Ergebnisse des BST im Prä-Posttest-Vergleich

	Probandin 1	Probandin 2	Probandin 3	Probandin 4	Probandin 5	Probandin 6
<b>Prätest</b>	7	2	12	0	6	6
<b>Posttest</b>	20	20	26	1	19	16
<b>Abweichung um</b>	13	18	14	1	13	10
<b>Minimaler Zuwachs</b>				1		
<b>Maximaler Zuwachs</b>		18				
<b>Prozentualer Zuwachs</b>	186%	900%	117%	0	217%	167%

Abb. 26 (S. 108) zeigt die Ergebnisse des BST im Prä-Posttest-Vergleich in absolut richtig gelösten Aufgaben. Alle Probandinnen haben im Posttest mehr Testaufgaben richtig gelöst als im Prätest.

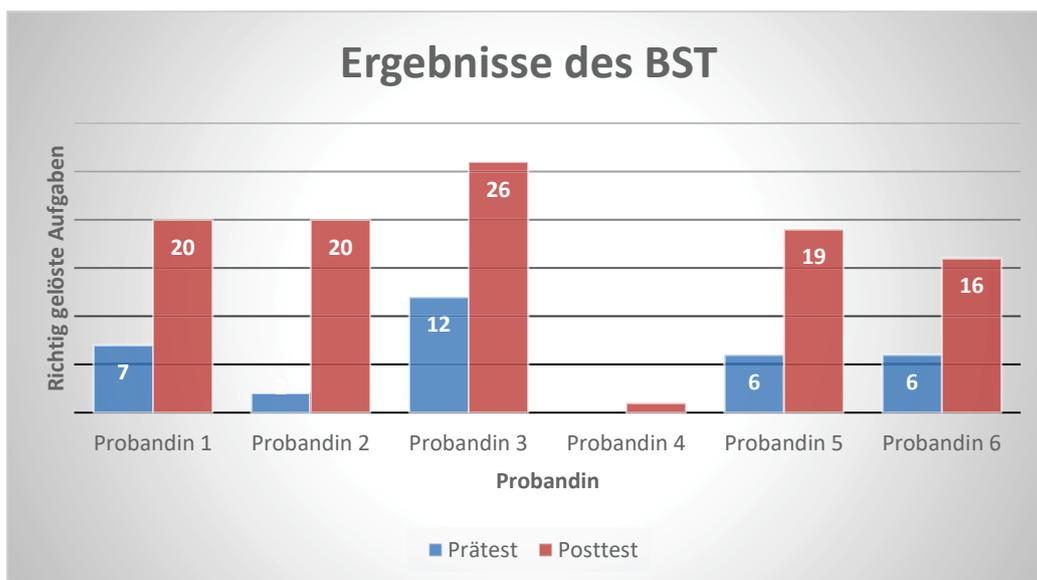


Abb. 26: Ergebnisse des BST im Prä-Post-Vergleich

Abb. 27 (S. 109) zeigt die prozentuale Veränderung der richtig gelösten Aufgaben des BST im Vergleich Prä-Post-Testung. Diese ist für die Probandin 4 mit „0“ eingetragen, da hier ein prozentualer Wert rechnerisch nicht ermittelt werden kann. Abb. 26 (S. 108) zeigt, dass diese Probandin in der Posttestung aber tatsächlich bessere Ergebnisse als in der Prätestung erzielt.

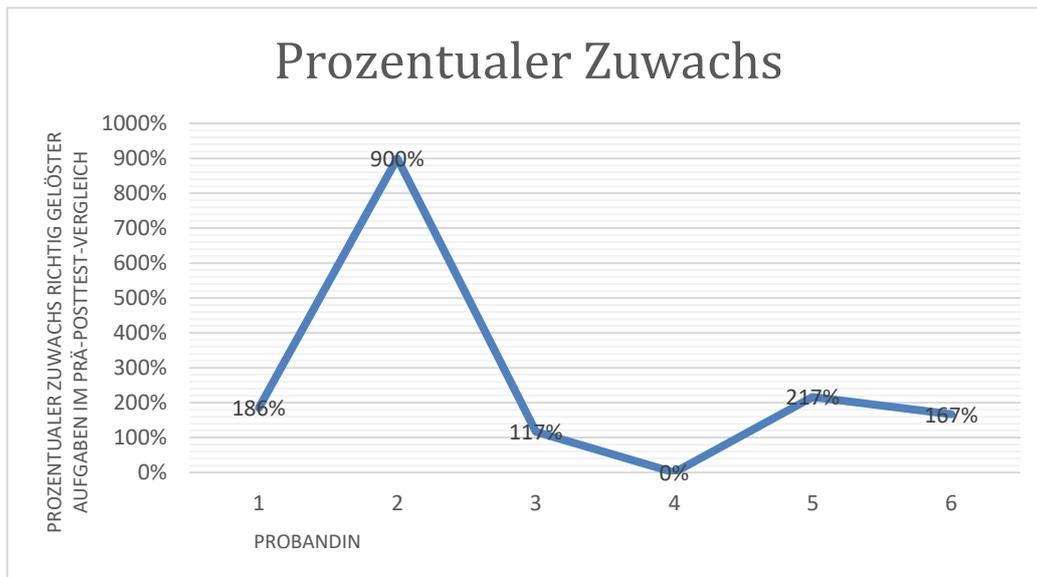


Abb. 27: Prozentuale Veränderung im Vergleich BST Prä-Post-Ergebnisse

### 3.3.4 Ergebnisse der Kurztests (CBMs) in der Multiple-Baseline-Phase

Während der Multiple-Baseline-Studie werden an 16 Erhebungszeitpunkten insgesamt 16 Kurztests (Curriculum-based Measurements, CBMs) durchgeführt, die den Verlauf der Intervention im Vergleich zur Baseline in der Phase vor der Intervention abbilden. Anzunehmen ist, dass sich klare Trends abzeichnen, die auf die Intervention zurückzuführen sind. Die Baseline soll einigermaßen homogene Ergebnisse ohne Ausreißer zeigen, während die Intervention eine klare Verbesserung der Ergebnisse und einen Trend zu immer besseren Leistungen hervorrufen sollen. Gewählt werden zwei Interventionen und zwei Kurztests pro Woche. Der Zeitrahmen für die Multiple-Baseline-Intervention beträgt knapp zwei Monate vom 08.01.2018 bis zum 01.03.2018.

Tab. 23: Ergebnisse der Kurztests in Baseline- und Interventionsphase (KT=Kurztest (=CBM), F=Förderung, I-phase=Interventionsphase)

Nr.	WKxx	Fxx	Datum	Kurztest Probandin 1	in I-phase	Kurztest Probandin 2	in I-phase	Kurztest Probandin 3	in I-phase	Kurztest Probandin 4	in I-phase	Kurztest Probandin 5	in I-phase	Kurztest Probandin 6	in I-phase
1.	KT01		08.01.2018	2		0		4		0		4		2	
2.	KT02		11.01.2018	2		3		4		0		3		3	
3.	KT03		15.01.2018	1		2		1		0		4		4	
4.	KT04		16.01.2018	2		3		3		0		5		0	
5.	KT05		18.01.2018	2		2		3		0		2		2	
6.	KT06		22.01.2018	1		1		6		1		4		1	
7.	KT07		23.01.2018	4		3		6		0		4		4	
8.	KT08	F01	25.01.2018		2	1		2		1		2		3	
9.	KT09	F02	29.01.2018		2		4	2		0		4		2	
10.	KT10	F03	30.01.2018		0		3		2	1		4		3	
11.	KT11	F04	06.02.2018		3		7		6		0	2		0	
12.	KT12	F05	08.02.2018		2		4		4		1		3	3	
13.	KT13	F06	20.02.2018		0		2		5		1		1		4
14.	KT14	F07	22.02.2018		2		2		4		0		3		0
15.	KT15	F08	27.02.2018		4		3		5		0		1		2
16.	KT16	F09	01.03.2018		6		7		8		0		3		2

Bereits aus Tab. 23 (S. 110) ist sichtbar, dass hier ein Multiple-Baseline-Design mit unterschiedlichen Startzeitpunkten der einzelnen Testpersonen vorliegt. Während die erste Testperson eine Baseline von sieben Messzeitpunkten aufweist und eine Förderung von neun Interventionssitzungen, liegen die Zahlen bei Testperson 6 anders: Hier dauert die Baseline zwölf Messzeitpunkte und die Interventionssitzungen finden viermal statt. Aufschlussreich sind hier die graphischen Abbildungen, die die unterschiedlich langen Baselines und Interventionen im Vergleich über die sechs Probandinnen zeigen (vgl. Abb. 28 und Abb. 29, S. 111f.).

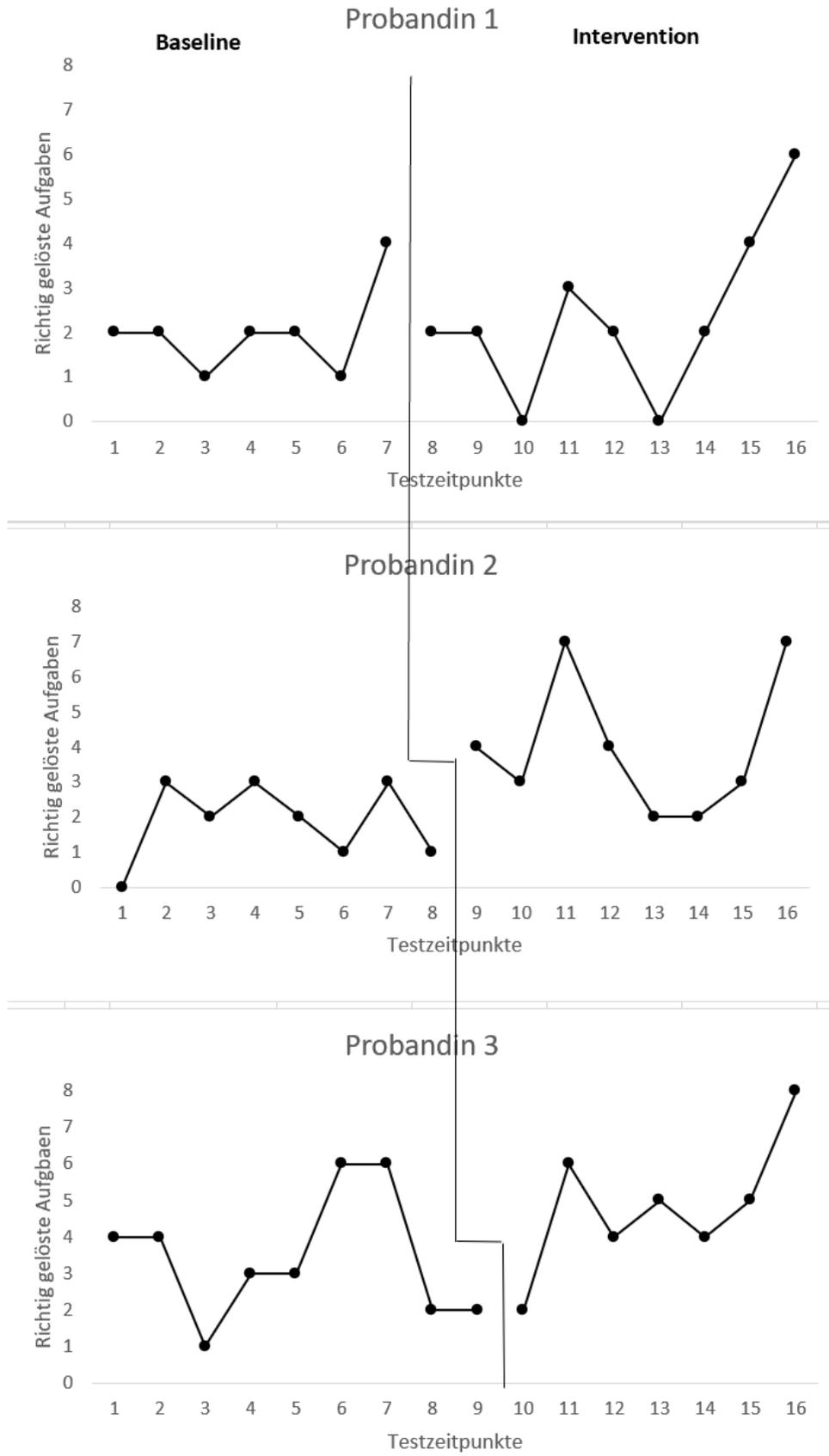


Abb. 28: Multiple-Baselines Probandin 1 bis Probandin 3

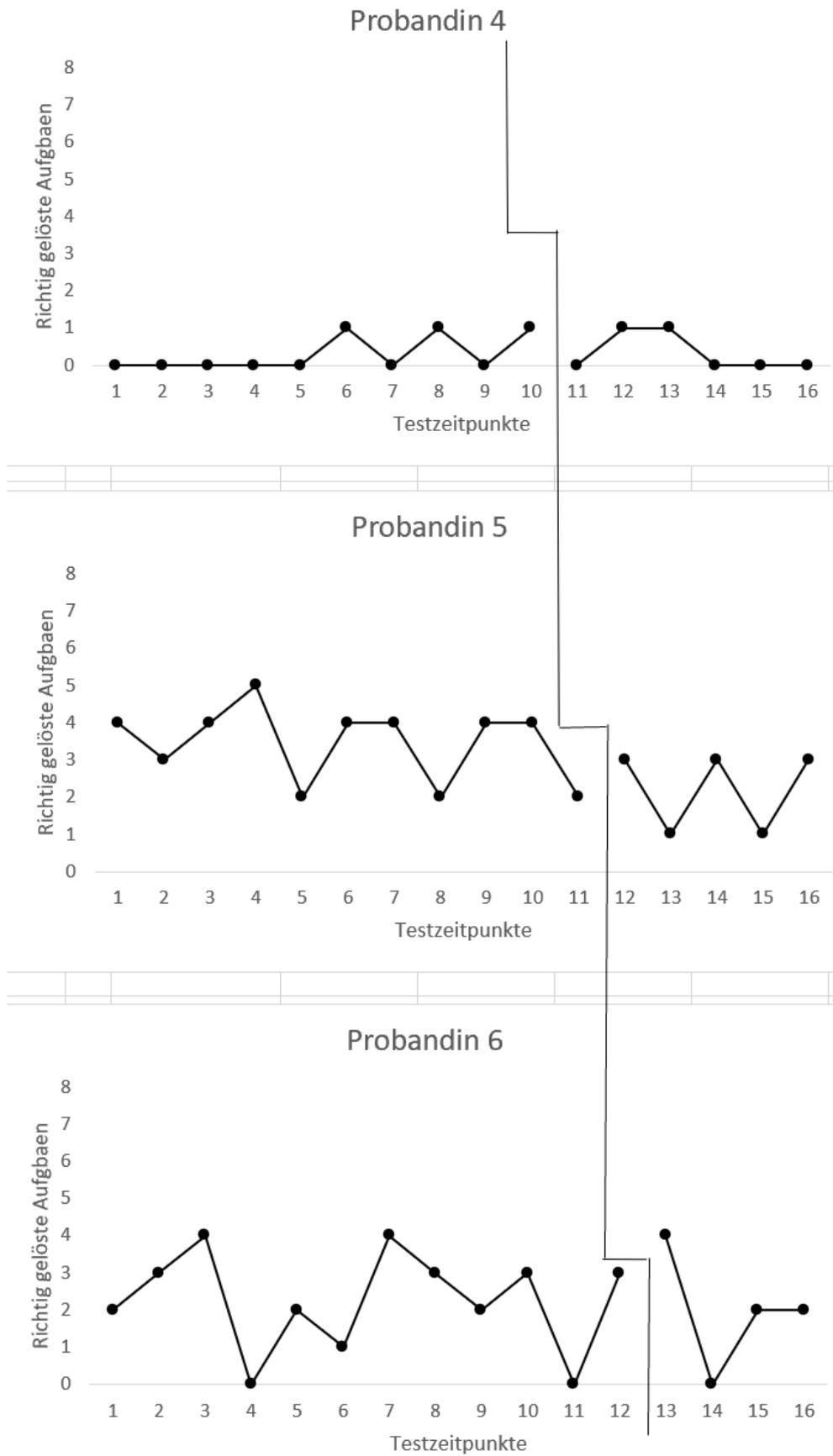


Abb. 29: Multiple Baselines Probandin 4 bis Probandin 6

Die visuelle Inspektion der Abbildungen zeigt, dass bei allen Probandinnen keine homogene Baseline gemessen wird. Die Datenlage mit dem Einsetzen der Intervention erzeugt bei keiner Probandin einen stabilen Trend. Lediglich die zwei letzten Messpunkte der ersten drei Probandinnen könnten auf einen Trend zu besseren Ergebnissen hindeuten. Dies wiederum findet sich bei den anderen drei Probandinnen so nicht.

### 3.3.5 Ergebnisse des CFT20-R

Der CFT20-R wird eingesetzt, um eventuell vorhandene Korrelationen der Ergebnisse der vorangegangenen Tests HRT1-4, BST, sowie der CBMs sichtbar zu machen. Bei der Stichprobenziehung spielt er keine Rolle. Er wird lediglich einmal im Verlaufe der Studie durchgeführt. Die Diagnose der IQ-Unterschiede kann in Verbindung mit der Interpretation der Testergebnisse bedeutsam sein.

Tab. 24: Ergebnisse des CFT20-R

	<b>Probandin 1</b>	<b>Probandin 2</b>	<b>Probandin 3</b>	<b>Probandin 4</b>	<b>Probandin 5</b>	<b>Probandin 6</b>	
<b>Teil 1-min</b>	67	66	78	0	64	88	
<b>Teil 1-max</b>	64	67	79	0	63	85	
<b>Teil 2</b>	74	69	71	58	63	91	
<b>Ges. 1+2-min</b>	72	69	77	0	65	90	
<b>Ges 1+2-max</b>	72	71	78	0	65	90	
<b>Maximum</b>	74	71	79	0	65	91	
<b>Minimum</b>	64	66	78	0	64	88	
<b>Teil 2</b>	74	69	71	58	63	91	

Tab. 24 (S. 113) zeigt die Ergebnisse der Auswertung des CFT20-R je Testperson. Deutlich wird, dass der IQ (Ges 1+2-max) aller Testpersonen nicht an den durchschnittlichen Bereich von 100 herankommt. Während die Testperson mit dem höchsten Wert (Probandin 6) 90 Punkte erreicht, lässt sich der Wert bei Probandin 4 mit dem Instrumentarium des CFT20-R gar nicht abbilden („0“). Die übrigen vier Testpersonen erreichen Werte von 65, 71, 72 und 78 Punkten.

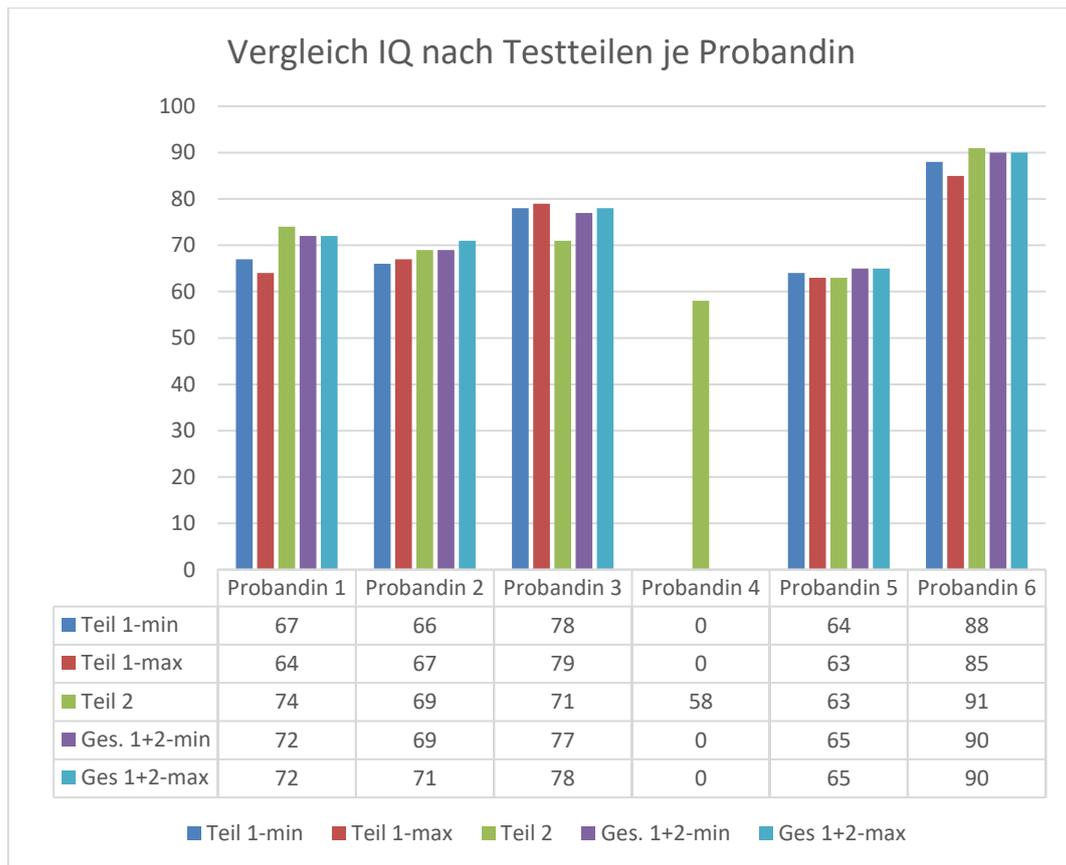


Abb. 30: Vergleich IQ nach Testteilen je Probandin

Betrachtet man die Ergebnisse der einzelnen Testteile des CFT20-R und vergleicht diese miteinander, so sieht man kaum große Abweichungen. Lediglich bei Probandin 4 kann nur ein Wert (für Teil 2: 45 Items mit erhöhtem Schwierigkeitsgrad in vier Subtests (Fortsetzen von Reihen, Klassifikationen, Matrizen und topologischen Schlussfolgerungen)) dargestellt werden, weil die sonstigen Ergebnisse nicht von den Skalen des CFT20-R abgedeckt werden.

### 3.3.6 Ergebnisse des Fragebogens

Der am Schluss der Pilotstudie verwendete Fragebogen (siehe Anhang, S. 206) dient der Erfassung der Einstellung der Probandinnen zur Gesamtstudie. Die folgende Tabelle zeigt die Nummer der Antwort je Frage (Fragen 1-18) sowie die Schulnote, die für die Übungen mit den Würfeln vergeben wurden (Frage 19). Die Fragen 20 und 21 beziehen sich auf offene Fragestellungen, die in transkribierter Form dargestellt werden.

Tab. 25: Ergebnisse des Fragebogens (vgl. Fragebogen im Anhang, S. 206)

	Probandin 1	Probandin 2	Probandin 3	Probandin 4	Probandin 5	Probandin 6
Frage 1	3	1	2	2	3	3
Frage 2	3	4	2	4	3	3
Frage 3	2	1	2	3	4	3
Frage 4	1	1	2	3	4	2
Frage 5	1	2	2	4	3	3
Frage 6	2	3	1	4	4	3
Frage 7	3	2	2	3	4	4
Frage 8	2	2	1	3	2	3
Frage 9	4	4	2	3	3	4
Frage 10	3	3	2	2	2	4
Frage 11	4	4	3	1	4	4
Frage 12	3	2	1	1	3	3
Frage 13	2	2	1	3	2	3
Frage 14	2	2	2	3	2	3
Frage 15	1	4	2	3	3	3
Frage 16	4	1	2	4	3	3
Frage 17	3	2	2	3	2	3
Frage 18	1	4	4	2	4	3
Frage 19	3	4	2	3	2	4

Lediglich bei den Antworten auf die Frage Nr. 11 und Nr. 14 geben vier von sechs Testpersonen an, dass sie früher noch nie mit Würfeln gebaut haben (Nr. 11) und sie die Aufgaben mit den Würfeln nicht lösen können (Nr. 14). Aufschlussreicher sind die Freitextantworten zu den Fragen 20 und 21.

Frage 20 lautet: „Was hat dir bei den Übungen mit den Würfeln besonders Spaß gemacht?“

Hier hat Testperson 3 geantwortet: „Zusehen das ich ein besseres raumverständnis habe bei den Würfeln, davor konnte ich das nämlich fast gar nicht. Die Würfel zu lösen. Das ich von mal zu mal besser wurde.“ Testperson 5 schreibt: „dass du etwas gelernt hast und aus fehlern gelernt hast“.

Frage 21 lautet: „Was würdest du an den Übungen mit den Würfeln ändern?“

Bei dieser Frage differieren die Antworten der Testpersonen stark. Während drei „nichts“, „gar nichts“ bzw. „nix“ ändern würden, hätte Testperson 4 gern „alles“ anders und Testperson 5 wünscht sich „etwas leichtere Aufgaben und es leichter erkennen zu können wäre gut“.

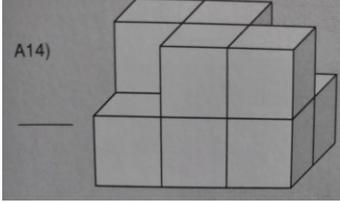
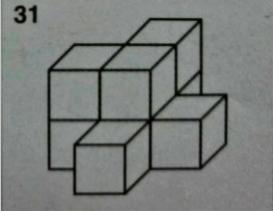
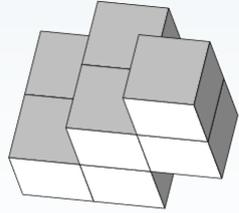
### 3.4 Interpretation, Diskussion und Methodenkritik

Nach der Darstellung der Ergebnisse der Pilotstudie folgen die Interpretation und Diskussion. Daran schließt sich eine methodenkritische Betrachtung an.

#### 3.4.1 Interpretation und Diskussion der Ergebnisse

Die Prätest-Ergebnisse des HRT1-4 sowie des BST deuten darauf hin, dass die gewählten Testpersonen die geeignete Zielgruppe für die Förderung des räumlichen Vorstellungsvermögens sind. In diese Richtung lassen sich auch die Ergebnisse des CFT20-R interpretieren. In Verbindung mit den Posttest-Ergebnissen der beiden Testinstrumente HRT1-4 und BST wird deutlich, dass die zwischen den beiden Testdaten liegende zeitliche Phase der Förderung eine Auswirkung auf das individuelle räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen hat, da die Ergebnisse der Post-Testungen erheblich von den Prä-Testungen abweichen. Betrachtet man allein die Ergebnisse der Kurztests aus der Multiple-Baseline-Phase, so lassen sich aus den gewonnenen Daten keine eindeutigen Trends erkennen. Es kann nur vermutet werden, dass die Fördersitzungen und der konkrete Umgang mit der dritten Gabe ursächlich daran mitgewirkt haben, das räumliche Vorstellungsvermögen zu schulen und zu verbessern. Andere Erklärungen für die weitaus besseren Testergebnisse von HRT1-4 und BST in der Post-Testung sind unwahrscheinlich, da die üblichen Störfaktoren wie Reifung keine Rolle spielen können. Die in der Förderphase verwendeten Übungen werden aufgrund der gewählten, nicht-einheitlichen, isometrischen Perspektive der Würfelgebäude nach Aussagen der Probandinnen aber auch als Ergebnis der gezeigten Leistungen als schwerer empfunden als die in den standardisierten Testinstrumenten verwendeten Aufgabentypen. Der HRT1-4 gibt Aufgaben mit Würfelgebäude und deren Baumaterial vor, wobei die Anzahl der verwendeten Würfel erkannt werden soll. Die Aufgaben des BST setzen beim Erkennen von zwei Baustein-Elementen, die zusammengesetzt vorgegebene Würfelgebäude bilden, an. Beide Tests verwenden hierfür die isometrische Standardperspektive. Die Würfelgebäude der Übungsaufgaben hingegen werden beliebig um die Raumachsen gedreht und bieten deshalb zum Teil sehr schwierige Perspektiven dar. Beispiele für die unterschiedliche Darstellung der Würfelgebäude in den einzelnen Tests bzw. in der Förderung zeigt folgende Tab. 26 (S. 117). Aus dem direkten Vergleich wird ersichtlich, dass die in der Förderung verwendeten perspektivischen Darstellungen sich von der im HRT1-4 sowie BST verwendeten isometrischen Perspektive unterscheidet.

Tab. 26: Unterschiedliche Darstellung der Würfelgebäude

HRT1-4 (Beispiel)	BST (Beispiel)	Förderung (Beispiel)
		
Isometrische Perspektive	Isometrische Perspektive	Perspektivische Darstellung

Genau dieses Konzept der mehreren Ebenen und verdeckten Würfel kann mit plastischem Material, mit der dritten Fröbel-Gabe erfahren, „be-griffen“ und trainiert werden, sodass anzunehmen ist, dass bei einer Wiederholung des Tests eine höhere Anzahl von Würfelgebäuden hinsichtlich der Menge der verbauten Würfel richtig gelöst werden kann. Auch lassen sich strukturelle Muster in den Würfelgebäuden ableiten, die zu einem schnelleren Erfassen der benötigten Würfelanzahl führen. Die *Ergebnisse des HRT1-4* zeigen im Vergleich der Prä-Post-Testung und im Vergleich der Probandinnen kein einheitliches Ergebnis. So scheinen einige Probandinnen von der Förderung profitiert zu haben, andere nicht. Es ist möglich, dass der Probandin 3 die Übertragung auf andere Aufgabentypen, wie sie mit dem HRT1-4 im Vergleich zu den Aufgaben aus der Förderung vorliegen, nicht gelungen ist und die Ergebnisse der Prätestung zufällig entstanden sind. Es ist ebenso möglich, dass hier IQ-Limitationen vorliegen. Die Ergebnisse des CFT20-R deuten darauf hin. Weiter können die Testergebnisse bei den Testpersonen zufällig entstanden sein. Überdies ist möglich, dass ein Lerneffekt eingetreten ist, da der HRT1-4 nur in einer Form vorliegt und deshalb in der Posttestung erneut eingesetzt wird. Das bedeutet, dass sie die Testaufgaben trotz der zwischen Prä- und Posttestung liegenden Zeitspanne wiedererkannt haben und dies sie bei der erneuten Lösung beeinflusst hat. Zumindest bei Probandin 2 scheint ein signifikantes Ergebnis und damit eine Verbesserung im Umgang mit den Würfelgebäude-Aufgaben des HRT1-4 Subtest WÜ vorzuliegen. Aussagekräftiger als der als begleitender Test mit Transferaufgaben eingesetzte HRT1-4 ist jedoch die Betrachtung der Ergebnisse des BST mit seinen zwei Parallelformen im Vergleich. Bei der Betrachtung der *Ergebnisse des BST* sind bei allen Testpersonen enorme Steigerungen zu verzeichnen. In Prozentwerten ausgedrückt ist die Steigerung bei fünf der sechs Testpersonen noch augenfälliger (vgl.

Abb. 26, S. 108). Da es sich beim BST um einen Test mit einer Parallellform handelt, die in der Post-Testung anstelle der ersten Form in der Prä-Testung eingesetzt wird, kann eine Gewöhnung an die Testaufgaben als gering eingeschätzt werden. Bei der Parallellform sind die insgesamt vorhandenen vierzig Aufgaben in einer anderen Reihenfolge dargeboten. Es handelt sich aber um dieselben Aufgaben. Das Testergebnis der Paralleltestung deutet deshalb auf einen echten Zuwachs an räumlichem Vorstellungsvermögen hin, welches durch die Interventionssitzungen trainiert wird. Obwohl nicht alle Probandinnen gleichermaßen profitiert haben, lässt sich jedoch festhalten, dass die Verbesserung im Durchschnitt 11,5 Punkte beträgt. Das ist ein hervorragendes Ergebnis und trifft auf alle Testpersonen zu, d.h. sowohl auf die Testperson, die neunmal gefördert wird (Probandin 1), wie auch auf die Testperson, die nur viermal gefördert wird (Probandin 6). Bei der visuellen Inspektion der *Ergebnisse der CBMs* wird sehr schnell deutlich, dass bei keiner der sechs Testpersonen ein klarer Aufwärtstrend zu erkennen ist (vgl. Abb. 28, S. 111, Abb. 29, S. 112). Allenfalls bei den ersten drei Testpersonen (Probandin 1-3) lassen sich bei der jeweils letzten Intervention (Probandin 1: Nr. 9, Probandin 2: Nr. 8, Probandin 3: Nr. 7) vermuten, dass sich der Trend zu besseren Ergebnissen bei länger andauernder Förderung einstellen könnte. Davon kann bei den übrigen drei Testpersonen (Probandin 4-6) nicht die Rede sein. Insgesamt stellt sich der Verlauf der Linien bei der Multiple-Baseline-Intervention als trendlos dar. Der CFT-20R liefert hierzu keine befriedigende Erklärung, obwohl dieses Messinstrument für Probandin 3 keine Auswertung ermöglicht und Probandin 4 den niedrigsten IQ-Wert aufweist, Probandin 6 jedoch den höchsten (vgl. Abb. 30, S. 114). Die erhobenen Daten lassen keine belegbare Aussage über die Wirksamkeit der Förderung durch das verwendete Material bestehend aus der dritten Fröbel-Gabe und den analog zu BST-Aufgaben erstellten Kurztests zu. Wie bereits oben angesprochen, könnte eine zeitliche Verlängerung der Interventionsphase zu einem Trend oder einem stabileren Ergebnis führen. Dies wird vor dem Hintergrund der jeweils letzten Ergebnisse der drei meistgeförderten Probandinnen vermutet. Diese Einzelfallstudie kann wenige Aussagen zur Wirkung des eingesetzten Fördermaterials im Hinblick auf die während der Förderung erhobenen Daten erbringen. Das gewählte Design zeigt während der Förderungen nicht die erwarteten Effekte. Die Ergebnisse in der Baseline- bzw. Interventionsphase lassen keine Tendenz und keine Deckeneffekte erkennen. Das bedeutet, dass das gewählte Messinstrument, die Kurztests während der Intervention, für diese Studie nicht das gemessen hat, was es hätte messen sollen. Die so gewonnenen

Daten sind demnach nicht valide (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 184). Die *Ergebnisse des CFT20-R* zeigen, dass der IQ der Testpersonen niedriger als 90 Punkte ist. Die Spanne liegt zwischen „nicht messbar“ (Probandin 4), dann 65 (Probandin 5) und am anderen Ende 90 Punkten (vgl. Tab. 24, S. 113). Damit befinden sich die Probandinnen in einem Intervall von  $>22$ . Zumindest für das Ergebnis der Testperson Probandin 4 im CFT20-R liegt es nahe, dieses Ergebnis im Zusammenhang mit den Testergebnissen aus dem HRT1-4 und BST zu interpretieren. Hier scheint eine Limitierung der Intelligenz vorzuliegen, die die Testperson daran hindert, von größeren Leistungszuwächse durch die Förderung zu profitieren. Die Ergebnisse des CFT20-R lassen sich auch dahingehend interpretieren, dass die durch den Einsatz des HRT1-4 gewonnenen Daten, die die Auswahl der Stichprobe begründen, mit den Daten des CFT20-R korrelieren, d.h. dass die Schülerinnen, die am schlechtesten beim HRT1-4 abgeschnitten haben, auch über ein ähnliches Intelligenzniveau verfügen. Dies wird angenommen unter Berücksichtigung der beiden Abweichungen nach unten (Probandin 5) und nach oben (Probandin 1). Die Auswertung des Fragebogens ergibt ähnliche Antworten über alle Testpersonen hinweg. Auffällig ist die Antwort der Testperson 5 auf die Frage was an den Übungen mit den Würfeln geändert werden sollte, auf die Testperson 5 antwortet, dass diese leichter und besser zu erkennen sein sollen. Dies könnte darauf hindeuten, dass Testperson 5 in Verbindung mit der Limitierung durch die Intelligenz die gestellten Aufgaben auch subjektiv als zu schwer beurteilt.

Zusammenfassend lassen sich folgende Ergebnisse der Pilotstudie feststellen:

- Die Ergebnisse in der Baseline-Phase zeigen starke Schwankungen.
- Die Ergebnisse in der Interventionsphase zeigen starke Schwankungen.
- Trends sind weder aus der Baseline- noch aus der Interventionsphase abzuleiten.
- Das benutzte Messinstrument (CBMs) hat nicht verlässlich gemessen.
- Standardisierte Testinstrumente, die zur Prä- und Post-Testung eingesetzt werden, zeigen eine sehr starke Veränderung im räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen bei fünf von sechs Probandinnen.
- Vom Design der Studie ist die Probandinnenzahl für verallgemeinernde Aussage zu gering, d.h., dass inferenzstatistische Aussagen – auch aufgrund des Forschungsdesigns – nicht getroffen werden können.
- Aufgrund der Probandinnenzahl ist es schwierig, die Effekte der Förderung von den Ergebnissen des Vergleichs von Prä- und Posttestung abzuleiten; d.h., in der

Zeit zwischen den beiden Testungen ist etwas geschehen, was wahrscheinlich auf die Intervention zurückgeführt werden kann.

- Lerneffekte bzw. Ratewahrscheinlichkeit bei den verwendeten Prä- und Posttests sind als eher gering einzuschätzen, da es sich nicht um multiple-choice-artige Fragestellungen handelt, die durch bloßes Erraten gelöst werden können (vgl. Birkel et al., 2002; Haffner et al., 2005).

Damit müssen die Alternativhypothesen auf die erste Forschungsfrage abgelehnt werden: Es zeigt sich kein statistisch signifikanter Unterschied beim Vergleich der Prä- und Post-Test-Ergebnisse des HRT1-4 und BST der Testpersonen. Die Ergebnisse der einzelnen Messzeitpunkte während der Multiple-Baseline-Erhebung weisen keinen Trend auf, der eine Verbesserung der Leistungen durch die Förderung nahelegen würde. In Bezug auf die zweite Forschungsfrage müssen die Alternativhypothesen ebenfalls abgelehnt werden: Es finden sich keine statistisch signifikanten Korrelationen zwischen den erbrachten Leistungen im HRT1-4 und BST in Verbindung mit dem CFT20-R. Das heißt, dass die durch den CFT20-R gemessene Intelligenz der Probandinnen keine Vorhersagen auf die Ergebnisse der Testungen zulässt. Auch werden keine statistisch signifikanten Korrelationen zwischen den erbrachten Leistungen im HRT1-4 und BST in Verbindung mit dem Probandinnen-Fragebogen zur Beurteilung der Qualität der Fördermaßnahme nachgewiesen.

### 3.4.2 Methodenkritische Betrachtung

Das methodische Vorgehen in dieser Studie entspricht den wissenschaftlichen Kriterien für eine empirische Untersuchung (vgl. Döring & Bortz, 2016). Die Wahl eines Multiple-Baseline-Designs bringt als Vorteil eine hervorragende, interne Validität mit sich, eine Umkehrphase wird nicht benötigt. Als nachteilig kann der Zeitaufwand gesehen werden, der durch die lange Baseline-Erzeugung nötig ist. Die Verwendung des Multiple-Baseline-Designs „ist dann vorteilhaft, wenn [...] eine Intervention zeitversetzt bei mehreren Personen durchgeführt werden kann, die gleichen Störvariablen ausgesetzt sind und sich hinsichtlich wesentlicher Merkmale ähneln“ (Jain & Spieß, 2012, S. 231). Genau diese Ähnlichkeit wird mit der Stichprobenrekrutierung nach Kriterienkatalog erzielt. Trotz einheitlicher Außenkriterien sind individuelle Unterschiede und eine hohe Heterogenität der Probandinnen gegeben. Grenzen bei der Verwendung dieses Forschungsdesigns liegen in der sehr begrenzten Anzahl an Probandinnen, die eine

Verallgemeinerung der aufgefundenen Ergebnisse in der Regel nicht zulassen. Zum Einsatz der Erhebungsinstrumente lässt sich für den HRT1-4 folgendes feststellen: Da die Normierung des HRT1-4 nur bis zum vierten Quartal der vierten Klasse erfolgt ist, werden für diese Untersuchung lediglich die Rohwerte herangezogen. Der BST ist auf die vorliegende Zielgruppe nur altersmäßig, aber nicht schulartspezifisch normiert. Der CFT20-R hingegen ist auf die vorliegende Zielgruppe normiert. Beide Testinstrumente können also ohne Schwierigkeiten eingesetzt werden. Auch der Fragebogen ist altersgemäß aufbereitet. Das Design der Studie besteht aus einer Prä-Posttest-Untersuchung, die eine Multiple-Baseline-Phase umrahmt. Diese ermöglicht die Erfassung und den Vergleich von Daten zu aufeinander abgestimmten Zeitpunkten von immer derselben Person. Das benutzte Design der Multiple-Baseline erbringt wenig belastbare Ergebnisse. Das dabei genutzte Messinstrument der Kurztests (CBMs) misst hier nicht verlässlich, was weiter oben mit der nicht-einheitlichen Perspektive der dargestellten Würfelgebäude erklärt wird. Um die Rahmentestungen (Prä- und Posttestungen) vor und nach der Multiple-Baseline-Phase erfolgreich absolvieren zu können, ist stets ein Transfer nötig, der von den allermeisten Probandinnen auch erbracht wird. Wie die vorangegangenen Ausführungen zeigen, kann die Fragestellung, die der Untersuchung zugrunde liegt, folgendermaßen beantwortet werden: Die Verwendung der dritten Fröbel-Gabe in einem Fördersetting mit eigens angefertigten Übungen zum Erkennen von Baustein-Elementen in dargebotenen Würfelgebäuden zeigt im Vergleich der Ergebnisse der Prä-Posttestung des HRT1-4 und BST einen zum Teil erheblichen Anstieg richtig gelöster Aufgaben. Die Ergebnisse aus der Multiple-Baseline-Phase lassen jedoch keinen Trend erkennen, der eine Aussage hinsichtlich der positiven Auswirkungen des Fördermaterials auf das räumliche Vorstellungsvermögen erlaubt. Dies kann – wie bereits geschildert – mehrere Ursachen haben:

- das dargebotene Material war perspektivisch zu schwierig und/oder
- die Förderdauer war bei allen Kindern zu kurz,
- die Beziehungsqualität Probandin-Versuchsleiter ist unterschiedlich,
- der IQ stellt einen begrenzenden Faktor dar,
- Motivation zur Mitarbeit und
- die Tagesform bei weniger Interventionen spielt eine größere Rolle.

Somit lässt sich abschließend nicht beurteilen, ob das Fördersetting geeignet ist, um das räumliche Vorstellungsvermögen wirksam zu fördern.

### 3.5 Ableitung der Konsequenzen für Theorie und Praxis

Für die Theorie bedeuten die in der Pilotstudie erzielten Ergebnisse, dass eine finale Aussage zur Wirksamkeit der dritten Gabe zur Förderung des räumlichen Vorstellungsvermögens noch nicht abschließend getroffen werden kann. Mit dieser Studie liegen Hinweise vor, die zumindest eine vorsichtige Vermutung nahelegen, dass es so sein könnte. Hier besteht aber noch weiterer Forschungsbedarf, um die Wirksamkeit der dritten Gabe für die Schulung des räumlichen Vorstellungsvermögens glaubhaft zu belegen. Da diese Studie die weltweit erste empirische Untersuchung zur Förderung des räumlichen Vorstellungsvermögens mittels einer Fröbel-Gabe an einer beruflichen Förderschule überhaupt ist, handelt es sich um ein neues Betätigungsfeld der Forschung. Das Betreten von Neuland erfordert stets eine andere Herangehensweise als das „Betreten bekannten Bodens“. Die mit dieser Studie vorgelegten Ergebnisse eröffnen Möglichkeiten der Weiterarbeit, die in den kommenden Jahren interdisziplinär angegangen werden sollte, um das Potential der Fröbel-Materialien zu erforschen. Das räumliche Vorstellungsvermögen ist nur ein Aspekt, der sich mit dem vielfältigen Fröbel-Material fördern lassen kann. In der Vergangenheit wird das Fröbel-Material wenig in Förderkontexten oder überhaupt in Schulen eingesetzt. Es gilt, dass in ihnen schlummernde Potential z.B. für den Mathematik-Förderunterricht zu entdecken und didaktisch aufbereitet für die Praxis zur Verfügung zu stellen. Für die Praxis bedeuten die in dieser kontrollierten Einzelfallstudie aufgefundenen Ergebnisse, dass das Setting der 1:1-Förderung mit dem generierten didaktischen Fördermaterial der richtige Weg sein kann, das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen von Schüler\*innen zu fördern. Die im Förderprogramm verwendeten Aufgaben stellen allerdings nur einen Teilbereich der verwendbaren Aufgaben dar. In der Praxis können weitere Aufgabentypen erarbeitet und eingesetzt werden. Auch umfasst das hier vorgestellte Förderprogramm lediglich die dritte Gabe. Diese stellt dabei nur einen Baustein aus dem gesamten Gaben-System Fröbels dar. Es lassen sich nicht nur für die Forschung Desiderata identifizieren, sondern auch für die Praxis, indem das Material neu zu erkunden und auf die Verwendbarkeit in mathematischen (und auch anderen) Förderkontexten zu prüfen ist. Die Pilotstudie zeigt, dass es sich auch in Förderkontexten einsetzen lässt und mit seiner Hilfe ganz praktisch das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen geschult werden kann. Die Vermutung, dass es sich durch die dritte Gabe wirksam fördern lässt, liegt nahe, der Beweis ist in einem anders aufgebauten Setting (z.B. einer Langzeitstudie) allerdings noch zu erbringen. Aus diesem Grund schließt sich nun die Vorstellung einer durchgeführten Gruppenstudie an.

## 4. Kontrollierte Gruppenstudie

Die Evaluationsstudie im kontrollierten Gruppensdesign soll nun, anders als die Pilotstudie, die Wirksamkeit des gewählten Fördermaterials auf Grundlage einer größeren Datenbasis überprüfen. Diese Untersuchung schließt sich zeitlich an die Pilotstudie an. Sie wird im Schuljahr 2018/2019 durchgeführt.

### 4.1 Forschungsfragen und Hypothesen

Nach der Schilderung der Problemlage und der daraus abgeleiteten Fragestellungen folgt die Beschreibung der Evaluationsstudie, der kontrollierten Gruppenstudie. Die für die kontrollierte Gruppenstudie aufgestellten Forschungsfragen werden in Hypothesenkonstruktionen überführt, die sich im Rahmen von Signifikanztests für Veränderungshypothesen überprüfen lassen (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 727ff.). Es wird erwartet, dass die im Rahmen der kontrollierten Gruppenstudie geförderten Proband\*innen der Experimentalgruppe (EG) im räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen tatsächlich gefördert werden und dementsprechend bei der Posttestung bessere Ergebnisse erzielen als die nicht-geförderten Proband\*innen der Kontrollgruppe (KG).

#### 4.1.1 Problemlage und Synthese der Fragestellungen

Die Problemlage, die zur Konzeption der kontrollierten Gruppenstudie führt, ist identisch mit der Problemlagenschilderung für die Pilotstudie. Auch in der Gruppenstudie geht es darum, zu überprüfen, ob das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen durch den gezielten Einsatz der dritten Fröbel-Gabe im Rahmen eines Fördersettings gefördert werden kann. Die Forschungsfrage für diese Untersuchung lautet wie folgt:

*Forschungsfrage 1:* Welche akademischen, sozialen und emotionalen Risikofaktoren zeichnen Schüler\*innen an beruflichen Förderschulen aus?

*Forschungsfrage 2:* Führt das Förderprogramm auf Basis der dritten Fröbel-Gabe zu einer Steigerung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens?

*Forschungsfrage 3:* Profitieren Schüler\*innen mit höherem bzw. niedrigerem IQ unterschiedlich stark vom Förderprogramm mit der dritten Gabe?

#### 4.1.2 Hypothesen

Die Hypothesen werden hier nach den Forschungsfragen geordnet vorgestellt. Die Alternativhypothesenkonstruktion geht von einer wirksamen Förderung mit Hilfe der dritten Fröbel-Gabe aus und nimmt an, dass das Förderprogramm das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen der Experimentalgruppe signifikant steigert. Es wird erwartet, dass die Mitglieder der Experimentalgruppe (EG) wegen der Förderung in der Posttestung im Vergleich zur Prätestung bei HRT1-4 Subtest WÜ und BST bessere Ergebnisse erzielen als die Mitglieder der Kontrollgruppe (KG). Sollte das Förderprogramm Auswirkungen auf das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen haben, so gelten die Alternativhypothesen als verifiziert. Gibt es aber keine Auswirkungen auf das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen, so werden die Nullhypothesen als gültig angenommen (vgl. Tab. 27, S. 125).

Tab. 27: Fragestellungen und abgeleitete Hypothesen

<b>Fragestellung</b>	<b>Nullhypothesen</b>	<b>Alternativhypothesen</b>
<i>Fragestellung 1: Liegen bei den Schüler*innen an beruflichen Förderschulen besondere akademische, soziale und emotionale Risikofaktoren vor?</i>	Nullhypothese 1: Bei den Schüler*innen an beruflichen Förderschulen liegen keine besonderen akademische, soziale und emotionale Risikofaktoren vor.	Alternativhypothese 1: Bei den Schüler*innen an beruflichen Förderschulen liegen besondere akademische, soziale und emotionale Risikofaktoren vor.
<i>Fragestellung 2: Führt das Förderprogramm auf Basis der dritten Fröbel-Gabe zu einer Steigerung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens?</i>	Nullhypothese 2a: Die Maßnahme führt zu keiner Verbesserung des mit dem HRT gemessenen räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen.  Nullhypothese 2b: Die Maßnahme führt zu keiner Verbesserung des mit dem BST gemessenen räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen.	Alternativhypothese 2a: Die Maßnahme führt zu einer Verbesserung des mit dem HRT gemessenen räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen.  Alternativhypothese 2b: Die Maßnahme führt zu einer Verbesserung des mit dem BST gemessenen räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen.
<i>Fragestellung 3: Profitieren Schüler*innen mit höherem bzw. niedrigerem IQ unterschiedlich stark vom Förderprogramm mit der dritten Gabe?</i>	Nullhypothese 3a: Bei Schüler*innen mit höheren kognitiven Leistungen gemessen mit dem CFT20-R ist keine Steigerung im räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen gemessen mit dem HRT durch das Förderprogramm mit der dritten Gabe zu verzeichnen.  Nullhypothese 3b: Bei Schüler*innen mit niedrigeren kognitiven Leistungen gemessen mit dem CFT20-R ist keine Steigerung im räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen gemessen mit dem BST durch das Förderprogramm mit der dritten Gabe zu verzeichnen.	Alternativhypothese 3a: Bei Schüler*innen mit höheren kognitiven Leistungen gemessen mit dem CFT20-R ist eine Steigerung im räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen gemessen mit dem HRT durch das Förderprogramm mit der dritten Gabe zu verzeichnen.  Alternativhypothese 3b: Bei Schüler*innen mit niedrigeren kognitiven Leistungen gemessen mit dem CFT20-R ist eine Steigerung im räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen gemessen mit dem BST durch das Förderprogramm mit der dritten Gabe zu verzeichnen.

## 4.2 Methode

Die methodische Vorgehensweise bei der Hauptstudie unterscheidet sich von der Vorgehensweise der Pilotstudie. Insbesondere wird als weiteres Diagnostikinstrument auf die Lehrer-Schüler-Einschätzung zurückgegriffen. Deshalb kommen neben den bereits in

der Pilotstudie eingesetzten Instrumenten die Lehrer-Schüler-Einschätzliste (LSL, Petermann & Petermann (2013)) und der Fragebogen des Strength-and-Difficulties-Questionnaire (SDQ-D, vgl. Klasen et al. (2003)) zum Einsatz.

#### 4.2.1 Forschungsdesign

Die für die zweite Studie verwendete Methode ist der klassische Prä-Post-Test im Rahmen einer kontrollierten Testsituation mit allen Mitgliedern der Experimental- und Kontrollgruppe. Insgesamt erhält jede Proband\*in (Pbn) aus der Experimentalgruppe acht Förderungen. Diese Förderungen werden von geschulten Übungsleiter\*innen durchgeführt. Die Schulung der Übungsleiter\*innen findet durch den Autor in mehreren Sitzungen statt. Zusätzlich wird für die Arbeit mit dem Fröbel'schen Fördermaterial ein Instruktionsheft verfasst, das schrittweise erläutert, wie die Förderungen ablaufen. Die Instruktion enthält Aussagen über den grundlegenden Umgang mit der dritten Fröbel-Gabe sowie Material für jede Fördersitzung. Darüber hinaus sind Erklärvideos zu jeder Fördersitzung verfügbar. Die Instruktion besteht aus einer Schritt-für-Schritt-Anleitung für die Förderungen und weist einen instruktiven Charakter auf. Damit können die Proband\*innen nach einem festgelegten Schema – angeleitet durch die geschulten Übungsleiter\*innen – mit dem didaktischen Material arbeiten. Dabei werden die Aufgaben dem Schwierigkeitsgrad nach geordnet: Begonnen wird mit leichteren Aufgaben, die dann zu schwereren führen. Die Dauer der Förderung ist auf 20 Minuten pro Einheit beschränkt. Dies gilt für die zweite bis achte Intervention. Die erste Intervention dauert aufgrund der zu diesem Zeitpunkt notwendigen Erklärung, als Vorbereitung auf den Umgang mit dem Material, länger. Die Gruppentestung findet in einem quantitativen Prä-Post-Design statt. Die Prätestungen werden mit den beiden standardisierten Diagnose-Instrumenten HRT1-4 Subtest WÜ sowie dem Bausteine-Test BST Testform A (Quasi-Parallelform zu B, hier ist lediglich die Reihenfolge der Aufgaben geändert) durchgeführt. Die zu einem späteren Zeitpunkt angesetzte Posttestung wird mittels des HRT1-4 Subtest WÜ (hier handelt es sich um eine Test-Wiederholung, da keine parallele Form vorhanden ist) und dem BST Testform B (Quasi-Parallelform zu A, geänderte Aufgabenreihenfolge) vollzogen. Zusätzlich zu den eigentlichen Instrumenten zur Erfassung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens werden weitere Instrumente eingesetzt, die später zur Erklärung unterschiedlicher Erfolge herangezogen werden können. Dies sind in der Prätestung einmalig der CFT 20-R sowie

die Fragebögen SDQ-D und LSL. In der Posttestung werden lediglich die oben genannten Instrumente, HRT1-4 Subtest WÜ sowie BST, benutzt.

#### 4.2.2 Stichprobenrekrutierung

Die in der kontrollierten Gruppenstudie untersuchte Population umfasst einen Teil der Schüler\*innen des Berufsvorbereitungsjahres 2018/2019 an der Adolf-Kolping-Berufsschule in München. Die Schule hat insgesamt 14 Fachbereiche, die jeweils mindestens eine oder mehr Klassen im Berufsvorbereitungsjahr beschulen. Insgesamt kommen für die Studie im genannten Schuljahr  $N=341$  Schüler\*innen in Frage (vgl. Abb. 31). Für die Studie werden acht Fachbereiche ausgewählt, die jeweils mindestens zwei parallele BVJs im besagten Schuljahr beschulen, um eine größere Anzahl an möglichen Probanden und damit bessere zufällige Vergleichbarkeit zu erreichen. Dabei wird angenommen, dass Fachbereiche mit nur einem BVJ keine breite Akzeptanz auf Schüler\*innenseite erfahren und deshalb nur von wenigen Schüler\*innen besucht werden. Die in diesen Fachbereichen angebotenen Ausbildungen werden zum Teil nicht besonders nachgefragt, was die geringe Schüler\*innenzahl erklärt. Die bestehenden Klassen dieser Fachbereiche weisen obendrein eine sehr geringe Schüler\*innenzahl auf. Fachbereiche, die erstmalig im Untersuchungszeitraum ein BVJ beschulen, werden ebenfalls aus der Studie herausgelassen, da mit den Unterrichtsinhalten und dem Ablauf der Unterrichtung noch keine Erfahrungen vorliegen. Insgesamt ist nach diesen Ausschlussüberlegungen eine Größenordnung von  $N=147$  möglich (vgl. Abb. 31). Alle ausgewählten Fachbereiche unterrichten die hier relevanten (fach-)mathematischen Inhalte nach dem konsolidierten, gemeinsamen Lehrplan, der für das BVJ an beruflichen Förderschulen in Bayern gilt (vgl. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2010). Der Datensatz wird insofern bereinigt, dass alle Daten von Proband\*innen gefiltert werden, die nicht an allen Prä- und Posttestungen teilgenommen haben. Alle anderen Daten werden im Datensatz belassen.

#### 4.2.3 Untersuchungsdurchführung

Die Intervention ist der Kern der empirischen Studie. Dazu wird ein Förderprogramm entwickelt, welches eine Reihe von Material umfasst, die in jedem Fördersetting zur Anwendung kommen:

- Instruktionsheft,
- Lösungsheft,
- Aufgabenheft für Schüler\*innen sowie
- zwei Exemplare der dritten Gabe (eines für die Lehrkraft und eines für die Schüler\*in).

Die Intervention wird im Unterschied zur kontrollierten Einzelfallstudie nicht vom Versuchsleiter durchgeführt, sondern von Übungsleiter\*innen. Damit diese genau wissen, was sie tun sollen, werden diese in standardisierten Schulungen durch den Studienleiter (NR) in den Inhalt der Untersuchung, das verwendete Material und der Vorgehensweise eingeführt und ausgebildet. Besonderes Augenmerk wird auf die Übungen, die sie mit den Testpersonen durchführen sollen, gelegt. Diese werden einzeln durchgesprochen. Zusätzlich gibt es jede Instruktion als Videoanleitung, die während der gesamten Studienlaufzeit abrufbar sind. Die *Instruktion*, d.h. die Anleitung zum Umgang mit der dritten Fröbel-Gabe und die Erklärung der Aufgabenstellung erfolgt zu Beginn jeder Interventionssitzung. Es werden insgesamt acht Instruktionsphasen durchlaufen, in denen jeweils der Umgang mit dem Material und die spezifischen Aufgabenstellungen erläutert und geübt werden. Die Instruktionsphase wird von geschulten Übungsleiter\*innen zusammen mit den zu fördernden Proband\*innen aus der Experimentalgruppe (EG) durchgeführt. Das Aufgabenheft für Testpersonen dient als Grundlage für die Förderung mit der dritten Fröbel-Gabe. Das Förderprogramm besteht aus acht verschiedenen Aufgabentypen mit je 20 Aufgaben (siehe Anhang, S. 209). Die *Übungsphase* schließt sich an die Instruktionsphase an. In der Übungsphase arbeiten die Testpersonen mit dem Materialsatz, der aus der dritten Fröbel-Gabe und der jeweiligen Aufgabe besteht, selbstständig innerhalb der vorgegebenen Übungs- oder Förderzeit von 20 Minuten. Die Testpersonen der EG setzen sich unter Aufsicht der Übungsleiter\*innen selbstständig mit der jeweiligen Übung auseinander. In den vorgegebenen 20 Minuten können die Pbn maximal 20 Aufgaben lösen. Da es sich bei dieser kontrollierten Gruppenstudie um eine klassische Prä-Post-Test-Studie handelt, gibt es insgesamt zwei *Testphasen*: Die erste Testphase vor Beginn der Übungsphase (Prätestung) und die zweite Testphase nach Abschluss der Übungsphase (Posttestung). Die Testungen erfolgen unter Einbeziehung der beiden standardisierten Instrumente HRT1-4 und BST. Zusätzlich kommen noch der CFT20-R sowie die beiden Fragebögen SDQ und LSL zum Einsatz. Ersterer dient der Erkennung vorhandener Zusammenhänge der erzielten Testergebnisse mit dem durch den

CFT20-R diagnostizierten IQ. Letztere dienen der Sichtbarmachung von eventuell auftretenden Korrelationen und erleichtern die Ergebnisinterpretation.

#### 4.2.4 Forschungsethik

Für die Forschungsethik gelten die gleichen Ausführungen wie unter Kap. 3.2.4 Forschungsethik (S. 94) mit folgenden Erweiterungen: Im Unterschied zur Pilotstudie an der ein Studienleiter und sechs Versuchspersonen teilgenommen haben, werden bei der Hauptstudie neben dem Gesamtstudienleiter (NR) noch weitere Übungsleiter\*innen nach einer ausführlichen Unterweisung und Schulung eingesetzt, die die tatsächlichen Förderungen mit den zufällig ausgelosten Teilnehmenden durchführen. Diese werden mit den forschungsethischen Anforderungen vertraut gemacht und auf diese verpflichtet.

#### 4.2.5 Erhebungsinstrumente

In der kontrollierten Gruppenstudie werden folgende Untersuchungsinstrumente genutzt (vgl. Tab. 28, S. 129):

Tab. 28: Übersicht verwendeter Testinstrumente in der kontrollierten Gruppenstudie

<b>Instrument</b>	<b>Verwendungszweck innerhalb der Studie</b>
Heidelberger Rechentest 1-4 (HRT1-4), Subtest WÜ	Der Heidelberger Rechentest dient dazu Unterschiede zwischen Prä- und Posttestung herauszustellen, die im Vergleich der EG mit der KG zu erwarten sind.
Bausteine-Test (BST)	Der Bausteine-Test dient dazu, mögliche Veränderungen im räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen im Vergleich zwischen Prä- und Post-Testung bei EG und KG darzustellen. Mit dem Bausteine-Test kann unmittelbar die Wirksamkeit des Förderprogramms belegt werden.
Grundintelligenztest Skala 2 Revision (CFT20-R)	Der Grundintelligenztest wird im Rahmen der Studie begleitend eingesetzt, um etwaige Korrelation zwischen Leistungsvermögen und erzielten Ergebnissen erkennen zu können.
Strength-and-Difficulties-Questionnaire (SDQ)	Das SDQ ist ein Fragebogen zur Erstdiagnose von psychischen Auffälligkeiten bei Kindern und Jugendlichen, die eventuell Einfluss auf die im HRT1-4 bzw. BST erzielten Testergebnisse haben können.
Lehrer-Schüler-Einschätzliste (LSL)	Die LSL dient der Einschätzung von Schüler*innen im Hinblick auf ihr Sozial- und Lernverhalten als Basis für Korrelationen zu den übrigen Testergebnissen.

#### 4.2.5.1 Heidelberger Rechentest 1-4 (HRT1-4)

Der HRT1-4 wird im Rahmen der kontrollierten Einzelfallstudie beschrieben (vgl. Kap. 3.2.5.1 Heidelberger Rechentest 1-4 (HRT1-4), S. 96). Im Rahmen der hier vorgestellten kontrollierten Gruppenstudie sind v.a. die Ergebnisse des Subtests WÜ aussagekräftig: Dieser wird innerhalb des Testsettings aus dem Kontext des HRT1-4 gelöst und bei der Prä- wie Post-Testung ausschließlich eingesetzt, um bei Experimental- und Kontrollgruppe Transfereffekte sichtbar zu machen.

#### 4.2.5.2 Bausteine-Test (BST)

Der Bausteine-Test wird bereits im Kapitel der kontrollierten Einzelfallstudie beschrieben (vgl. Kap. 3.2.5.2 Bausteine-Test (BST), S. 98). In der kontrollierten Gruppenstudie werden ebenfalls beide Parallelformen in der Prä- bzw. Posttestung in beiden Gruppen verwendet.

#### 4.2.5.3 Grundintelligenztest Skala 2 (CFT 20-R)

Der Grundintelligenztest wird im Kapitel der kontrollierten Einzelfallstudie vorgestellt (vgl. Kap. 3.2.5.4 Grundintelligenztest Skala 2 (CFT20-R), S. 104) und aus den gleichen Gründen in der kontrollierten Gruppenstudie verwendet.

#### 4.2.5.4 Lehrer-Schüler-Einschätzliste (LSL)

Die Lehrer-Schüler-Einschätzliste ist ein Werkzeug, um (bei wiederholtem Einsatz) das Sozial- und Lernverhalten von Schülerinnen und Schülern einschätzen zu können (vgl. Petermann & Petermann, 2013). Bei einmaliger Verwendung eignet sich dieses Instrument dafür Hinweise auf Verhaltensauffälligkeiten, die in Zusammenhang mit den Ergebnissen der anderen Tests stehen könnten, zu identifizieren. Im Rahmen dieser Studie wird die LSL einmalig während des Untersuchungszeitraums eingesetzt, um etwaige Korrelationen zu den weiteren Testergebnissen herstellen zu können.

#### 4.2.5.5 Strength-and-Difficulties-Questionnaire (SDQ-D)

Das Strength-and-Difficulties-Questionnaire ist ein Werkzeug für eine Einschätzung der Stärken und Schwächen einer Schülerin oder eines Schülers im emotionalen Bereich (vgl. Klasen et al., 2003). Der Bogen ist als Selbst- oder Fremdbeurteilungsbogen einsetzbar und umfasst 25 Items in fünf Skalen mit jeweils fünf Merkmalen. Er liegt in deutscher Sprache vor und wird im Rahmen dieser Studie als Fremdbeurteilungsbogen eingesetzt, der durch die geschulten untersuchungsleitenden Personen (Übungsleiter\*innen)

ausgefüllt wird. Dieses Werkzeug kommt zum Einsatz, um ähnlich wie bei der LSL eventuelle Korrelationen zu den weiteren Testergebnissen herstellen zu können.

#### 4.2.6 Datenpflege, Datenaufbereitung und Analyse

Die Daten für die kontrollierte Gruppenstudie werden alle auf Papier erhoben, die Auswertungstabellen mit einem Tabellenkalkulationsprogramm nachgebaut und die Daten eingepflegt. Die inferenzstatistischen Auswertungen erfolgen mit Hilfe der freiverfügbaren Programmiersprache „R“, die die Daten auch graphisch aufbereiten kann. Dabei leistet das Statistikkolabor der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) Unterstützung.

### 4.3 Ergebnisse

Die Auswertung erfolgt mittels Signifikanztests. Die in der empirischen Gruppenstudie gewonnenen Ergebnisse werden im Folgenden analysiert und durch Tabellen sowie Graphiken aufbereitet.

#### 4.3.1 Darstellung der Stichprobe

Die ursprünglich im Schuljahr vorgefundene Population liegt bei  $N=347$ . Aus den oben geschilderten Gründen verringert sich die tatsächlich für die Untersuchung zur Verfügung stehende Teilpopulation zunächst um 200 auf  $N=147$  und dann abermals um 25 auf  $N=122$ . Diese Teilpopulation umfasst diejenigen Proband\*innen, die an den Prä- und Posttestungen teilgenommen haben. Nochmals vermindert um 26 ergibt schließlich die Teilpopulation  $N=96$ , die alle Proband\*innen umfasst, die an allen Testungen – auch am CFT20-R – teilgenommen haben (vgl. Abb. 31). Nach Ende der Durchführung sämtlicher Testungen ergibt sich abweichend von der existierenden Anzahl der möglichen Proband\*innen die reale Anzahl von  $N=122$  Schüler\*innen, die an der kontrollierten Gruppenstudie teilnehmen. Die Datensätze aller 122 Personen liegen vor. Die Teilpopulation von  $N=122$  ist im Rahmen einer Quotenstichprobe aus der Grundgesamtheit der für die Studie möglicherweise zur Verfügung stehenden Personen gezogen worden. Abb. 31 (S.132) gibt Aufschluss über die Zusammensetzung der Stichprobe.



Abb. 31: Stichprobe der kontrollierten Gruppenstudie

Wie Abb. 31 (S. 132) zu entnehmen ist, verringert sich die Stichprobe von  $N=122$  auf  $N=96$ , da nur für diese Anzahl vollständige Datensätze vorliegen.  $N=122$  enthält Datensätze von Probandinnen, die auf eine Teilnahme am CFT20-R verzichten. Das bedeutet, dass die Grundgesamtheit der Hauptstudie verringert wird. Die Aufteilung in Kontroll- und Experimentalgruppe erfolgt im Rahmen einer einfachen Zufallsstichprobe auf Individualebene. Damit weist jeder beteiligte Fachbereich eine klassenübergreifende Kontroll- und Experimentalgruppe auf. Es besteht ein rechnerischer Unterschied zwischen den beiden Gruppen von +4 zugunsten der Experimentalgruppe in der ersten Zeile (unvollständige Datensätze,  $N=122$ ) und ein rechnerischer Unterschied von +6 zugunsten der Experimentalgruppe in der zweiten Zeile (vollständige Datensätze,  $N=96$ ). So finden sich deshalb auch Daten von Proband\*innen darin, die wenig motiviert bei der Teilnahme waren, d.h. nicht mit der nötigen Ernsthaftigkeit an den Prä- und Post-Testungen teilgenommen haben, z.B. in den Prä-Tests gute bis sehr gute Ergebnisse erzielt haben und in den Post-Testungen abweichende, schlechte Ergebnisse. Im verbliebenen Datensatz gibt es dennoch Proband\*innen, die nicht an allen Tests teilnehmen. Dies bezieht sich allerdings auf die Teilnahme am CFT20-R. Erziehungsberechtigte lassen in einzelnen Fällen ihre Kinder von der Teilnahme freistellen; einige Proband\*innen schließen beim CFT20-R mit Werten ab, die eine Umrechnung in einen IQ-Wert nicht erlauben.

Tab. 29: Beschreibung der Stichprobe

<b>Merkmal</b>	<b>Ausprägung</b>	<b>KG</b>	<b>EG</b>	<b>Gesamt</b>
Geschlecht	männlich	39 (66,10%)	40 (63,49%)	79 (64,75%)
	weiblich	20 (33,90%)	23 (36,51%)	43 (35,25%)
	<b>Gesamt</b>	<b>59 (100%)</b>	<b>63 (100%)</b>	<b>122 (100%)</b>
Alter	Mittelwert	17	17	17
	Median	17	16	17

	Standardabweichung	1.1	1.0	1.0
Nationalität	Deutsch	23 (38,98%)	39 (61,90%)	62 (50,82%)
	Andere	36 (61,02%)	24 (38,10%)	60 (49,18%)
	Gesamt	59 (100%)	63 (100%)	122 (100%)

Tab. 29 (S. 132) zeigt die Zusammensetzung der Stichprobe aufgeschlüsselt nach Geschlecht, Alter und Nationalität. Es fällt auf, dass insgesamt mehr Schüler als Schülerinnen teilgenommen haben, wenngleich sich die Experimental und Kontrollgruppe nur geringfügig unterscheiden. Die Proband\*innen sind im Durchschnitt 17 Jahre alt. Die Nationalität ist in der Gesamtgruppe zu beinahe je 50% auf Deutsche und 50% andere aufgeteilt. In der Experimentalgruppe fällt auf, dass ca. 62% Deutsch und 38% andere sind. In der Kontrollgruppe ist dieses Verhältnis gerade umgekehrt.

#### 4.3.2 Betrachtung verschiedener Risikofaktoren

Die akademischen, sozialen und emotionalen Risikofaktoren werden im Rahmen der Hypothese 1 mithilfe von CFT20-R, der die Grundintelligenz, dem SDQ, die die Stärken und Schwächen und der LSL, die soziale und emotionale Risikofaktoren erfasst, beschrieben. Die Erfassung dieser Risikofaktorengruppen lassen eine Aussage über die tatsächlich vorhandenen Risiken innerhalb der untersuchten Proband\*innengruppe zu. Sie können zum einen dafür herangezogen werden, den Ist-Zustand zu beschreiben. Zum anderen lassen sich durch die Aggregation der erhobenen Daten Korrelationen aufzeigen und so Aussagen über den Grad der Gesamtrisikobelastung treffen. Die Teilnahme am CFT20-R ist freiwillig. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass es sich hier um einen Grundintelligenztest handelt und aufseiten der Proband\*innen oder deren Erziehungsberechtigten zum Teil Vorurteile gegenüber einer Testung bestehen. Einige Schüler\*innen, aber auch Erziehungsberechtigte, erteilen deshalb für die Teilnahme an diesem Test kein Einverständnis, sodass die ursprünglich geplante Probandinnenzahl reduziert wird. Bei der Auswertung des CFT20-R kann also nicht auf einen Datenpool von N=122 (KG=59, EG=63) wie bei der eigentlichen Studie (mit HRT1-4 und BST) zurückgegriffen werden. Der Datenpool für die Auswertung des CFT20-R stützt sich auf N=96 (KG=45, EG=51). Zur Teilnahmeverweigerung kommen noch wenige Fälle hinzu, deren Rohwert keine Übertragung in IQ-Alters- bzw. Klassennorm ermöglicht, da der Ausgangswert zu niedrig ist. Die Berechnungen finden aus den genannten Gründen lediglich mit der genannten Subgruppe statt.

Tab. 30: Tabellarische Darstellung der errechneten Ergebnisse des CFT20-R

Variable	Kontrollgruppe (KG, n=45)					Experimentalgruppe (EG, n=51)				
	M	Md	SD	$\chi_{\min}$	$\chi_{\max}$	M	Md	SD	$\chi_{\min}$	$\chi_{\max}$
CFT-20R	72.3	71	11.5	55	98	72.6	72	12.3	55	112

Abkürzungen: M=Mittelwert; Md=Median; SD=Standardabweichung;  $\chi_{\min}$ =Kleinster gemessener Wert;  $\chi_{\max}$ =Größter gemessener Wert

Aus Tab. 30(S. 134) geht hervor, dass der durchschnittliche IQ der KG, von dem der EG um ca. 0.3 Punkte abweicht. Das bedeutet, dass die Proband\*innen der KG zum Teil einen niedrigeren IQ als die Probandinnen der EG aufweisen. Finden sich in der KG am unteren Ende 55 IQ-Punkte, so ist dieser Wert mit dem niedrigsten Wert der EG identisch. Die Maximalwerte unterscheiden sich jedoch erheblich: Während der höchste gemessene Wert der KG 98 Punkte beträgt, stehen als höchster Wert der EG 112 Punkte. Die Gruppeneinteilung erfolgt aufgrund der Stichprobenziehung rein zufällig. Die Werte des CFT20-R umfassen lediglich eine Subgruppe, da die Teilnahme freiwillig ist und einige Daten nicht verwendet werden können. Deshalb sind die Ergebnisse allenfalls flankierend für die Interpretation der Ergebnisse des HRT1-4 und insbesondere des BST heranzuziehen. Tab. 31 (S. 134) zeigt die Ergebnisse des Strength-and-Difficulties-Questionnaire in deutscher Fassung (SDQ-D). Diese weisen eine sehr starke Streuung auf. Die Minimal- und Maximalwerte beider Gruppen reichen von ca. 0 bis 28. Das bedeutet, dass die Proband\*innen einen Gesamtproblemwert von unauffällig über grenzwertig bis auffällig aufweisen. Betrachten wir nur die Mediane, so wird dies eventuell dem Individuum nicht gerecht, zeigt aber, dass der Proband\*innenpool (N=122) insgesamt unauffällig (M=11.5) ist (vgl. Tab. 31, S. 134), allerdings mit starken Abweichungen nach oben und unten. Aus ethischen Gründen sind die grenzwertigen und auffälligen Ergebnisse der Proband\*innen den Klassenlehrerkräften mitgeteilt worden. Diese sind durch die Schüler\*innenakten bereits darüber informiert und haben die entsprechenden Schüler\*innen im Blick.

Tab. 31: Tabellarische Darstellung der errechneten Ergebnisse des SDQ

Variable	Kontrollgruppe (KG, n=59)					Experimentalgruppe (EG, n=63)				
	M	Md	SD	$\chi_{\min}$	$\chi_{\max}$	M	Md	SD	$\chi_{\min}$	$\chi_{\max}$
SDQ-D	11.9	11	7.1	1	28	11.0	9	8.2	0	27

Abkürzungen: M=Mittelwert; Md=Median; SD=Standardabweichung;  $\chi_{\min}$ =Kleinster gemessener Wert;  $\chi_{\max}$ =Größter gemessener Wert

Der Mittelwert (M) beträgt bei der KG im 11.9, bei der EG 11.0. Der Median (Md) beträgt bei der KG 11, bei der EG 9. Die Standardabweichung (SD) beträgt für die KG 7.1, bei der EG 8.2. Die Minimal- bzw. Maximalwerte betragen bei der KG 1 bzw. 28, bei der EG liegen bei 0 bzw. 27. Die Lehrer-Schüler-Einschätzliste (LSL) wird von den Übungsleiter\*innen in der Fremdbeurteilungsform ausgefüllt. Die Ergebnisse der LSL weisen eine starke Korrelation miteinander auf. Vor allem Item A bis Item F (*Kooperation, Selbstwahrnehmung, Selbstkontrolle, Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft, angemessene Selbstbehauptung sowie Sozialkontakt*) und Item G bis Item J (*Anstrengungsbereitschaft und Dauer, Konzentration, Selbstständigkeit beim Lernen sowie Sorgfalt beim Lernen*). Dies lässt sich in der folgenden Abb. 32 an den zwei Rechteckbildungen oben links und unten rechts erkennen. Im Vergleich zu Abb. 33 (S. 136) ist die Korrelation zwischen CFT20-R und BST nicht so stark, d.h. dass die IQ-Werte die erzielten Ergebnisse des BST wenig beeinflusst haben. Die Werte des SDQ korrelieren mit den Ergebnissen des HRT1-4 und BST ebenfalls nur negativ.

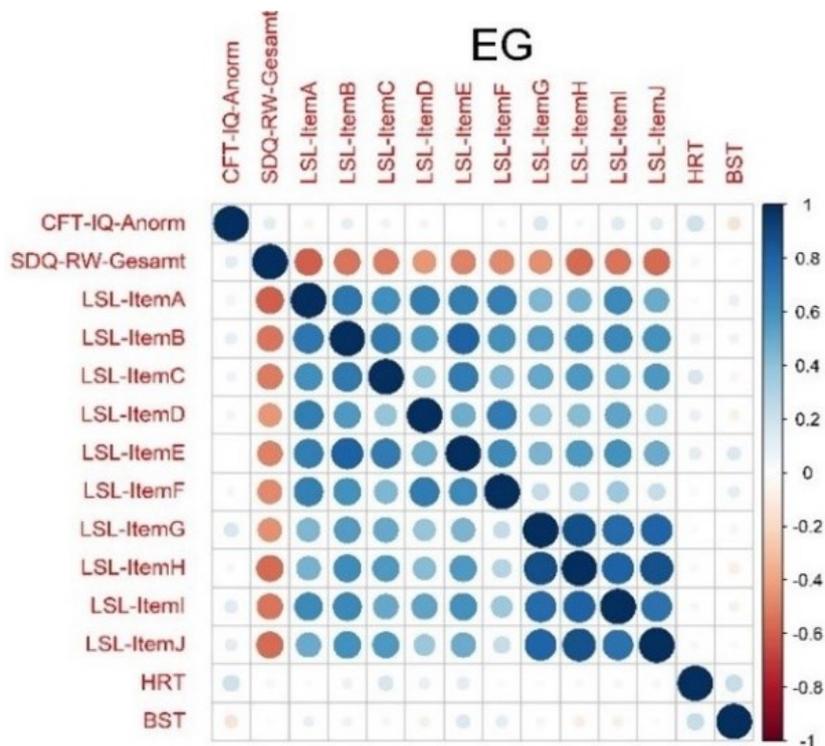


Abb. 32: Korrelationsplot LSL-Items (EG)

Die Einschätzungen der Klassenlehrkräfte, die mit der Ausfüllung der LSL betraut sind, in Bezug auf diese Aspekte des Schüler\*innenverhaltens korrelieren stark miteinander. Ähnlich verhält es sich mit den Items G bis J. Auch diese Aspekte sind miteinander stark korreliert. Diese Aussagen über die Ergebnisse treffen sowohl auf die EG wie auch die KG zu (vgl. Abb. 33, S.136). Auffällig ist weiterhin die relativ starke positive Korrelation zwischen BST und CFT20-R bei der Kontrollgruppe im Vergleich zur Experimentalgruppe.

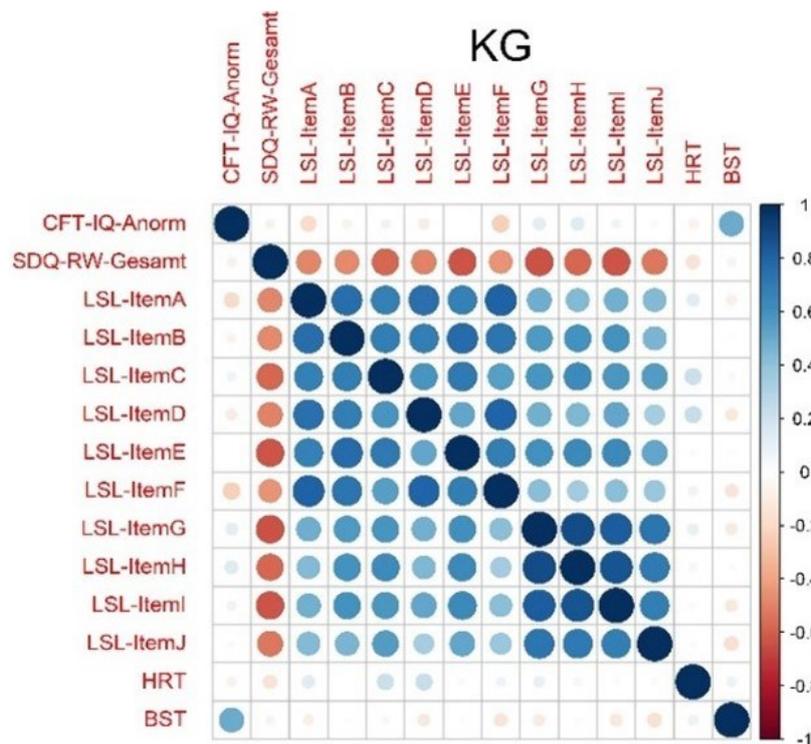


Abb. 33: Korrelationsplot LSL-Items (KG)

#### 4.3.3 Betrachtung der Wirksamkeit des Förderprogramms

Das in der empirischen Gruppenstudie eingesetzte Förderprogramm zur Steigerung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens hat im Hinblick auf die insgesamt fünf Hypothesen, die zur Beantwortung der drei Forschungsfragen aufgestellt werden, ein differenziertes Ergebnisbild erzielt. Die eingesetzten Instrumente zur Erfassung der psychosozialen, emotionalen und akademischen Ausgangslage zeigen eine hohe Risikobelastung der untersuchten Stichprobe. Die Leistungen im Förderprogramm mit der dritten Gabe lassen nicht erkennen, dass das Förderprogramm als ein wirksames Mittel zur positiven Beeinflussung, d.h. Steigerung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens herangezogen werden kann. Das Förderprogramm zeigt bei

differenzierter Betrachtung allerdings einen positiven Effekt bei weiblichen Teilnehmern mit niedrigem IQ. Im Folgenden wird dies detaillierter betrachtet und die Frage nach der Wirksamkeit des Förderprogramms wird mittels der erzielten Ergebnisse des Subtests WÜ des HRT1-4 (Hypothese 2a), BST (Hypothese 2b) sowie dem Vergleich der Leistungen von Teilgruppen (Fragestellung 3, Hypothese 3a und 3b, vgl. S. 140) beantwortet. Im Fokus steht die Klärung, ob sich eine Veränderung im räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen signifikant messbar durch den Einsatz der dritten Fröbel-Gabe ergeben hat. Während der Subtest WÜ des HRT1-4 eher auf die Erfassung der räumlichen Wahrnehmung zielt, richtet der BST seine Fokus auf die Erfassung der Fähigkeit mentaler Rotation im Rahmen des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens (vgl. S. 65). Im Rahmen der Auswertung werden die Ergebnisse der einzelnen Testungen zusammenfassend mittels einen t-Tests auf die Signifikanz des Ergebnisses hinüberprüft (Döring & Bortz, 2016, S. 614f.). Der t-Test wurde eingesetzt, da bei der vorliegenden Stichprobengröße die Annahme der approximativen Normalverteilung gilt (Corwin, 2021). Aus dem Vorliegen eines signifikanten Ergebnisses kann abgeleitet werden, dass die Förderung der Testpersonen der EG durch das didaktische Förderprogramm eine statistisch signifikante Veränderung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens bewirkt hat. In dieser Untersuchung wird kein signifikantes Ergebnis aufgefunden (vgl. Tab. 32, S. 137).

Tab. 32: Tabellarische Darstellung der errechneten Ergebnisse des HRT1-4

Variable	Kontrollgruppe (KG, n=59)					Experimentalgruppe (EG, n=63)				
	M	Md	SD	$\chi_{\min}$	$\chi_{\max}$	M	Md	SD	$\chi_{\min}$	$\chi_{\max}$
HRT-Prä	15.1	17	6.2	0	24	14.2	16	6.4	0	22
HRT-Post	15.9	17	6.3	0	26	16.8	18	6.6	0	27
Effektstärke $d$	$d_{ppc2} = -0.047$ nach Morris (2002)									
	$d_{Korr} = -0.048$ nach Klauer (2001)									
t-Test	1.7639 (df=119.82)									
p	0.0803									

Die Tabelle zeigt aus den Daten errechnete Werte, die Aufschluss über die Wirksamkeit der Förderung im Hinblick auf den Vergleich der Prätest- mit den Posttestergebnissen geben: Der Mittelwert (M) gibt den statistischen Durchschnittswert richtig gelöster Aufgaben an: Dieser beträgt bei der Kontrollgruppe (KG) im Prätest 15.14, im Posttest 15.94. Bei der EG betragen diese Werte 14.2 (Prätest) sowie 16.8 (Posttest). Der Median

(Md) gibt den Wert an, der die mittlere Zahl darstellt, die eine Ergebnisreihe in zwei Hälften teilt. Dieser beträgt bei der KG im Prä- und im Posttest jeweils 17. Bei der EG betragen diese Werte 16 (Prätest) sowie 18 (Posttest). Die Standardabweichung (SD) kennzeichnet das Maß der Streubreite um den Mittelwert (M). Sie beträgt für die KG im Prätest 6.2 und im Posttest 6.3. Bei der EG betragen diese Werte 6.4 (Prätest) sowie 6.6 (Posttest). Die Minimal- bzw. Maximalwerte, d.h. richtig gelöste Aufgaben werden mit  $X_{min}$  und  $X_{max}$  angegeben. Bei der KG betragen sie in der Prätestung 0 bzw. 24, in der Posttestung 0 bzw. 26. Bei der EG liegen sie in der Prätestung bei 0 und 22 bzw. 0 und 27 in der Posttestung. Insgesamt sind 28 Punkte erreichbar. „Die Betrachtung von Effektgrößen soll dazu führen, dass neben der statistischen Signifikanz auch die **theoretische** und/oder **praktische Bedeutsamkeit** von Studienergebnissen diskutiert wird“ (Döring & Bortz, 2016, S. 819 Hervorh. i. Orig.). Die Effektgröße wird zur Interpretation in den Kontext der Untersuchung gesetzt, um damit eine sinnvolle Auslegung der Ergebnisse zu erreichen. Die Berechnung der Effektstärke  $d$  ergibt mit  $d_{ppc2} = -0.047$  Morris (2002) bzw.  $d_{Korr} = -0.048$  sensu Klauer (2001) einen negativen Effekt.

„Klauer (2001) schlägt vor, die Effektstärken der Prä- und Postmessung mittels Hedges  $g$  zu berechnen und die beiden Effektstärken voneinander abzuziehen. Hierbei werden sowohl unterschiedliche Gruppengrößen, als auch Vortestunterschiede korrigiert. Die Berechnung basiert also auf der Differenz der Effektstärken beider Gruppen [...] Morris (2002) stellt unterschiedliche Effektmaße für Designs mit Messwiederholung vor und kommt in seiner Modellrechnung zum Schluss, dass die Differenzen der Prä-Post-Messung in den Gruppen an der gepoolten Standardabweichung der Prä-Messung gewichtet werden sollte (sog.  $d_{ppc2}$ -nach Carlson & Smith, 1999), da diese durch die Intervention nicht beeinflusst wurde. Zudem werden verschiedene Gewichtungsfaktoren berücksichtigt“ (Lenhard & Lenhard, 2017).

Eine zweiseitige t-Test-Berechnung auf die *Ergebnisse des HRT1-4*, ungepaart mit ungleichen Varianzen angewandt, ergibt  $T=1.7639$  ( $df = 119.82$ ). Bei einem Signifikanzniveau von 5%, ist dieses Ergebnis statistisch nicht signifikant:  $0.0803 > 0.05$ .

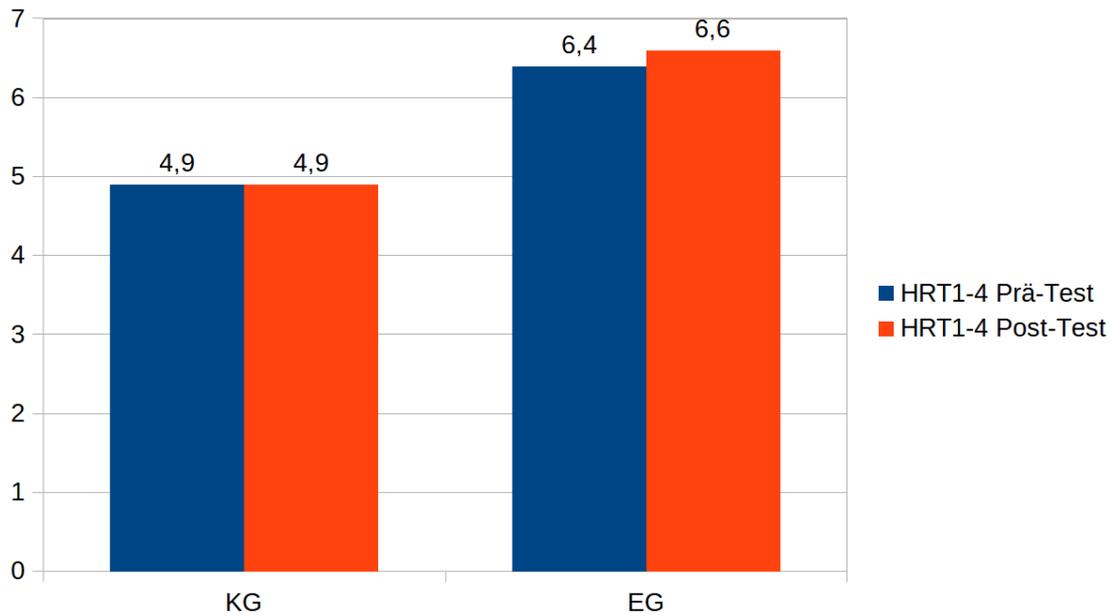


Abb. 34: Vergleich KG und EG (Prä- und Posttest HRT1-4)

In Tab. 33 (S. 139) sind die errechneten Werte zu den erhobenen Daten aus der Prä- und Posttestung des BST bei KG und EG abgebildet.

Tab. 33: Tabellarische Darstellung der errechneten Ergebnisse des BST

Variable	Kontrollgruppe (KG, n=59)					Experimentalgruppe (EG, n=63)				
	M	Md	SD	$\chi_{\min}$	$\chi_{\max}$	M	Md	SD	$\chi_{\min}$	$\chi_{\max}$
BST-Prä	11.5	11	8.8	0	38	12.8	12	7.3	0	32
BST-Post	13.4	10	10.0	0	35	16.1	14	8.6	4	37
Effektstärke $d$	$d_{ppc2}=0.173$ nach Morris (2002)									
t-Test	$d_{Korr}=0.129$ nach Klauer (2001)									
p	1.2651 (df=119.82)									
	0.2083									

Sie geben Aufschluss über die Wirksamkeit der Förderung im Hinblick auf den Vergleich der Prätest- mit den Posttestergebnissen: Der Mittelwert (M) beträgt bei der KG im Prätest 11.5, im Posttest 13.4. Bei der EG betragen diese Werte 12.8 (Prätest) sowie 16.1 (Posttest). Der Median (Md) beträgt bei der KG im Prätest 11 und im Posttest 10. Bei der EG betragen diese Werte 12 (Prätest) sowie 14 (Posttest). Die Standardabweichung (SD)

beträgt für die KG im Prätest 8,8 und im Posttest 10,0. Bei der EG betragen diese Werte 7,3 (Prätest) sowie 8,6 (Posttest). Die Minimal- bzw. Maximalwerte betragen bei der KG in der Prätestung 0 bzw. 38, in der Posttestung 0 bzw. 35. Bei der EG liegen sie in der Prätestung bei 0 und 32 bzw. 4 und 37 in der Posttestung. Die Effektstärke kann nach Morris (2002) mit  $d_{ppc2}=0.173$  sowie nach Klauer (2001) mit  $d_{Korr}=0.129$  angegeben werden. Der Wert des t-Test kann mit 1.2651 angegeben werden. p beträgt 0.2083.

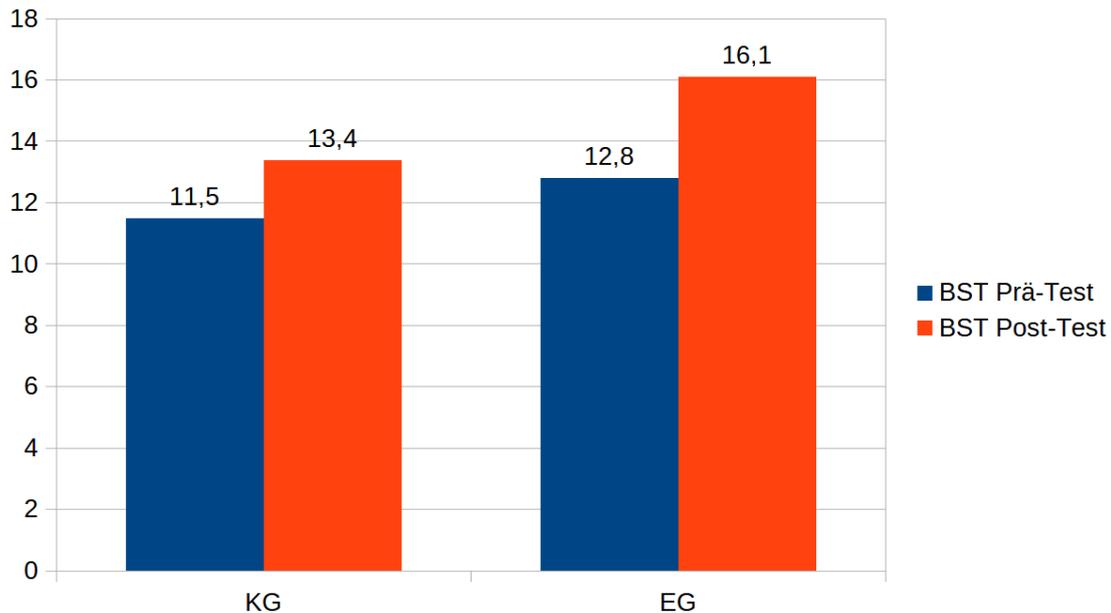


Abb. 35: Vergleich KG und EG (Prä- und Posttest BST)

Der t-Test angewandt auf die *Ergebnisse des BST* ergibt bei der Berechnung eines ungepaarten, zweiseitigen Tests mit gleichen Varianzen einen Wert von  $T=1.2651$  ( $df=119.82$ ). Zieht man den p-Wert heran, so findet man mit  $p=0.2083$  einen Wert, der das Signifikanzniveau von 5% übersteigt, also als statistisch nicht signifikant angesehen werden muss:  $0.2083 > 0.05$ .

#### 4.3.4 Betrachtung der Wirksamkeit des Förderprogramms bei unterschiedlichen Intelligenzausprägungen

Die Auswertung des CFT20-R in Bezug auf die Steigerung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens gemessen mit HRT1-4 und BST wird mittels der Aufteilung in zwei Gruppen durch Medianteilung vorgenommen, um unterschiedlichen

Intelligenzausprägungen in Bezug auf die Möglichkeiten der Förderung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens Rechnung tragen zu können. Zunächst werden die Gesamtergebnisse der mediangeteilten Gruppe ohne Differenzierung nach Geschlecht dargestellt (vgl. Abb. 36, S. 141).

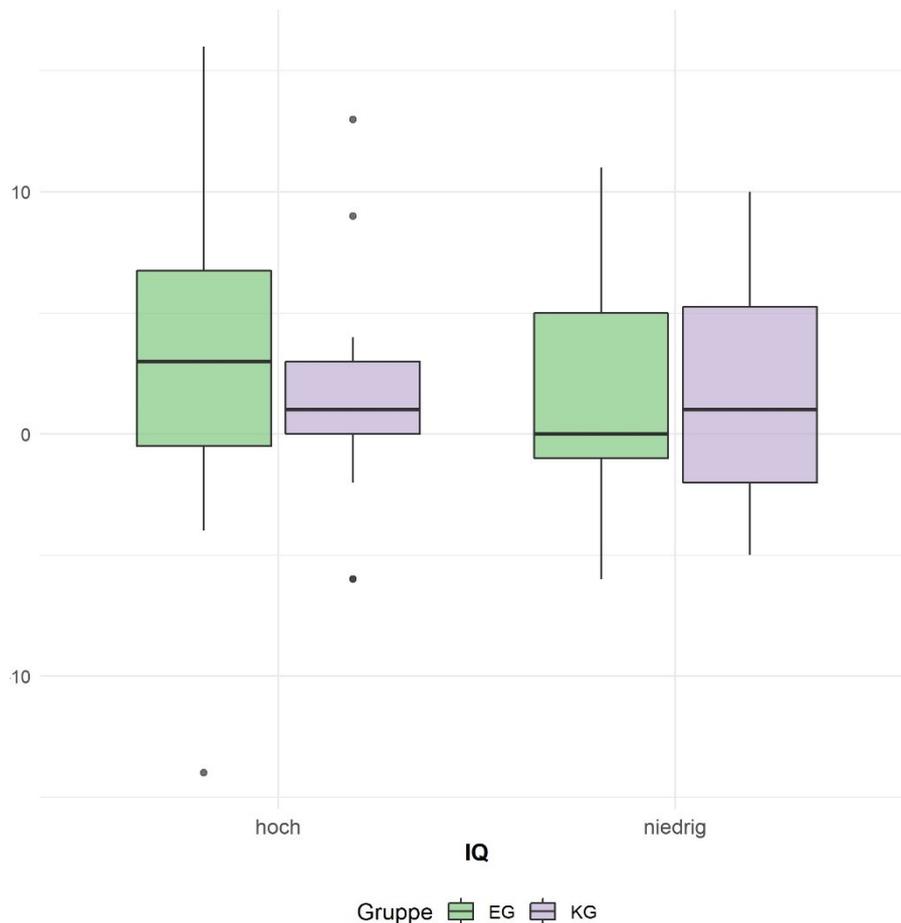


Abb. 36: Differenz des HRT1-4-Ergebnisses nach IQ (Prä-Post-Vergleich)

Der Vergleich der Ergebnisse des HRT1-4 von EG und KG in der mediangeteilten, geschlechtsheterogenen Gruppe mit höherer Intelligenz (vgl. Abb. 36, S.141, linke zwei Boxplots) zeigt einen Unterschied des Medians der Prä-Post-Test-Resultate. Der Median der EG ist deutlich höher als der Median der KG. Im Vergleich der Boxen fällt auf, dass die Streuung bei EG einen größeren Bereich als bei der KG umfasst, diese Box ist breiter. Auch der Median der EG ist höher angesetzt als der Median der EG. Bei der KG sind drei Ausreißer (zwei nach oben, einer nach unten) zu verzeichnen. Bei der EG gibt es einen sehr deutlichen Ausreißer nach unten. Die Betrachtung der Ergebnisse der Differenz des BST-Ergebnisses nach IQ im Prä-Post-Vergleich (vgl. Abb. 37, S. 142) zeigt für die EG mit hoher Intelligenz eine fast quadratische Box mit beinahe gleichlangen Zäunen. Der

Median lässt sich im oberen Teil der Box lokalisieren, so dass von einer rechtssteilen Verteilung ausgegangen werden kann. Die Box befindet sich auf der Achse oberhalb der Null. Ein Ausreißer nach unten existiert. Im Vergleich zur rechts daneben dargestellten Box mit den Werten der höher intelligenten KG fällt sogleich das sehr ähnliche Erscheinungsbild auf. Der Median der Box der KG ist etwas niedriger angesetzt, die Zäune etwas kürzer. Ein Ausreißer nach unten existiert.



Abb. 37: Differenz des BST-Ergebnisses nach IQ (Prä-Post-Vergleich)

Bei den beiden Gruppen mit niedrigerer Intelligenz zeigen sich im Vergleich hingegen größere Unterschiede: Während die Box der EG einen symmetrisch Median aufweist und selbst eine höhere Streuung durch breitere Ausdehnung aufweist, ist die Box der KG insgesamt schmaler. Auffällig ist, dass der Median in der Box unterhälftig angesiedelt ist und knapp die Nulllinie verfehlt hat. Die obere, die Box begrenzende Linie ist auf der Höhe des Medians der EG. Erst die weitere Unterteilung nach männlichen und weiblichen

Probanden erbringt genauere Erkenntnisse durch nach Geschlechtern differenzierte Ergebnisse (vgl. Abb. 38, S. 143 und Abb. 39, S. 145). Die Werte der männlichen Probanden mit höherer Intelligenz, die zur EG zählen, weisen im Boxplot eine große Streuung mit linkssteiler Verteilung auf. Die Box ist erheblich über der Nulllinie und hat nur einen Ausreißer nach oben. Die Zäune sind fast gleich lang und deuten auf eine breite Streuung hin. Die Box der höher Intelligenz männlichen Probanden der KG weist eine geringere Streuung auf mit kurzen Zäunen. Der Median ist fast an der Nulllinie, die gleichzeitig auch die Linie Q1 ist und das erste Quartil begrenzt. Hier sind also alle mittleren Werte, die durch die Box dargestellt werden oberhalb der Null. Es fällt auf, dass die oberste Linie der Box (Q3) fast auf der Höhe des Medians der Box der männlichen Probanden mit höherer Intelligenz aus der EG sind. Betrachtet man die Gruppe der männlichen Probanden mit niedrigerer Intelligenz so fällt auf, dass die EG hier eine geringere Streuung aufweist und eine linkssteile Verteilung durch die Lage des Medians angenommen werden muss. Die KG dieser Subgruppe weist eine weitaus größere Streuung auf mit einer rechtssteilen Verteilung.

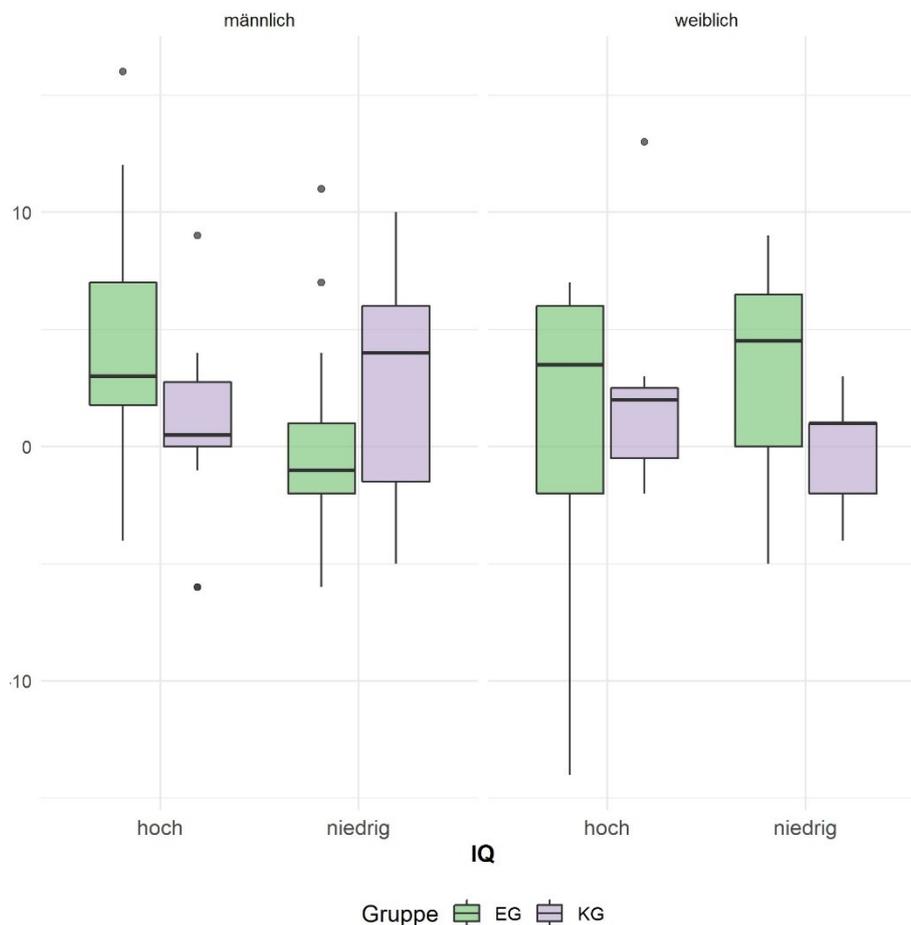


Abb. 38: Differenz des HRT1-4-Ergebnisses nach Geschlecht und IQ (Prä-Post-Vergleich)

Der Median der KG der Subgruppe der männlichen Probanden mit niedriger Intelligenz ist sehr viel höher als der Median der EG. Die Betrachtung der Boxplots, die die Ergebnisse für die weiblichen Probanden mit höherer Intelligenz für EG und KG zeigen, lassen folgende Aussagen zu: Die EG-Subgruppe mit höherer Intelligenz weist eine hohe Streuung auf. Diese setzt sich allerdings nur im unteren Zaun, der sehr viel länger als der obere Zaun ist, fort. Die Werte sind nach dem eingezeichneten Median rechtssteil verteilt. Die KG-Subgruppe dagegen zeigt im Boxplot keine große Streuung und nur eine schmale Box. Der Median nähert sich stark der oberen Abschlusslinie der Box (Q3) an. Ähnlich verteilt sind die Werte der Subgruppen mit niedrigerer Intelligenz. Hier ist die Box der EG über der Nulllinie, der Median liegt im Vergleich noch höher als der Median der EG mit höherer Intelligenz. Die Subgruppe KG mit niedrigerer Intelligenz weist wie bei der EG keine breite Streuung auf. Der Median ist mit der obersten Begrenzungslinie der Box identisch, die Zäune zeigen ebenfalls keine breite Streuung der Werte. Der Vergleich der Boxen der EG und KG der Subgruppe der weiblichen Probanden mit niedriger Intelligenz zeigt einen sehr deutlich höheren Median der EG, eine Box über der Nulllinie sowie ein höheres Maximum bei breiterer Streuung der Werte. Die Betrachtung des Boxplots der geschlechtsdifferenzierten Ergebnisse des BST (vgl. Abb. 39, S. 145) erbringt folgende Aussagen: Die Box der Teilgruppe der männlichen Probanden mit höherer Intelligenz weist im Vergleich zur Box der KG derselben Teilgruppe eine breitere Streuung auf, die auch von den Zäunen widergespiegelt wird. Bei beiden genannten Boxen ist die Verteilung rechtssteil. Der Median der KG liegt höher als der Median der EG. Bei der Teilgruppe der männlichen Probanden mit niedrigerer Intelligenz weisen EG und KG Unterschiede auf: Die Verteilung der Werte bei der EG ist schmaler, die Zäune kürzer. Der Median ist identisch mit der oberen Boxbegrenzungslinie (Q3). Die Box liegt komplett über der Nulllinie, während die Box der KG der männlichen Teilgruppe mit niedrigerer Intelligenz durch den Median fast symmetrisch auf der Nulllinie geteilt wird. Auch sind bei dieser Box die Zäune länger, insbesondere der Zaun nach unten. Zuletzt werden hier nun die Werte der vier Boxplots der weiblichen Probanden mit höherer und niedriger Intelligenz betrachtet: Die Box der höher intelligenten weiblichen Probandinnen der EG hat eine breitere Ausdehnung und ein symmetrisch die Box teilenden Median. Die Box befindet sich auf der Achse oberhalb der Nulllinie. Die Zäune zeigen durch ihre Länge eine breitere Streuung. Im Vergleich dazu weist die schmale Box der niedriger intelligenten weiblichen Probanden eine rechtssteile Streuung mit einem sehr nah an der

oberen Boxlinie liegenden Median auf. Die Box ist zu mehr als Zweidrittel unterhalb der Nulllinie angesiedelt.

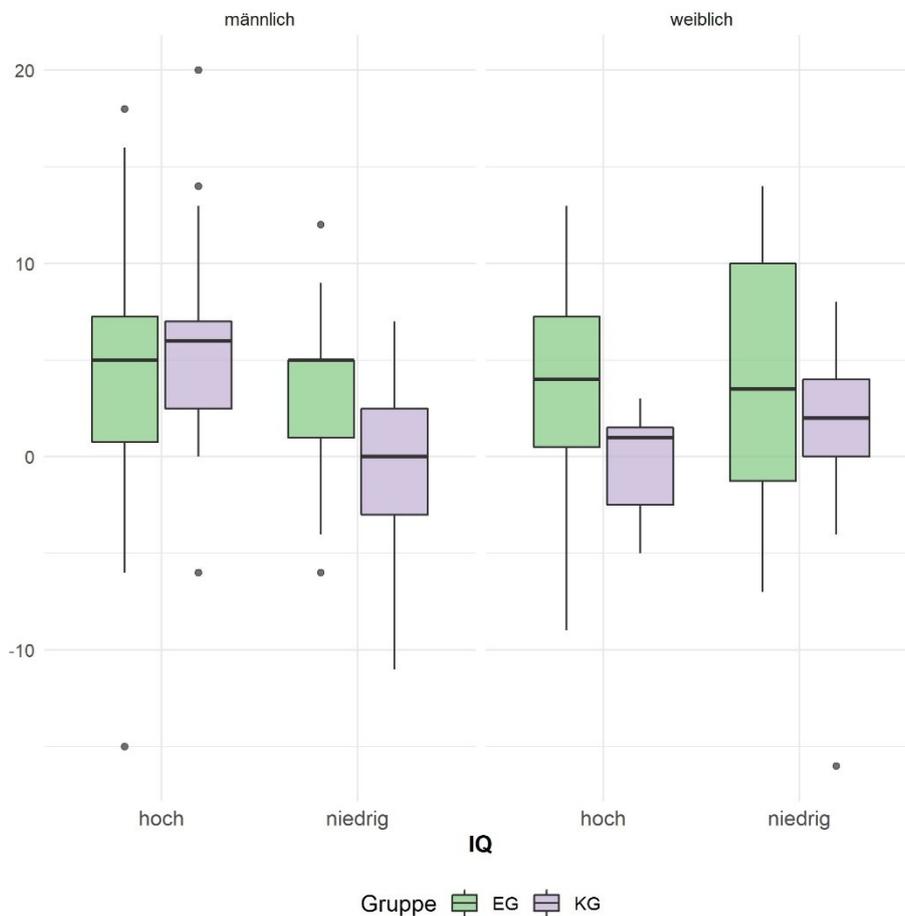


Abb. 39: Differenz des BST-Ergebnisses nach Geschlecht und IQ (Prä-Post-Vergleich)

Die Werte der weiblichen Probanden mit geringerer Intelligenz der EG weisen eine breite Streuung auf mit leicht linkssteiler Verteilung. Die Werte der KG bilden im Vergleich eine schmale Box mit symmetrischer Streuung und beinahe symmetrischen Zäunen.

#### 4.4 Interpretation, Diskussion und Methodenkritik

Im Folgenden werden die im vorangegangenen Kapitel dargestellten Daten interpretiert und diskutiert. Daran schließt sich eine Methodenkritik an.

#### 4.4.1 Interpretation und Diskussion der Ergebnisse

Der *CFT20-R* als Instrument zur Erhebung der Grundintelligenz zeigt den Einfluss der Höhe des IQ auf die Ergebnisse des HRT für KG und EG. Aus Abb. 40 (S. 146) wird deutlich, dass die Höhe des IQ einen Einfluss auf die durch HRT1-4 und BST gemessenen Werte bezüglich der Steigerung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens hat. Die eingezeichnete Linie entspricht hier der Regressionsgeraden einer einfachen, linearen Regression: Für höhere Werte beim *CFT20-R* werden höhere Werte beim BST bzw. HRT1-4 erwartet. Hier handelt es sich um eine Erwartungsmodell im Hinblick auf die Zusammenhänge von *CFT20-R* und BST. Konkret bedeutet dies, dass die Erwartung bei der Erhöhung des BST-Werts im Mittel dargestellt wird, wenn der *CFT20-R*-Wert sich um einen Punkt erhöht (vgl. Fahrmeir, Kneib & Lang, 2007). Aufgrund der nur leichten Steigung der Geraden wird von einem vorhandenen, aber geringfügigen Zusammenhang ausgegangen. Anhand der Punkteverteilung lässt sich auf keine deutlichen Unterschiede im Bezug auf die Gruppen schließen.

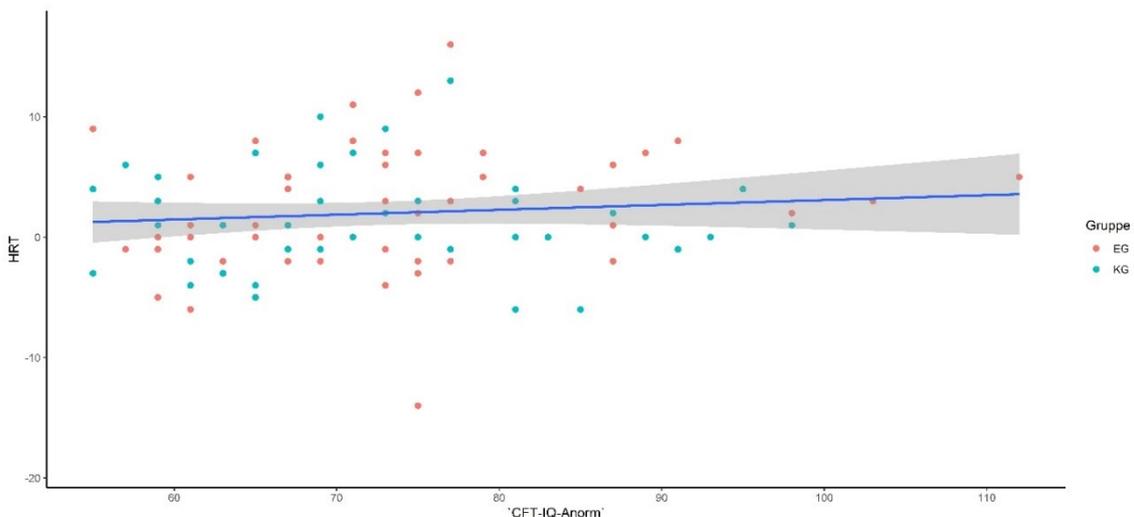


Abb. 40: Korrelation zwischen IQ und Ergebnissen des HRT für KG und EG

Die folgende Abb. 41 (S. 147) zeigt die Korrelation zwischen IQ und den Ergebnissen des BST für KG und EG. Hier lässt sich kein signifikanter Zusammenhang nachweisen. Auch diese Punkteverteilung lässt auf keine deutlichen Unterschiede im Bezug auf die beiden Gruppen EG und KG schließen.

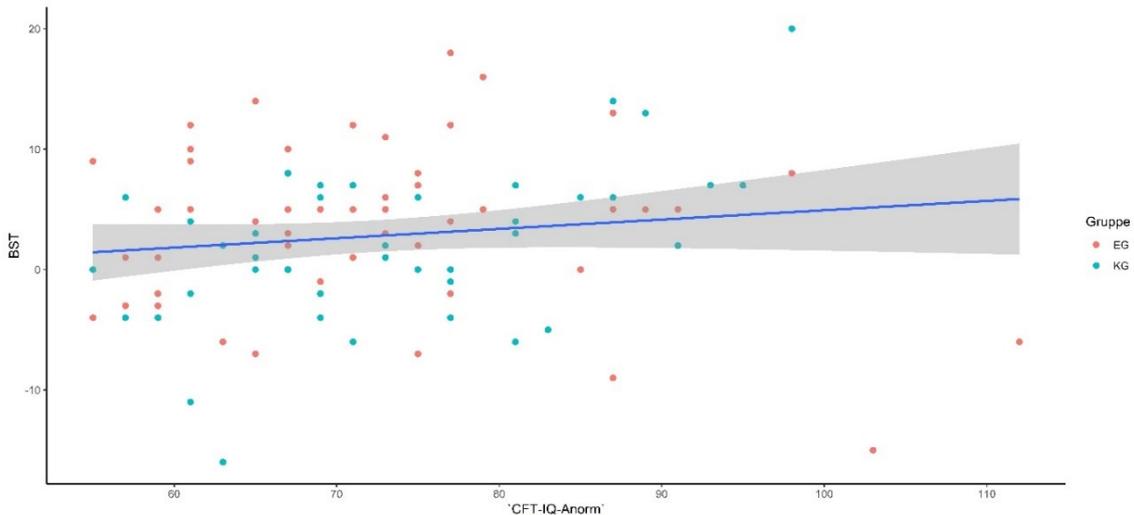


Abb. 41: Korrelation zwischen IQ und Ergebnissen des BST für KG und EG

Die Auswertung im Rahmen unter Einschluss einer bivariaten Korrelation des *SDQ* auf Basis des Gesamt-Rohwerts zeigt eine stark negative Korrelation zu allen anderen angewendeten Testinstrumenten. Der *SDQ* ist insbesondere mit allen LSL-Items negativ korreliert (vgl. Abb. 42, S. 147). Das bedeutet, dass bei zunehmenden *SDQ*-D-Werten, abnehmende Werte für die Testinstrumente erwartet werden (und umgekehrt). Gründe dafür könnten liegen in der Konzeption des *SDQ*: Je höher der Wert, desto auffälliger ist die damit beurteilte Testperson. Die Abstufung erfolgt von unauffällig über grenzwertig bis hin zu auffällig. Eine „auffällig“ beurteilte Testperson (Testergebnis zwischen 16 und 40 Punkten) kann von einer Störung beeinträchtigt werden, die die Leistungen im HRT1-4 und BST negativ beeinflusst.

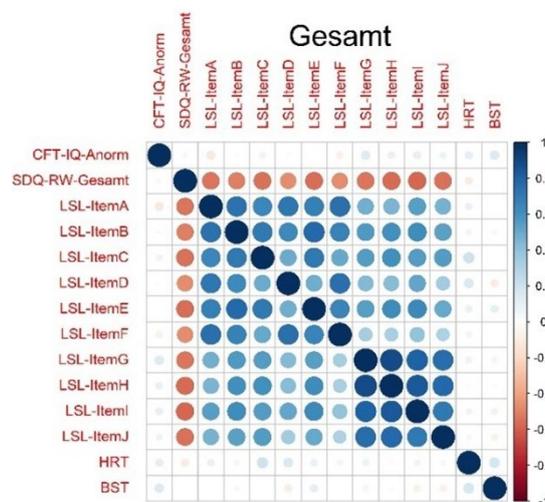


Abb. 42: Korrelationsplot zu LSL-Items (Gesamtgruppe)

Die Testergebnisse des SDQ lassen sich auf individueller Ebene zielführend verwerten. Die Klassenlehrkräfte werden über die Ergebnisse informiert, damit sie mit den Schüler\*innen an den aufgefundenen Schwierigkeiten arbeiten können. Für die sonstigen Ergebnisse der kontrollierten Gruppenstudie haben sie in Bezug auf die beiden Haupt-Testinstrumente HRT1-4 und BST nur marginale Bedeutung, in dem sie lediglich die Vermutung bestätigen, dass Schüler\*innen, die z.B. unter starken emotionalen Problemen oder Verhaltensproblemen leiden, wahrscheinlich keine guten Ergebnisse in HRT1-4 und BST erreichen. Die in den *Ergebnissen der LSL* nachweisbaren Korrelationen bedeuten für die Studie, dass die Einschätzungen, die von den Lehrkräften der in der kontrollierten Gruppenstudie beteiligten Schüler\*innen, angefertigt werden, in sich stimmig sind. Auffälligkeiten im Sozial- bzw. Lernverhalten lassen sich auf dieser Ebene der Gesamtschau jedoch nicht treffen, dazu wären detaillierte Einzelbetrachtungen notwendig. Die Auswertungen sind visuell erfolgt. Bei keiner beteiligten Testperson lassen die Ergebnisse des LSL Aussagen über die tatsächliche Leistungsfähigkeit in den Tests HRT1-4 oder BST zu. Was sich allerdings festhalten lässt, ist die Korrelation zwischen BST und CFT20-R, die sich hier unten links am blauen Punkt zeigt: Hier können wir von einem positiven Trend ausgehen, der zur Regressionsgeraden aus Abb. 41 (S. 147) passt. Beide Ergebnisse sind erwartbar, handelt es sich bei den ersten sechs doch um Aspekte des Sozialverhaltens, bei den zweiten vier um Aspekte des Lernverhaltens. Die Fragestellung, ob sich durch die Förderung mit der dritten Fröbel-Gabe innerhalb des Förderprogramms für die EG ein statistisch signifikanter Vorteil und damit eine positive Verbesserung bei der Lösung von Aufgaben zum räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen ergibt, muss aus statistischer Sicht – unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Berechnungen zu t- und p-Werten – verneint werden: Ein statistisch signifikanter Unterschied beim Abschneiden von EG und KG ist nicht zu verzeichnen. Es lassen sich lediglich Trends erkennen, wenn weitere statistische Modellrechnungen miteinbezogen werden. So zeigen die beiden errechneten Konfidenzintervalle zu den Ergebnissen von HRT1-4 und BST jeweils einen Trend in Richtung einer tatsächlichen Verbesserung des räumlich-virtuellen Vorstellungsvermögens auf, der aber ebenfalls statistisch nicht signifikant zu nennen ist, weil die Konfidenzintervalle (KI) zu breit sind und die 0 miteinschließen. Für den HRT1-4 gilt (genauso wie für den BST) die Nullhypothese, dass die Förderung keine statistisch signifikante Veränderung des Ergebnisses des HRT1-4 bewirkt, also EG und KG sich statistisch nicht signifikant unterscheiden. Die Alternativhypothese lautet, dass das Förderprogramm der EG zu

besseren Leistungen bei HRT1-4 führt, d.h. dass sich EG und KG signifikant unterscheiden bei einem Signifikanzniveau von 5%. Dies bedeutet, dass die Nullhypothese nicht abgelehnt werden kann. Es lässt sich kein Unterschied nachweisen, der nicht auch zufällig entstanden sein könnte. Die Förderung hat in diesem Fall für die EG keinen wesentlichen Vorteil erbracht. Interpretiert man die gemessenen Effektstärken nach Cohen (1988) kann hier von keinem Effekt ausgegangen werden, interpretiert nach Hattie (2014) liegt der Effekt im Bereich der Reifung („developmental effect“), kann also ebenfalls nicht der Intervention zugeschrieben werden da die Effektstärke  $<0.1$  ist. Mit dem p-Wert wird gemessen, dass ein in den Daten beobachteter Unterschied zwischen EG und KG zufällig entstanden sein könnte und damit die Nullhypothese zutrifft. Da der p-Wert mit  $p=0.0803$  größer als 0.05 ist, liegt keine statistische Signifikanz vor. Die Nullhypothese wäre auch in diesem Fall richtig. Wie folgende Abb. 43 (S. 149) zeigt, sind die Unterschiede der Prä- und Post-Tests in beiden Gruppen EG/ KG im Mittel positiv, was für eine Verbesserung der Testpersonen in der Post-Testung spricht. Es ist erkennbar, dass die Verbesserungen der Experimentalgruppe größer sind, da die Box und der Medianstrich höher sind. Hier ist ein Trend der Verbesserung der Leistungen der EG zu sehen.

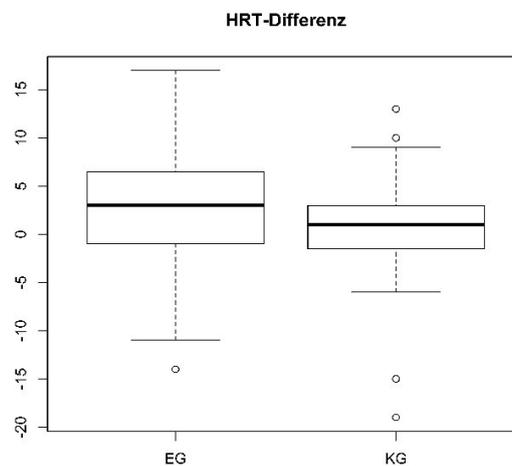


Abb. 43: HRT-Differenz im Vergleich Experimentalgruppe (EG) und Kontrollgruppe (KG)

Weitere statistische Berechnungen zum Konfidenzintervall zeigen, dass sich die Nullhypothese innerhalb des Intervalls befindet, die Streuung allerdings so groß ist, dass sich lediglich eine Tendenz von 95%-KI  $[-0.2153, 3.7311]$  erkennen lässt. Die Breite von  $-0.22$  bis  $3.73$  umfasst 0, d.h. es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die

Nullhypothese richtig ist. Der Trend hin zu 3.73 deutet aber darauf hin, dass die Förderung der EG einen positiven Effekt hat. Dies ist als Tendenz zu verstehen, statistisch signifikant ist es nicht. Der Vergleich der Mittelwerte der beiden Gruppen zeigt hingegen einen deutlichen Unterschied: EG: 2.6 bzw. KG: 0.8. Obwohl nicht statistisch signifikant, liegt hier ein Trend vor: Die mittlere Differenz im Prä-Test-Post-Test-Vergleich ist bei der EG höher als bei der KG. Dies spricht für eine durchschnittliche Verbesserung durch das durchgeführte Förderprogramm. Der errechnete p-Wert deutet darauf hin, dass die Ergebnisse der EG und KG gleich sind, die Förderung der EG also keinen positiven Effekt auf die Leistung hat. Der Mittelwertvergleich der beiden Gruppen zeigt einen Unterschied in den Werten und ergibt für die EG 3.3 bzw. 1.8 für die KG. Obwohl statistisch nicht signifikant, lässt sich ein Trend erkennen. Wie Abb. 44 (S. 150) zeigt, sind die Unterschiede der Prä- und Posttests in beiden Gruppen EG/KG im Mittel positiv, was auch hier für eine Verbesserung der Proband\*innen in der Posttestung spricht. Es ist ebenfalls erkennbar, dass die Verbesserungen der Experimentalgruppe größer sind, da die Box und der Medianlinie auch hier höher sind.

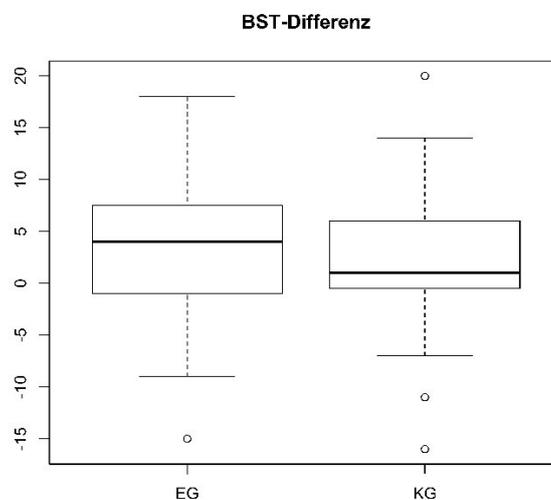


Abb. 44: BST-Differenz im Vergleich EG und KG

Bei der Auswertung der Tabelle und der Boxplots fällt auf, dass die Experimentalgruppe im Durchschnitt beim HRT1-4 und BST mit besseren Werten gestartet ist, die durch die Intervention noch ausgebaut werden konnten. Das Konfidenzintervall des t-Tests stellt sich für den BST wie folgt dar: 95%-KI [-0.8037, 3.6485]. Dies deutet darauf hin, dass eine Tendenz für die Wirksamkeit der Förderung der EG vorliegt, die in Bezug auf den t-

bzw. p-Wert allerdings nicht statistisch signifikant ist (s. o.). Die beim BST erzielte Effektstärke kann nach Morris (2002) mit  $d_{ppc2}=0.173$  sowie nach Klauer (2001) mit  $d_{Korr}=0.129$  angegeben werden. Die Berechnung der Effektstärke  $d$  ergibt mit  $d_{ppc2}=0.173$  sensu Morris (2002) einen Effekt, der nach Cohen (1988) interpretiert als kleiner Effekt zählt, da  $0.173 > 0.1$  aber  $0.173 < 0.2$ . Nach Hattie (2014) interpretiert handelt es sich höchstens um einen „teacher effect“, der nicht ursächlich auf die Intervention zurückgeführt werden kann, da der Effekt zu klein ist. Nimmt man den sensu Klauer (2001) errechneten Effektwert  $d_{Korr}=0.129$ , so ergibt sich nach Cohen kein, nach Hattie allenfalls ein „teacher effect“. Für die eingangs gestellten Fragestellungen und Hypothesen bedeutet dies:

Tab. 34: Überblick über das Ergebnis der Hypothesenprüfung

Fragestellung	Null-Hypothese	H <sub>0</sub>
1. Liegen bei den Schüler*innen an beruflichen Förderschulen besondere akademische, soziale und emotionale Risikofaktoren vor?	1. Bei den Schüler*innen an beruflichen Förderschulen liegen keine besonderen akademische, soziale und emotionale Risikofaktoren vor.	abgelehnt
2. Führt das Förderprogramm auf Basis der dritten Fröbel-Gabe zu einer Steigerung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens?	2a. Die Maßnahme führt zu keiner Verbesserung des mit dem HRT gemessenen räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen.  2b Die Maßnahme führt zu keiner Verbesserung des mit dem BST gemessenen räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen.	Nicht-abgelehnt  Nicht-abgelehnt
3. Profitieren Schüler*innen mit höherem bzw. niedrigerem IQ unterschiedlich stark vom Förderprogramm mit der dritten Gabe?	3a Bei Schüler*innen mit höheren kognitiven Leistungen gemessen mit dem CFT20-R ist keine Steigerung im räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen durch das Förderprogramm mit der dritten Gabe zu verzeichnen.  3b Bei Schüler*innen mit niedrigeren kognitiven Leistungen gemessen mit dem CFT20-R ist keine Steigerung im räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen durch das Förderprogramm mit der dritten Gabe zu verzeichnen.	Teilweise abgelehnt  Teilweise abgelehnt

Die in dieser Untersuchung gewonnenen Erkenntnisse lassen nur den Schluss zu, dass die Aussagen der Nullhypothese für die Fragestellung 1 abgelehnt werden muss, da bei den Schüler\*innen, wie gezeigt, hohe Risikobelastungen vorliegen. Die Nullhypothesen für die Fragestellung 2 müssen allerdings akzeptiert werden, weil statistisch keine signifikanten Ergebnisse darauf hindeuten, dass die Alternativhypothese angenommen werden kann. Das bedeutet, dass die durchgeführte Studie für die Fragestellung 2 keinen Beweis dafür erbracht hat, dass das didaktische Förderprogramm einen positiven Effekt auf das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen hat. Die Alternativhypothese, der zufolge das Förderprogramm positive Auswirkungen auf das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen hat, ist also abzulehnen. Rein statistisch betrachtet, wirkt sich die Verwendung der dritten Fröbel-Gabe nicht signifikant auf das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen aus. Die Studie zeigt, dass die Ergebnisse eine zu starke Streuung aufweisen. Allerdings kann bei der Betrachtung des Konfidenzintervalls von einem Trend ausgegangen werden, der einen Hinweis auf die Wirksamkeit der Förderung gibt. Die Ergebnisse der Experimentalgruppe unterscheiden sich nicht statistisch signifikant von den Ergebnissen der Kontrollgruppe. Hier ist allerdings ebenfalls ein Trend zu berichten. Dennoch soll hier noch einmal auf die Ergebnisse der Pilotstudie verwiesen werden, die im Vergleich Prä-Posttestung einen Trend in Richtung auf die Wirksamkeit des dort eingesetzten Förderprogramms nahelegen. Die Nullhypothesen 3a und 3b der Fragestellung 3 können nur teilweise abgelehnt werden, da die Ergebnisse der geschlechtsheterogenen Betrachtung keine signifikante Steigerung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens zeigen. Während die Ergebnisse der geschlechtsgemischten Gruppe mit hoher und niedriger Intelligenz (Medianteilung) im HRT1-4-Prä-Post-Vergleich für die EG und KG keinen signifikanten Zuwachs an räumlich-visuellem Vorstellungsvermögen durch das Förderprogramm zeigen (vgl. Abb. 36, S. 141), lassen sich die Ergebnisse im BST-Prä-Post-Vergleich ebenfalls keinen deutlichen Hinweis auf die Wirksamkeit des Förderprogramms erkennen (vgl. Abb. 37, S. 142). Eine Betrachtung der feiner granulierten Auswertung nach Geschlecht (männlich/weiblich) und Unterteilung in zwei durch Median geteilten Gruppen der hohen bzw. niedrigen Intelligenzausprägung zeigt jedoch, dass bei der Betrachtung des Maximums der erhobenen Werte gerade weibliche Studienteilnehmer in der EG von der Förderung durch das Förderprogramm mit der dritten Gabe zu profitieren scheinen. Die Differenz des HRT1-4-Ergebnisses nach Geschlecht und IQ (Prä-Post-Vergleich) (vgl. Differenz des HRT1-4-Ergebnisses nach Geschlecht und IQ (Prä-Post-Vergleich) (vgl.

Abb. 38, S. 143 und Abb. 39, S. 145). Dies gilt sowohl für die Ergebnisse des HRT1-4 als auch für die des BST. Allerdings nur bei der Betrachtung der Ergebnisse der geschlechtshomogenen nach IQ mediangeteilten Teilgruppen (vgl. S. 140). Bei den weiblichen Probanden lässt sich kein deutlicher Unterschied in Bezug auf den IQ feststellen, allerdings ist eine deutliche Steigerung der HRT1-4- bzw. BST-Ergebnisse bei der Experimentalgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe zu sehen: Die Förderung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens mithilfe des Förderprogramms weisen bei weiblichen Teilnehmern der Studie mit hohem, gerade aber auch mit niedrigem IQ einen positiven Trend auf. Dies spricht für die Wirksamkeit des Förderprogramms für diese Teilgruppe. An dieser Stelle könnten weitere Analysen (z.B. im Rahmen von Regressionsmodellen) durchgeführt werden, die die Einflussgrößen HRT1-4-Prä und IQ-Gruppierung in Bezug auf die Zielgröße HRT1-4-Post setzen, damit Aussagen über den Zusammenhang von niedrigen Ergebnissen beim CFT20-R und erwarteten HRT1-4-Post-Ergebnissen getroffen werden können. Die geschilderten Trends sind bei den männlichen Probanden nicht zu erkennen, deshalb muss werden die Hypothesen 3a und 3b teilweise abgelehnt. Insgesamt sind die Ergebnisse so zu verstehen, dass sie als in ihrer Ausprägung als positive, negative oder teilnegative Antworten auf die Fragestellungen Anlass zu weiteren Studien, weiterer empirischer Forschung mit den Fröbel-Gaben innerhalb praktischer Settings geben. Das Studiendesign kann mit einer anderen Proband\*innengruppe wiederholt werden, denkbar ist auch, die Anzahl der Proband\*innen zu erhöhen, um den mit dem Konfidenzintervall gefundenen Trend überprüfen zu können. Auch das Förderprogramm selbst könnte weiter überarbeitet werden, um in der praktischen Förderung Verwendung zu finden. Dies ist gerade im Rahmen sonderpädagogischen Arbeitens mit kleinen Gruppen und Individuen sehr gut vorstellbar. Trotz der in der Studie gefundenen statistisch nicht signifikanten Ergebnisse, sind die Aussagen dieser kontrollierten Gruppenstudie von Relevanz, weil sie echte Ergebnisse aus der praktischen Feldforschung in einer beruflichen Förderschule im Übergangssystem zwischen Schule und Beruf sind. Hier scheint die Schülerklientel so heterogen zu sein, dass sich durch die Testung keine statistisch signifikanten Ergebnisse zeigen. Die vermeintliche größere Wirksamkeit der Intervention bei weiblichen Pbn könnte nach dem derzeitigen Stand der Forschung ein in dieser Feldstudie zufällig aufgefundener Effekt sein, da eine theoretische Fundierung dieses Effekts bisher nicht vorliegt. Es handelt sich bei der kontrollierten Gruppenstudie um den wahrscheinlich ersten Ansatz, das Potential der Fröbel-Gaben im Kontext des räumlichen-visuellen

Vorstellungsvermögens im Hinblick auf eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit, empirisch zu untersuchen und damit gleichzeitig die ganz praktische Beschäftigung mit Fröbel-Material wieder in den Fokus der Sonderpädagogik zu bringen. Da die Erfahrung zeigt, dass sich das räumlich-virtuelle Vorstellungsvermögen durch die dritten Fröbel-Gabe in Verbindung mit einem didaktischen Förderprogramm schulen lässt und in mehreren informellen Settings Teilnehmer\*innen von einer gesteigerten Kompetenz auf diesem Gebiet berichten, wäre es nun sinnvoll, das Förderprogramm auf eine andere Klientel anzuwenden und neue Daten zu erheben.

#### 4.4.2 Methodenkritische Betrachtung

Die Studie ist klassisch konzipiert und weist daher ein bewährtes Prä-Posttest-Design auf. Die innerhalb der Studie verwendeten standardisierten Testinstrumente sind in ihrer Anwendung seit Jahren erprobt und haben sich bewährt. Die Auswahl von HRT1-4, der ein klassischer Test für Kinder im Grundschulalter ist, erfolgte für die hier getesteten Proband\*innen mangels Alternative: Es gibt leider keine Tests, die auf Schüler\*innen im Übergangssystem an einer beruflichen Förderschule abzielen, d.h. auf diese geeicht sind. Daneben stellt die inhaltliche Anforderung des HRT1-4 durchaus eine Hürde für die hier getesteten Schüler\*innen dar, weshalb entschieden wird, diesen Test als Test für den Wissenstransfer in der Prä- und Post-Testung einzusetzen. Der BST ist für die Zielgruppe geeignet, stellt mit seinen Anforderungen die hier getesteten Proband\*innen allerdings vor eine große Hürde, da die Aufgabenstellung erst nach einer Einführung durch die Studienleiter\*innen verstanden wird. Aus Mangel an Alternativen wird basierend auf dem BST das Förderprogramm bestehend aus der dritten Fröbel-Gabe und dem didaktischen Aufgabenmaterial angefertigt und in der Förderung eingesetzt. Die flankierend eingesetzten Tests bzw. Fragebögen CFT20-R, LSL und SDQ werden für das Entdecken eventueller Korrelationen zu den Testergebnissen aus HRT1-4 und BST herangezogen. Auch bei diesen drei Instrumenten handelt es sich um langjährig bewährte Werkzeuge, deren Auswertung standardisiert ist und deren Aussagen Aufschluss über weitere zu untersuchende Parameter der Leistung der Proband\*innen geben können. Die Ergebnisse der drei letztgenannten Werkzeuge bestätigen zum Teil die Aussagen, die sich über ähnliche oder andere Diagnostika in den Schülerakten wiederfinden und runden so das Bild der Persönlichkeit der Proband\*in ab. Bei allen verwendeten Instrumenten handelt es sich lediglich um *Momentaufnahmen*. Es muss klar darauf hingewiesen werden, dass

es sich bei Feldstudien, die mit Menschen durchgeführt werden und „weiche“ Faktoren messen, d.h. keine naturwissenschaftlichen Konstanten, um *fehlerbehaftete Verfahren* handelt. Bereits die Tagesform, Geschlecht, Beziehung zur Lehrkraft oder ein fehlendes Frühstück können die Testergebnisse beeinflussen. Eine Testwiederholung könnte trotzdem zu anderen Ergebnissen führen. Auch stellt die Situation, in der Tests stattfinden, eine Abweichung des normalen Tagesablaufs als besonderes Ereignis dar. Anders als durch Feldforschung in der beschriebenen Art lassen sich entsprechende Ergebnisse allerdings nicht gewinnen. Deshalb kann nicht auf solche Settings verzichtet werden. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass alle durchgeführten Studien mit ihren Ergebnissen veröffentlicht werden, damit das Gesamtbild stimmt. Eine selektive Veröffentlichung von nur genehmen Daten stellt eine Verfälschung des zu untersuchenden Sachverhalts dar. Es muss jedoch in aller Deutlichkeit festgehalten werden, dass die Intervention innerhalb dieser Studie nicht zu einem verbesserten räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen geführt hat, die Intervention also nicht geeignet ist, um als Trainingsprogramm zur Steigerung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens anerkannt zu werden.

#### 4.5 Ableitung der Konsequenzen für Theorie und Praxis

Nicht nur in dieser Arbeit zeigt sich, dass „Aufgabenstellungen aus dem Bereich der räumlichen Geometrie, bei denen der Umgang mit Würfeln, Würfelbauten [...] verlangt ist, [...] relativ hohe Anforderungen“ (Hellmich, 2007, S. 645) an Schüler\*innen stellen. Empirische Studien aus der Vergangenheit (vgl. Grassmann, 1996) zeigen, dass „eine Aufgabenstellung, deren erfolgreiche Bearbeitung sowohl eine sichere räumliche Orientierung als auch Kenntnis von Lagebeziehungen voraussetzt, von weniger als fünfzig Prozent“ (Hellmich, 2007, S. 645) der Proband\*innen gelöst wird. Es besteht die Möglichkeit, dass sich dies im Rahmen einer Lehr- und Lernumgebung bzw. eines Förderprogramms mit Fröbel-Material, insbesondere mit der dritten Fröbel-Gabe, ändert. Insbesondere ließe sich somit das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen positiv beeinflussen, so dass es zu einer Verbesserung bei der Bewältigung formalisierter Aufgaben kommen könnte. Auch durch die hier berichteten Ergebnisse der kontrollierten Gruppenstudie kann das nicht völlig abgelehnt werden. Zwar weisen die statistischen Auswertungen von t-Test und auch der p-Wert klar auf fehlende statistische Signifikanz hin. Die Konfidenzintervalle lassen hingegen einen Trend erkennen. Weitere Forschung

ist hierzu erforderlich. Die hier berichteten Vorgehensweisen und Ergebnisse zeigen eine Möglichkeit des Einsatzes von Fröbel-Material im Übergangssystem zwischen Schule und Beruf an einer oberbayerischen, beruflichen Förderschule auf. Zunächst als vermeintliches „Kindergarten-Material“ außer Acht gelassen, lässt sich die dritte Fröbel-Gabe trotzdem sehr gut in einen didaktischen Kontext im Bereich des Förderunterrichts der Mathematik als Fördermaterial einsetzen. Weitere Einsatzfelder, z.B. in der Geragogik, sind denkbar. Auch wenn die Untersuchung keine statistisch signifikanten Resultate hervorgebracht hat, so lässt sich anhand der in der kontrollierten Gruppenstudie aufgefundenen, sichtbaren Trends begründen, warum ein Einsatz von Fröbel-Material sinnvoll zur Unterstützung des positiven Beeinflussens des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens sein kann. Nehmen wir die Prä- und Posttestergebnisse der kontrollierten Einzelfallstudie dazu, kann festgestellt werden, dass der praktische Umgang mit der dritten Fröbel-Gabe im Förderunterricht durch die erzielten Ergebnisse begründbar ist und Schüler\*innen in einem 1:1-Setting von der in der Gabe liegenden Kraft profitieren und ihr räumlich-visuelles Vorstellungsvermögen trainieren können. Negative Beeinflussung durch den Umgang mit dem Fördermaterial sind über beide Studien hinweg nicht zu beobachten. Die positiven Effekte können bei längerer Anwendung des Förderprogramms wahrscheinlich deutlich sichtbarer werden. Die Forderung nach der Verwendung von konkreten Materialien für „konstruktive Aktivitäten und Handlungserfahrungen im Sinne eines aktiv-entdeckenden Lernens“ (Hellmich, 2007, S. 638) im allgemeinen Mathematikunterricht aber „wieder besonders im Förderunterricht“ (Hellmich, 2007, S. 639) ist zielführend für die Verbesserung der räumlich-visuellen Wahrnehmung. Dabei sollte die Verwendbarkeit bereits vorhandener Materialien genutzt werden. Die Berücksichtigung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens in den aktuellen Lehrplänen kommt zu kurz. Die Bedeutung für die mathematischen Fähigkeiten und als eine Ausprägung der Intelligenz sind nicht zu unterschätzen. Deshalb sollte im Mathematikunterricht der beruflichen Förderschule, die ja in unterschiedlichsten Berufsfeldern ein gutes dreidimensionales Vorstellungsvermögen verlangt (z.B. in den Fachbereichen Metall, Holz und Kraftfahrzeugtechnik), der Anteil an raumgeometrischen Aufgaben erhöht werden. Die sonderpädagogische Förderung im Bereich Mathematik nimmt an der beruflichen Förderschule einen wichtigen Raum ein, da hier vor der Berufsausbildung (im Berufsvorbereitungsjahr und Berufsgrundschuljahr) und für die Berufsausbildung (im dualen System) mathematische Basiskenntnisse und -fertigkeiten wiederholt, gefestigt

und vertieft werden. Dabei kann es zielführend sein, das Mehrebenenmodell QU!S (vgl. Heimlich & Wilfert de Icaza, 2014) als Skala für die inklusive Schulentwicklung bereits für die Ausbildung von Lehrer\*innen heranzuziehen, um dort die Fröbel-Pädagogik und Fröbel-Material zu verankern. Hier sind insbesondere die Qualitätsstandards „Kinder und Jugendliche mit individuellen Förderbedürfnissen“, „inklusive Unterricht“ sowie „interdisziplinäre Teamkooperation“ (Heimlich & Wilfert de Icaza, 2014, S. 106) geeignet. Fröbel als Inklusionspädagoge spielt in der heutigen Sonderpädagogik kaum eine Rolle, könnte aber mit diesem Themenbereich gewinnbringend für die Sonderpädagogik sein. Individuelle Förderbedürfnisse, die zunächst in formativen Settings diagnostiziert werden und meist in summativen Beurteilungen münden, können auf die Verwendung des Fröbel-Materials in sonderpädagogischen Kontexten angewandt werden. Da das Material es zulässt bereits in der Grundschulstufe eingesetzt zu werden, könnte es alle Schulbesuchsjahre begleitend zu einem Standardwerkzeug der Sonderpädagog\*innen an allen Schulformen werden. Dazu sind jedoch noch weitere Arbeiten nötig. Höchste Zeit, dass der ganze Fröbel für die Sonderpädagogik entdeckt wird.

## 5 Fazit: Zusammenfassung und Ausblick

Zum Abschluss dieser Arbeit sollen nach einer kurzen Zusammenfassung Konsequenzen aus den Arbeitsergebnissen für Theorie und Praxis vorgestellt werden.

### 5.1 Zusammenfassung

Diese Arbeit besteht aus zwei Teilen. Während der erste Teil sich mit den theoretischen Aspekten zu Fröbel, den Gaben, dem räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen und der Mathematik auseinandersetzt, umfasst der zweite Teil den Bericht der Ergebnisse einer Pilot- und einer Hauptstudie, die als Gemeinsamkeit die praktische Beschäftigung mit der dritten Fröbel-Gabe im Rahmen eines didaktisch aufgebauten Förderprogramms haben. Der theoretische Teil beleuchtet das von Fröbel ersonnene Gabensystem, seine Beschreibung und theoretische Ausführung als komplexes Ganzes. Zusätzlich werden Erweiterungen des Systems vorgestellt. Eine Analyse des mathematischen Gehalts der Gaben und Fröbels Mathematikverständnis werden ebenso berichtet wie die Konzeptionen des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens als Bestandteil der menschlichen Intelligenz. Im empirischen Teil schließt sich eine kontrollierte

Gruppenstudie im A-B-Design an eine vorher durchgeführte kontrollierte Einzelfallstudie (Pilot-Studie) im Multiple-Baseline-Design an. Während bei der Einzelfallstudie sechs Schüler\*innen aus dem Schuljahr 2017/2018 teilnehmen, werden bei der Gruppenstudie ein Großteil der Schüler\*innen aus den BVJ-Klassen des Schuljahres 2018/2019 ausgewählt. Zum Einsatz kommen in beiden Studien die standardisierten Instrumente HRT1-4, BST und CFT20-R. Beide Studien werden auf der praktischen Seite in den Förderungen mit der dritten Fröbel-Gabe durchgeführt. Das begleitende didaktische Förderprogramm unterscheidet sich von der Einzelfall- zur Gruppenstudie wie folgt voneinander: Die Einzelfallstudie wird von einem Studienleiter (NR) komplett durchgeführt, während die Gruppenstudie mit Hilfe von Multiplikator\*innen (Übungsleiter\*innen) umgesetzt wird. Dabei wird auf inhaltliche Schulung geachtet, sodass die Übungsleiter\*innen zu jeder Zeit wissen, wie sie die Proband\*innen fördern sollen. Die Ergebnisse der Einzelfallstudie zeigen in den Ergebnissen der vielfach erhobenen CBMs während der Förderphase keinen nennenswerten Trend, der darauf hindeutet, dass das verwendete Förderprogramm zu einer Leistungssteigerung beim räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen führt. Der Vergleich der Prä-Posttestungsergebnisse von HRT1-4 und BST zeigt hingegen sehr wohl, dass es bei allen Proband\*innen zu einer teils erheblichen Verbesserung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens kommt. Die Ergebnisse der kontrollierten Einzelfallstudie, die im klassischen AB-Design durchgeführt wird, weist für diese Stichprobe eine Heterogenität der Ergebnisse aus, sodass sich aus den bloßen statistischen Berechnungen des t- sowie p-Wertes keine statistisch signifikante Aussage über die Wirksamkeit des Förderprogramms ablesen lässt. Erst unter Zuhilfenahme inferenzstatistischer Verfahren mit der Angabe eines Konfidenzintervalls wird deutlich, dass man bei der Experimentalgruppe von einem Trend zu besseren Ergebnissen sprechen kann. Dieser Trend ist allerdings rein deskriptiv zu verstehen und nicht statistisch signifikant. Es gibt kaum Studien, die genau die untersuchte Zielgruppe hinsichtlich ihrer Risikobelastung zum Inhalt haben. Aus diesem Grund gibt es kaum Befunde zur Risikobelastung 16-19jährige Förderschüler\*innen an beruflichen Förderschulen. Allein die hier gewonnenen Daten lohnen einer näheren Betrachtung und könnten einen Gewinn für diesen Sektor darstellen. Beide Teilstichproben (KG und EG) weichen kaum voneinander ab. Die untersuchten Proband\*innen sind psychosozial hoch belastet, das Lern- und Arbeitsverhalten ist problematisch. Insgesamt kann das Ausmaß der Risikobelastung als exorbitant angesehen werden, da die Ergebnisse unter den erwarteten Werten liegen und

die Skalen (z.B. vom CFT20-R) gar nicht auf alle erzielten Ergebnisse angewandt werden können. Die hier vorliegende Hochrisikogruppe weist Effekte beim HRT1-4 auf, die statistisch nicht signifikant sind. Die Effektstärke zeigt allerdings einen Trend. Für den BST gilt, dass hinsichtlich der Förderung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens tendenziell positive Unterschiede gefunden werden, also Lernerfolge zu verzeichnen sind. Gerade bei der differenzierten Betrachtung einzelner Teilgruppen wie hier anhand der Unterteilung nach Geschlecht geschehen, bietet Hinweise auf sinnvolle Ansätze der Förderung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens. Wenn durch das vorliegende Förderprogramm einer dieser Teilgruppen bereits zu einer Steigerung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens geholfen werden kann, so ist zu fragen, wie diese Förderung in den Unterricht einfließen kann und wie eine Förderung der anderen hier angesprochenen Teilgruppen beschaffen sein muss. Dennoch ist aufgrund der in beiden Studien erzielten Ergebnisse zu fragen, inwieweit die Studiendesigns diesem komplexen Thema gerecht werden können. Schließlich handelt es sich bei pädagogischen Forschungsvorhaben nicht um genuin naturwissenschaftliche Arbeiten, sondern meist um Feldforschung mit Menschen. Deshalb können die Studiensettings und die damit erzeugten Ergebnisse fehlerbehaftet sein. Dies wurde bereits angesprochen (vgl. S. 120). Weiterhin lassen sich verschiedene Forschungsdesiderate identifizieren:

- Ein historisch-systematischer Überblick über das Gabensystem mit chronologischen Erweiterungen von Nachfolger\*innen fehlt.
- Die Historie der Genese der Legetäfelchen von Fröbels Ursprüngen bis zu den Erweiterungen und Ergänzungen durch Nachfolger\*innen ist noch nicht beschrieben worden.
- Beziehungen von und Ableitungen aus den einzelnen geometrischen Körpern (Gaben und Legetäfelchen) sind noch nicht in einer systematischen Übersicht dargestellt worden.
- Die Evaluierung von Fröbels Gabensystem für die Verwendung im Mathematik- und insbesondere im Geometrieunterricht, aber auch in anderen Unterrichtszusammenhängen steht noch aus.
- Die Transformation Fröbel'scher Ideen in eine aktualisierte Form der heutigen Zeit – insbesondere auf die Verwendung der Gaben in Elementar- und Schulpädagogik ist im wissenschaftlichen und praktischen Diskurs noch nicht angekommen.

- Weitere Einsatzfelder der Gaben wie therapeutische Kontexte sowie die Geragogik sind denkbar und noch nicht erforscht.
- Praktische Handreichungen fehlen, ein Sammelband als Momentaufnahme zur aktuellen Fröbel-Praxis ist in Vorbereitung.

## 5.2 Ausblick

Diese Arbeit führt dazu, dass die Fröbel-Forschung, die seit Jahrzehnten historisch angelegt ist und auf dem Gebiet der Quellenerschließung, d.h. der Grundlagenarbeit eine erstaunliche Menge von Erfolgen aufweist, sich mit dieser Arbeit zum ersten Mal der empirischen Auseinandersetzung mit Fröbel-Material in einem sonderpädagogischen Kontext stellt. Die sonderpädagogische Beschäftigung hingegen steckt – nicht nur was die historische Auseinandersetzung mit der Bedeutung Fröbels für die Heil- und Sonderpädagogik angeht – in den „Kinderschuhen“. Als Disziplin hat sie die Chance und Möglichkeit Fröbel neu zu entdecken und die, in seinen Worten, „Mannigfaltigkeit“ (Fröbel, 1828) seiner Pädagogik in Theorie und Praxis den Menschen zugänglich zu machen. Dabei bietet sich genau diese Zweiteilung an: Der Bereich der Theorie könnte tiefer in die Bedeutung von Fröbel für die Sonderpädagogik „einsteigen“ und weitere historische Beeinflussungen von Fröbels Ideen auf die Heil- und Sonderpädagogik herausarbeiten. Der Bereich der Praxis ist im Vergleich zum Bereich der Theorie wahrscheinlich umfangreicher, da das gesamte Material-Spektrum aus Fröbel'scher Hand noch einmal ganz neu entdeckt und mit didaktischen Förderprogrammen für die Praxis ausgearbeitet werden sollte. Systematisch sollte die Verwendbarkeit des Materials in allen Fächern überprüft werden, um damit auch die Grenzen und Erweiterungsmöglichkeiten des Materials herauszufinden. Die Grundlagen, d.h. die Quellen liegen durch die Arbeiten von Helmut Heiland in lesbarer Form vor, Ansätze zum Umgang mit dem Material in der Praxis fehlen. Es wäre eine gewinnbringende Herausforderung, Förderprogramme für die Materialpraxis zu entwickeln. In Anbetracht der kaum vorhandenen Studien zur Risikobelastung von Schüler\*innen an beruflichen Förderschulen wären Arbeiten, die sich genau mit diesem Klientel beschäftigen ein großer Gewinn für diesen Bereich der sonderpädagogischen Forschung.

## Literaturverzeichnis

- Amthauer, R. (1953). *Intelligenz-Struktur-Test* (2. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Barlow, D., Nock, M. & Hersen, M. (2008). *Single Case Experimental Designs: Strategies for Studying Behavior Change* (3. Aufl.). Boston: Pearson.
- Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst. (2014, Mai). LehrplanPLUS Grundschule. Lehrplan für die bayerische Grundschule. Zugriff am 20.9.2020. Verfügbar unter: <https://www.lehrplanplus.bayern.de/sixcms/media.php/107/LehrplanPLUS%20Grundschule%20StMBW%20-%20Mai%202014.1225929.pdf>
- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus (Hrsg.). (2010). Lehrplan zur beruflichen Vorbereitung für Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf: Berufsvorbereitungsjahr (BVJ), Arbeitsqualifizierungsjahr (AQJ), Berufsvorbereitende Bildungsmaßnahme (BvB). Zugriff am 27.6.2016. Verfügbar unter: [https://www.isb2.bayern.de/download/11022/lehrplan\\_bv\\_sopaedfb\\_stmuk\\_barrrierefrei\\_neu\\_2012\\_05\\_23.pdf](https://www.isb2.bayern.de/download/11022/lehrplan_bv_sopaedfb_stmuk_barrrierefrei_neu_2012_05_23.pdf)
- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. (2018a). LehrplanPLUS - Förderschule - 3 - Mathematik - Fachlehrpläne. Zugriff am 8.4.2021. Verfügbar unter: <https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/foerderschule/3/mathematik/foerderschwerpunkt/lernen>
- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. (2018b). LehrplanPLUS - Mittelschule - 5 - Mathematik - Fachprofile. Zugriff am 8.4.2021. Verfügbar unter: <https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachprofil/mittelschule/mathematik/5>

- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. (2018c). LehrplanPLUS - Realschule - 5 - Mathematik - Fachprofile. Zugriff am 8.4.2021. Verfügbar unter: <https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachprofil/realschule/mathematik/5>
- Beutler, B. (2012). „Das ist das gleiche, nur anders.“ - Vorschulkinder erkennen geometrische und arithmetische Beziehungen beim Umstrukturieren von Flächen und Bauwerken. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2012. Vorträge auf der 46. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 05.03.2012 bis 09.03.2012 in Weingarten* (Bände 1-2, Band 1, S. 125–128). Münster: WTM Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien.
- Birkel, P., Schein, S. A. & Schumann, H. (2002). *Bausteine-Test. Ein Test zur Erfassung des räumlichen Vorstellungsvermögens*. Göttingen: Hogrefe.
- Bode, M. (1925). Friedrich Fröbels Erziehungsidee und ihre Grundlage. *Zeitschrift für Geschichte der Erziehung und des Unterrichts*, (15), S. 118-182.
- Boldt, R. & Eichler, W. (1982). *Friedrich August Wilhelm Fröbel*. Köln: Pahl-Rugenstein.
- Boldt, R., Knechtel, E. & König, H. (1982a). „Kommt, lasst uns unseren Kindern leben!“ *Aus dem pädagogischen Werk eines Menschenerziehers* (2. Aufl., Band 3). Berlin: Volk und Wissen.
- Boldt, R., Knechtel, E. & König, H. (1982b). „Kommt, lasst uns unseren Kindern leben!“ *Aus dem pädagogischen Werk eines Menschenerziehers* (2. Aufl., Band 1). Berlin: Volk und Wissen.
- Brandl, B. (2011). Das räumliche Vorstellungsvermögen im Mathematikunterricht fördern. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011. Vorträge auf der 45. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 21.02.2011 bis 25.02.2011 in Freiburg* (Band 1, S. 135–139). Münster: WTM Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien.

- Brodbeck, M. (2015). *Friedrich Fröbel. Stationen seines Lebens und Wirkens* (1. Aufl.). Ilmenau: Rhino.
- Buber, M. (1999). *Das dialogische Prinzip: Ich und Du. Zwiesprache. Die Frage an den Einzelnen. Elemente des Zwischenmenschlichen. Zur Geschichte des dialogischen Prinzips* (102006. Auflage). Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus.
- Burscheid, H.-J. (1986). Braucht der Geometrieunterricht Anregungen? *Der Mathematikunterricht*, 32(4), S. 5-21.
- Clements, D. H. & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In: Grouws, D. A. (Hrsg.), *Handbook of research in mathematics teaching and learning* (S. 420–464). New York: Macmillan.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (Subsequent edition.). Hillsdale, N.J: Routledge Member of the Taylor and Francis Group.
- Comenius, J. A. (2000). *Große Didaktik*. (A. Flitner, Hrsg.) (9. Aufl.). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Corwin, S. (2021). Introductory Statistics. *Introductory Statistics*. Zugriff am 28.5.2021. Verfügbar unter: <https://www.radford.edu/~scorwin//courses/200/book/index.html>
- Daniel, M. (2016). Spielend Begriffe bilden - Eine empirische Untersuchung des Potentials der Fröbel'schen Spielgaben zur Begriffsbildung im Geometrieunterricht der Grundschule. Universität Leipzig.
- Danner, H. (2006). *Methoden geisteswissenschaftlicher Pädagogik* (5.). München und Basel: Ernst Reinhardt.
- DeLuca, C. & Hughes, S. (2014). Assessment in Early Primary Education: An Empirical Study of Five School Contexts. *Journal of Research in Childhood Education*, 28(4), S. 441-460. <https://doi.org/10.1080/02568543.2014.944722>

- Deno, S. L. (1987). Curriculum-Based Measurement. *Teaching Exceptional Children*, 20(1), S. 40-42. [https://doi.org/https://doi.org/10.1177/004005998702000109](https://doi.org/10.1177/004005998702000109)
- Deno, S. L. (1993). Curriculum-Based Measurement. In: Conoley, J. C. & Kramer, J. J. (Hrsg.), *Curriculum-Based Measurement* (S. 1–24). Lincoln: University of Nebraska.
- Deutsche Gesellschaft für Erziehungswissenschaft. (2016). DGFE: Ethik-Rat | Ethikkodex. Zugriff am 9.4.2021. Verfügbar unter: <https://www.dgfe.de/dgfe-wir-ueber-uns/ethik-rat-ethikkodex>
- Deutsche Gesellschaft für Psychologie. (2005). DGPs: Berufsethische Richtlinien. *Berufsethische Richtlinien*. Text, . Zugriff am 9.4.2021. Verfügbar unter: <https://www.dgps.de/index.php?id=85>
- Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung. (2017). Personenregister: K — Online-Editionen der BBF. *Briefedition Friedrich Fröbel*. Seite, . Zugriff am 9.4.2021. Verfügbar unter: <https://editionen.bbf.dipf.de/briefedition-friedrich-froebel/personenregister/personenregister-k>
- Diehl, K. & Hartke, B. (2007). Curriculumnahe Lernfortschrittsmessung. *Sonderpädagogik*, (37), S. 195-211.
- Diehl, K., Hartke, B. & Knopp, E. (2009). Curriculum-based Measurement & Leerlingsonderwijsvolgsteem: Konzepte zur theoriegeleiteten Lernfortschrittsmessung im Anfangsunterricht Deutsch und Mathematik? *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 60(4), 122–130.
- Dieterich, V.-J. (2005). *Johann Amos Comenius mit Selbstzeugnissen und Bilddokumenten dargestellt von Veit-Jakobus Dieterich* (4. Aufl.). Hamburg: Rowohlt.
- Donat, C. (2015). *Mathe an Stationen Spezial Geometrie 1+2: Handlungsorientierte Materialien für die Klassen 1 und 2* (2. Aufl.). Donauwörth: Auer.

- Donat, C. (2016). *Mathe an Stationen SPEZIAL Geometrie 3-4: Handlungsorientierte Materialien für die Klassen 3 und 4* (2. Aufl.). Augsburg: Auer.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. Aufl.). Berlin: Springer.
- Dornieden, R. (2019, Februar 14). Status Bausteine-Test (BST).
- Drechsler, F. (2016). Raumvorstellung von Grundschulkindern mit körperlicher Beeinträchtigung - Empirische Erkundungen unter besonderer Berücksichtigung der Fröbel'schen Spielgaben. Universität Leipzig.
- Dupuis, G. & Kerkhoff, W. (1992). *Enzyklopädie der Sonderpädagogik, der Heilpädagogik und ihrer Nachbargebiete*. Berlin: Spiess.
- Ellger-Rüttgardt, S. (2008). *Geschichte der Sonderpädagogik: Eine Einführung* (1. Aufl.). München: Reinhardt.
- Ellinger, S. & Koch, K. (2018). Zum Verschwinden des Pädagogischen aus der sonderpädagogischen Forschung und Lehre. Qualitätskriterien hochrangiger Forschung in der Sonderpädagogik. *Pädagogische Korrespondenz*, (57), 33–37.
- Fahrmeir, L., Kneib, T. & Lang, S. (2007). *Regression. Modelle, Methoden und Anwendungen* (2. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Förster, C., Göller, M. & Rockstein, M. (2017). *Fröbel*. Berlin: Cornelsen.
- Franke, M. (2007). *Didaktik der Geometrie in der Grundschule* (2. Aufl.). München: Elsevier Spektrum.
- Friedl, S., Wöller, S. & Reinhold, S. (2017). Zugänge zur Mathematik über die Spielgaben Friedrich Fröbels. In S. Reinhold & K. Liebers (Hrsg.), *Mensch - Raum - Mathematik. Historische, reformpädagogische und empirische Zugänge zur Mathematik und ihrer Didaktik. Festschrift für Michael Toepell* (S. 118–138). Münster: WTM Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien.

- Fröbel, F. (1818, Mai 23). F. an Friedrich Daniel Ernst Schleiermacher in Berlin v. 23.5.1818 (Keilhau). Text, . Zugriff am 1.1.2021. Verfügbar unter: <http://opac.bbf.dipf.de/editionen/froebel/fb1818-05-23-01.html#FS7>
- Fröbel, F. (1821, August 31). F. an Friedrich Schleiermacher in Berlin v. <Mitte/vor 31.> 8.1821 (Berlin). Text, . Zugriff am 1.1.2021. Verfügbar unter: <http://opac.bbf.dipf.de/editionen/froebel/fb1821-08-15-01.html#FS7>
- Fröbel, F. (1826). *Die Menschenerziehung, die Erziehungs-, Unterrichts- und Lehrkunst, angestrebt in der allgemeinen deutschen Erziehungsanstalt zu Keilhau; dargestellt von dem Stifter, Begründer und Vorsteher derselben, Friedrich Wilhelm August Fröbel* (Band 1). Leipzig: Verlag der allgemeinen deutschen Erziehungsanstalt.
- Fröbel, F. (1827a, Juli 25). F. an Bernhard II. Erich Freund Herzog von Sachsen-Meiningen in Meiningen v. <vor> 6. / 25.7.1827 (Keilhau). Text, . Zugriff am 4.11.2016. Verfügbar unter: <http://bbf.dipf.de/editionen/froebel/fb1827-07-06-01.html>
- Fröbel, F. (1827b, Mai 23). F. an Bernhard Heinrich Blasche in Waltershausen v. 23.5.1827 (Keilhau). Text, . Zugriff am 1.1.2021. Verfügbar unter: <http://opac.bbf.dipf.de/editionen/froebel/fb1827-05-23-01.html#BB4>
- Fröbel, F. (1828, Mai 24). F. an Karl Christian Friedrich Krause in Göttingen v. 24.5./2.6./17.6.1828 (Keilhau). Text, . Zugriff am 7.11.2016. Verfügbar unter: <http://bbf.dipf.de/editionen/froebel/fb1828-05-24-01.html>
- Fröbel, F. (1840, Februar 29). F. an Kern in Eisenach v. 29.2./5.3.1840 (Blankenburg). Text, . Zugriff am 28.4.2017. Verfügbar unter: <http://bbf.dipf.de/editionen/froebel/fb1840-02-29-01.html>

- Fröbel, F. (1844a). „*Kommt laßt uns unsern Kindern leben!*“ - Mutter- und Kose-Lieder zur edlen Pflege des Kinheitslebens. Ein Familienbuch. Mit Randzeichnungen, erklärendem Texte und Singweisen. Blankenburg bei Rudolstadt: Anstalt zur Pflege des Beschäftigungstriebes der Kindheit und Jugend.
- Fröbel, F. (1844b). Anleitung zum Gebrauche der in dem Kindergarten zu Blankenburg ausgeführten dritten Gabe eines Spiel- und Beschäftigungsganzen, des einmal allseitig geteilten Würfels: „die Freude der Kinder“ in zweihundert Sachdarstellungen und ebensovielen Reimliedchen.
- Fröbel, F. (1845, 28.07). F. an Leonhard Woepcke in Annaburg bei Magdeburg v.21./28.7.1845 (Keilhau). Brief, . Zugriff am 4.10.2019. Verfügbar unter: <http://opac.bbf.dipf.de/editionen/froebel/fb1845-07-21-01.html#LW4>
- Fröbel, F. (1851a, Juli 15). F. an Jan Daniel Georgens in Baden-Baden v. 15.7.1851 (Marienthal). Text, . Zugriff am 31.1.2018. Verfügbar unter: <http://bbf.dipf.de/editionen/froebel/fb1851-07-15-01.html>
- Fröbel, F. (1851b, Juli 21). F. an Jan Daniel Georgens in Baden-Baden v. 21.7.1851 (Marienthal). Text, . Zugriff am 31.1.2018. Verfügbar unter: <http://opac.bbf.dipf.de/editionen/froebel/fb1851-07-21-01.html#JG1>
- Fröbel, F. (1851c, Juli 24). F. an Jan Daniel Georgens in Baden-Baden v. 24.7.1851 (Marienthal). Text, . Zugriff am 31.1.2018. Verfügbar unter: <http://opac.bbf.dipf.de/editionen/froebel/fb1851-07-24-02.html#JG1>
- Fröbel, F. (1851d, Oktober 24). F. an Jan Daniel Georgens in Baden-Baden v. 24.10.1851 (Marienthal). Text, . Zugriff am 31.1.2018. Verfügbar unter: <http://opac.bbf.dipf.de/editionen/froebel/fb1851-10-24-01.html#JG1>
- Fröbel, F. (1937). *Fröbels Theorie des Spiels III: Die dritte Gabe*. (E. Blochmann, H. Nohl & E. Weniger, Hrsg.). Langensalza, Berlin, Leipzig: Beltz.

- Fröbel, F. (1951). *Friedrich Fröbel: Kleine Schriften und Briefe von 1809 - 1851* (Pädagogische Texte). (E. Hoffmann, Hrsg.). Godesberg: Helmut Küpper vormals Georg Bondi.
- Fröbel, F. (1982). *Friedrich Fröbel: Kleine Schriften und Briefe von 1809 - 1851* (Pädagogische Texte). (E. Hoffmann, Hrsg.) (3.). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Fröbel, F. (o. J.). Allgemeine Übersicht der bis jetzt zum größten Teile ausgearbeiteten Spiel- und Beschäftigungskästen und Mittel von Friedrich Fröbel. BN 57, Blatt 4 Fröbelverein e.V. Bad Blankenburg (Hrsg.). (o. J.). Kommt, laßt uns unsern Kindern leben. Friedrich Fröbel, Wirkungsstätten in Thüringen.
- Frostig, M. & Müller, H. (Hrsg.). (1981). *Teilleistungsstörungen: Ihre Erkennung u. Behandlung bei Kindern*. Hrsg. von Marianne Frostig u. Helmut Müller. München, Wien [usw.]: Urban & Schwarzenberg.
- Fuys, D., Geddes, D. & Tischler, R. (Hrsg.). (1984). Summary of Pierre van Hieles Dissertation Entitled "The Problem of Insight in Connection with School Children's Insight into the Subject-Matter of Geometry. *English Translation of Selected Writings of Dina van Hiele-Geldof and Pierre M. van Hiele* (S. 237–243). Brooklyn: Brooklyn College.
- Geerken, H. (1952). „Fröbelgaben“ in der Hilfsschule. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 258–268.
- Georgens, J. D. & Deinhardt, H. (1861). *Die Heilpädagogik mit besonderer Berücksichtigung der Idiotie und der Idiotenanstalten* (Bände 1-2, Band 1). Leipzig.
- Georgens, J. D. & Deinhardt, H. (1863). *Die Heilpädagogik mit besonderer Berücksichtigung der Idiotie und der Idiotenanstalten* (Bände 1-2, Band 2). Leipzig: Fleischer.

- Gittler, G. (1990). *Dreidimensionaler Würfeltest: 3 DW ; ein rasch-skaliertes Test zur Messung des räumlichen Vorstellungsvermögens*. Weinheim: Beltz.
- Goldammer, H. (1885). *Fr. Fröbels Spielgaben für das vorschulpflichtige Alter* (Der Kindergarten. Handbuch der Fröbel'schen Erziehungsmethode, Spielgaben und Beschäftigungen.) (4. Aufl., Bände 1-4, Band 1). Berlin: Verlag von Carl Habel.
- Görlich, Y. & Schuler, H. (2007). *AZUBI-TH: Arbeitsprobe zur berufsbezogenen Intelligenz - technische und handwerkliche Tätigkeiten*. Göttingen: Hogrefe.
- Grassmann, M. (1996). *Geometrische Fähigkeiten der Schulanfänger. Grundschulunterricht*.
- Grünke, M. & Simon, H. (2010). *Förderung bei Rechenschwäche* (Fördern lernen - Intervention) (Band 3). Stuttgart: Kohlhammer.
- Grüßing, M. (2020). Raum und Form. In U. Heimlich & F.B. Wember (Hrsg.), *Didaktik des Unterrichts bei Lernschwierigkeiten: Ein Handbuch für Studium und Praxis* (4. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.
- Guay, R. (1976). *Purdue spatial visualization test*. West Lafayette: Purdue University.
- Guilford, J. P. (1964). *Persönlichkeit - Logik, Methodik und Ergebnisse ihrer quantitativen Erforschung*. Weinheim: Beltz.
- Haffner, J., Baro, K., Parzer, P. & Resch, F. (2005). *HRT 1- 4 Heidelberger Rechentest. Erfassung mathematischer Basiskompetenzen im Grundschulalter*. Hogrefe.
- Häsel-Weide, U. (2020). Sachrechnen. *Didaktik des Unterrichts bei Lernschwierigkeiten. Ein Handbuch für Studium und Praxis* (4., S. 303–318). Stuttgart: Kohlhammer.
- Hattie, J. (2014). *Lernen sichtbar machen: Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von Visible Learning*. (K. Zierer & W. Beywl, Übers.) (3. Aufl.). Baltmannsweiler: Schneider.
- Hebenstreit, S. (2003). *Friedrich Fröbel: Menschenbild, Kindergartenpädagogik, Spielförderung*. Jena: Garamond.

- Heerwart, E. (1894). *Der Zweck und das Ziel der Fröbel'schen Gaben und Beschäftigungen: mit einer erläuternden Tabelle*. Eisenach: H. Kahle.
- Heiland, H. (1967). *Die Symbolwelt Friedrich Fröbels* (Anthropologie und Erziehung) (Band 20). Heidelberg: Quelle & Meyer.
- Heiland, H. (1972). *Literatur und Trends in der Fröbelforschung* (Literatur und Forschungsberichte zur Pädagogik) (Band 1). Weinheim: Beltz.
- Heiland, H. (1982a). *Friedrich Fröbel in Selbstzeugnissen und Bilddokumenten dargestellt von Helmut Heiland* (rowohlts monographien) (3.). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Heiland, H. (1982b). *Fröbel und die Nachwelt: Studien zur Wirkungsgeschichte Friedrich Fröbels*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Heiland, H. (1983a). *Fröbelforschung* (Band 199). Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Heiland, H. (1983b). Friedrich Froebel: Die Konzeption des Helbaer Plans. Unveröffentlichte Dokumente aus der Keilhauer Zeit. *Pädagogische Rundschau*, 37(3), 297–323.
- Heiland, H. (1990). *Bibliographie Friedrich Fröbel: Primär- und Sekundärliteratur 1820 - 1990* (Beiträge zur Fröbelforschung) (Band 2). Hildesheim: Olms.
- Heiland, H. (1992). *Fröbelbewegung und Fröbelforschung. Bedeutende Persönlichkeiten der Fröbelbewegung im 19. und 20. Jahrhundert* (Beiträge zur Fröbelforschung). Hildesheim: Olms.
- Heiland, H. (1993). *Die Schulpädagogik Friedrich Fröbels* (Beiträge zur Fröbelforschung) (Band 4). Hildesheim: Olms.
- Heiland, H. (1998). *Die Spielpädagogik Friedrich Fröbels* (Beiträge zur Fröbelforschung) (Band 5). Hildesheim: Olms.

- Heiland, H. (2002). *Friedrich Wilhelm August Fröbel* (Basiswissen Pädagogik - Historische Pädagogik) (Band 5). Hohengehren: Schneider.
- Heiland, H. (2004). Der „authentische“ Fröbel (Schriften des Friedrich-Fröbel-Museums Bad Blankenburg). In M. Rockstein (Hrsg.), *Der authentische Fröbel* (S. 7–43). Rudolstadt.
- Heiland, H. (Hrsg.). (2008). *Friedrich Fröbel in seinen Briefen*. Würzburg: Königshausen & Neumann.
- Heiland, H. (2017). *Neue Beiträge zur Fröbelforschung*. Würzburg: Königshausen & Neumann.
- Heiland, H. & Gebel, M. (2002). Über die Edition — Online-Editionen der BBF. *Gesamteition der Briefe Friedrich Fröbels*. Zugriff am 23.12.2020. Verfügbar unter: <https://editionen.bbf.dipf.de/briefedition-friedrich-froebel/ueber-die-edition>
- Heiland, H., Gebel, M. & Neumann, K. (Hrsg.). (2006). *Perspektiven der Fröbelforschung*. Würzburg: Königshausen & Neumann.
- Heimlich, U. (2015). *Einführung in die Spielpädagogik* (3. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Heimlich, U. (2016). *Pädagogik bei Lernschwierigkeiten* (2. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Heimlich, U. & Wilfert de Icaza, K. (2014). *Anforderungen, Belastungen und Ressourcen im Lehrerberuf* (Lehrerbildung auf dem Prüfstand). (E. Kiel & S. Weiß, Hrsg.) (Band 2). Landau in der Pfalz: Verl. Empirische Pädagogik. Verfügbar unter: [urn:nbn:de:0111-pedocs-147505](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-147505)
- Hellmich, F. (2007). Geometrie (Handbuch Sonderpädagogik). *Sonderpädagogik des Lernen* (Band 2, S. 634–657). Göttingen: Hogrefe.

- Henschen, E. & Teschner, M. (2013). Von Kindergärten, Kindheitspädagoginnen und der Mathematik mit Bauklötzen. In J. Sprenger, A. Wagner & M. Zimmermann (Hrsg.), *Mathematik lernen, darstellen, deuten, verstehen. Didaktische Sichtweisen vom Kindergarten bis zur Hochschule* (S. 53–67). Wiesbaden: Springer.
- Hoffmann, J. (1982). *Johanna Hoffmann: Spiele fürs Leben - Historischer Roman um Friedrich Fröbel* (4. Aufl.). Rudolstadt: Greifen-Verlag.
- Hosp, J. & Hosp, M. (2012). *Curriculum-Based Measurement*. Port Chester: National Professional Resources Inc./Dude Publishing.
- Hosp, M. K. & Hosp, J. L. (2003). Curriculum-Based Measurement for Reading, Spelling, and Math: How to Do It and Why. *Preventing School Failure*, 48(1), 10–17.
- Ibrahimović, N., Bulheller, S. & Horn, R. (2006). *Intelligenz-Basis-Faktoren (IBF)*. Frankfurt/Main: Harcourt.
- Jain, A. & Spieß, R. (2012). Versuchspläne der experimentellen Einzelfallforschung. *Empirische Sonderpädagogik*, (3/4), 211–245.
- JugendSozialwerk Nordhausen e.V. (o. J.). Freie Fröbelschule Keilhau. *Freie Fröbelschule*. Zugriff am 4.4.2021. Verfügbar unter: <https://freie-froebelschule.de/standort-keilhau/>
- Kazdin, A. E. (2016). *Research Design in Clinical Psychology*. Boston: Pearson Education.
- Kelbert, H. (1977). Fröbel und die Mathematik. *Friedrich Wilhelm August Fröbel 1782-1852. Materialien der Fröbel-Ehrung in der DDR vom 19.-21. Juni 1977 anlässlich seines 125. Todestages* (S. 54–68). Gehalten auf der Friedrich Wilhelm August Fröbel 1782-1852, Berlin.

- Kern, F. (1847). *Pädagogisch-diätetische Behandlung Schwach- und Blödsinniger*. Leipzig: Klinkhardt.
- Kerst, B. (1920). Kopfgeometrie. *Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht aller Schulgattungen*, 51(9/10), 217–223.
- Klasen, H., Woerner, W., Rothenberger, A. & Goodman, R. (2003). Die deutsche Fassung des Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ-Deu) - Übersicht und Bewertung erster Validierungs- und Normierungsbefunde. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*.
- Klauer, K. J. (2001). *Handbuch Kognitives Training* (2. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Klauer, K. J. (2011). Lernverlaufsdiagnostik - Konzept, Schwierigkeiten und Möglichkeiten. *Empirische Sonderpädagogik*, (3), 207–224.
- Klein Jäger, W. (1978). *Fröbel-Material zur Förderung des entwicklungsgestörten und des behinderten Kindes* (Werkhefte zur heilpädagogischen Übungsbehandlung) (1.). Ravensburg: Otto Maier.
- Klein Jäger, W. (1987). *Fröbel-Material. Material zur Förderung des entwicklungsgestörten und des behinderten Kindes* (Arbeitshefte zur heilpädagogischen Übungsbehandlung) (Band 4). Heidelberg: Edition Schindele.
- Kluge, K.-J. & Patschke, U. (1976). *Spielen, Spielmittel und Spielprogramme zur Förderung behinderter Kinder und Jugendlicher* (1.). Ravensburg: Otto Maier.
- Knechtel, E. (1977). Zum Bildungsinhalt der Spiele und Spielmittel F.W.A. Fröbels. In Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik (Hrsg.), *Friedrich Wilhelm August Fröbel 1782 - 1852. Materialien der Fröbel-Ehrung in der DDR vom 19. - 21. Juni 1977 anlässlich seines 125. Todestages* (S. 174). Berlin.
- Knechtel, E. (1978). *Theorie und Praxis des Spiels bei F.W.A. Fröbel*. Text. Berlin: Akademie der Wissenschaften.

- Knoll, E. & Landry, W. (2011). An Exploration of Froebel's Gift Number 14 leads to Monolinear, Re-entrant, Dichromic Mono Polyomino Weavings. In R. Sarhangi (Hrsg.), *Proceedings of Bridges 2011: Mathematics, Music, Art, Architecture, Culture* (S. 641–648). Gehalten auf der Bridges 2011: Mathematics, Music, Art, Architecture, Culture, Phoenix: Tesselation Publishing.
- König, H. (Hrsg.). (1978). *Friedrich Wilhelm August Fröbel 1782 - 1852. Materialien der Fröbel-Ehrung in der DDR von 19. - 21. Juni 1977 anlässlich seines 125. Todestages*. Berlin.
- Konrad, F.-M. (2003). Der mathematische Fröbel. Mit Spielgaben die Welt begreiflich machen. *Theorie und Praxis der Sozialpädagogik*, (10), 14–15.
- Kraus-Boelté, M. & Kraus, J. (1877). *The Kindergarten Guide. An illustrated Hand-Book, designed for the Self-Instruction of Kindergartners, Mothers, and Nurses*. New York: E. Steiger.
- Kretschmann, R. (2007). Lernschwierigkeiten, Lernstörungen und Lernbehinderung (Handbuch Sonderpädagogik). *Sonderpädagogik des Lernens* (Band 2, S. 4–32). Göttingen: Hogrefe.
- Kuntze, M.-A. (1952). *Friedrich Fröbel. Sein Weg und sein Werk* (2.). Heidelberg: Quelle & Meyer.
- Kuratli Geeler, S., Moser Opitz, E. & Schnepel, S. (2020). Erstrechnen. *Didaktik des Unterrichts bei Lernschwierigkeiten. Ein Handbuch für Studium und Praxis* (4., S. 275–288). Stuttgart: Kohlhammer.
- Lange, W. (Hrsg.). (1862a). *Friedrich Fröbel's gesammelte pädagogische Schriften. Zweite Abtheilung: Friedrich Fröbel als Begründer des Kindergartens. Gedanken Friedrich Fröbels über das Spiel und die Spielgegenstände des Kindes* (Friedrich Fröbel's gesammelte pädagogische Schriften). Berlin: Enslin.

- Lange, W. (Hrsg.). (1862b). *Friedrich Fröbel's gesammelte pädagogische Schriften. Erste Abtheilung: Aus Fröbel's Leben und erstem Streben. Autobiographie und kleinere Schriften.* (Friedrich Fröbel's gesammelte pädagogische Schriften) (Bände 1-2, Band 1). Berlin: Enslin.
- Laußmann, R. (2016). Erkundung zu Fröbels 3. Spielgabe im Hinblick auf arithmetische Anforderungen des mathematischen Anfangsunterrichts. Universität Leipzig.
- Lee, K. (2008). Freie mathematische Eigenproduktionen: Die Entfaltung entdeckender Lernprozesse durch Phantasie, Ideenwanderung und den Reiz unordentlicher Ordnungen. In U. Graf & E. Moser Opitz (Hrsg.), *Diagnostik und Förderung im Elementarbereich und Grundschulunterricht: Lernprozesse wahrnehmen, deuten und begleiten* (2. Aufl., S. 150–164). Hohengehren: Schneider Verlag Hohengehren.
- Lee, S.-W. (1998). Froebelian Developments in the Republic of Korea. *Early Child Development and Care*, 146(1), 87–104.  
<https://doi.org/10.1080/0300443981460108>
- Leeb-Lundberg, K. A. M. (1972). *Friedrich Froebel's Mathematics for the Kindergarten: Philosophy, Program, and Implementation in the United States.* New York: New York University.
- Leeb-Lundberg, K. A. M. (1983). Friedrich Fröbels Bedeutung als Lehrer der Mathematik (Friedrich Fröbels Leistung und sein Wirken in unserer Zeit). *Wissenschaftliche Zeitschrift, Heft 4/5*, 593–597.
- Lehmann, W. (2004). Kinderbeaufsichtigung im späten 18. und frühen 19. Jahrhundert (Schriften des Friedrich-Fröbel-Museums Bad Blankenburg). In Thüringer Landesmuseum Heidecksburg & M. Rockstein (Hrsg.), *Der authentische Fröbel* (Band 5, S. 152). Rudolstadt.

- Lenhard, W. & Lenhard, A. (2017). Computation of Effect Sizes. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17823.92329>
- Liegle, L. (2013). *Frühpädagogik. Erziehung und Bildung kleiner Kinder. Ein dialogischer Ansatz.* (Pädagogik). Stuttgart: Kohlhammer.
- Linn, M. C. & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: a meta-analysis. *Child Development*, 56(6), 1479 . 1498.
- Lorenz, J. H. (1992). *Anschauung und Veranschaulichungsmittel im Mathematikunterricht: Mentales visuelles Operieren und Rechenleistung* (2. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Lorenz, J. H. & Radatz, H. (1993). *Handbuch des Förderns im Mathematikunterricht.* Hannover: Schroedel.
- Lorenz, J.-H. (2016). *Kinder begreifen Mathematik: Frühe mathematische Bildung und Förderung* (Entwicklung und Bildung in der Frühen Kindheit) (2. Auflage). Stuttgart: Kohlhammer.
- Lost, C. (2002). Der Kindergarten als „Bildungsort“. Die Neuentdeckung eines „alten“ Problems: Bildung im Vorschulalter (Schriften des Friedrich-Fröbel-Museums Bad Blankenburg). *Bildungsort Kindergarten* (1., Band 4, S. 25–39). Bad Blankenburg.
- Löwe, T. (2016). Das mathematikdidaktische Potenzial der 5. Fröbel'schen Spielgabe: Entwicklung einer Lernumgebung und empirische Erkundungen zur Umsetzung im Anfangsunterricht. Universität Leipzig.
- von Lucke, C. (2016). Potenzial der Fröbel'schen Spielgaben im Hinblick auf Aspekte der Zahlbegriffsentwicklung von Grundschulkindern im mathematischen Anfangsunterricht. Universität Leipzig.

- Maier, P. H. (1994). *Räumliches Vorstellungsvermögen: Komponenten, geschlechtsspezifische Differenzen, Relevanz, Entwicklung und Realisierung in der Realschule*. Frankfurt am Main; New York: P. Lang.
- Maier, P. H. (1999). *Räumliches Vorstellungsvermögen: Ein theoretischer Abriss des Phänomens räumliches Vorstellungsvermögen, Mit didaktischen Hinweisen* (1. Auflage). Donauwörth: Auer Verlag GmbH.
- Mantel, E. & Binder, K. A. (2012). Erfassung räumlicher Fähigkeiten im Grundschulalter. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2012. Vorträge auf der 46. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 05.03.2012 bis 09.03.2012 in Weingarten* (Bände 1-2, Band 2, S. 577–580). Münster: WTM Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien.
- von Marenholtz-Bülow, B. (1886). *Theoretisches und praktisches Handbuch der Fröbelschen Erziehungslehre*. Kassel: Georg H. Wigand.
- von Marenholtz-Bülow, B. (1887). *115 Tafeln zum zweiten, praktischen Teil des Handbuchs der Fröbelschen Erziehungslehre*. Kassel: Georg H. Wigand.
- Meister, E. (1952). Die Fröbelschen Spielgaben und Beschäftigungsmittel in der Hilfsschulpraxis. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 262–268.
- Meyer, H. J. (Hrsg.). (1903). *Meyers Großes Konversations-Lexikon. Ein Nachschlagewerk des allgemeinen Wissens*. Leipzig und Wien: Bibliographisches Institut.
- Möckel, A. (1988). *Geschichte der Heilpädagogik* (Konzepte der Humanwissenschaft). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Morris, S. B. (2002). Estimating Effect Sizes From Pretest-Posttest-Control Group Designs. *Organizational Research Methods*, 11(2), 364–386.  
<https://doi.org/http://doi.org/10.1177/1094428106291059>

- Müller, K. (1929). *Kulturreaktion in Preußen im 19. Jahrhundert. Mit einem Anhang: Briefe Fröbels und Diesterwegs*. Berlin: Verlag für Kulturpolitik.
- Myschker, N. & Stein, R. (2018). *Verhaltensstörungen bei Kindern und Jugendlichen: Erscheinungsformen - Ursachen - Hilfreiche Maßnahmen* (8. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2018). Isometric Drawing Tool. *Isometric Drawing Tool*. Zugriff am 14.3.2018. Verfügbar unter: <https://illuminations.nctm.org/activity.aspx?id=4182>
- Nijkamp, W. M. (1974). *100 Jaar Kleuters. 1867 - 1967* (2., Band 17). Ijmuiden: Vermande Zonen B.V.
- O'Shea, D. J. & Katsafanas, J. D. (2010). Curriculum-Based Assessment and Students with Special Needs. *International Encyclopedia of Education* (3., S. 571–576). Elsevier.
- Oelkers, J. (1989). *Die große Aspiration: zur Herausbildung der Erziehungswissenschaften im 19. Jahrhundert*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- zur Oeveste, H. (1987). *Kognitive Entwicklung im Vor- und Grundschulalter*. Göttingen: Hogrefe.
- Osann, C. (1956). *Friedrich Fröbel. Lebensbild eines Menschenerziehers*. Düsseldorf: Progress.
- Pestalozzi, J. H. (1927). Pestalozzis Brief an einen Freund über seinen Aufenthalt in Stans 1799. In A. Buchenau, E. Spranger & H. Stettbacher (Hrsg.), *Sämtliche Werke. Kritische Ausgabe*. (Bände 1-31, Band 13, S. 1–32). Berlin und Leipzig, Berlin und Zürich: De Gruyter/ Orell Füssli/ Zürcher Zeitung.

- Peter-Koop, A. (2012). Frühe mathematische Bildung - Grundlagen, Befunde und Konzepte. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2012. Vorträge auf der 46. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 05.03.2012 bis 09.03.2012 in Weingarten* (Bände 1-2, Band 1, S. 33–40). Münster: WTM Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien.
- Petermann, F. & Petermann, U. (2013). LSL - Lehrereinschätzliste für Sozial- und Lernverhalten – Hogrefe Verlag. Hogrefe. Zugriff am 11.4.2021. Verfügbar unter: <https://www.testzentrale.de/shop/lehreereinschaetzliste-fuer-sozial-und-lernverhalten.html>
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1971). *Die Entwicklung des räumlichen Denkens beim Kinde*. Stuttgart: Ernst Klett Verlag.
- Plath, M. (2011). Aufgaben in unterschiedlichen Präsentationsformen zum räumlichen Vorstellungsvermögen von Kindern im vierten Schuljahr. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011. Vorträge auf der 45. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 21.02.2011 bis 25.02.2011 in Freiburg* (Band 1, S. 631–634). Münster: WTM Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien.
- von Portugall, A. (1905). *Friedrich Fröbel - Sein Leben und Wirken* (Aus Natur und Geisteswelt: Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen) (Band 82). Leipzig: B. G. Teubner.
- Prüfer, J. (1913). *Kleinkinderpädagogik* (Die Pädagogik der Gegenwart) (Bände 1-X, Band VIII). Leipzig: Otto Nemnich.
- Prüfer, J. (1920). *Friedrich Fröbel* (Aus Natur und Geisteswelt: Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen) (2., Band 82). Leipzig: B. G. Teubner.

- Radatz, H. & Rickmeyer, K. (1991). *Handbücher Mathematik: Handbuch für den Geometrieunterricht an Grundschulen (Handbücher für den Mathematikunterricht, Band 8): bis 2007*. Hannover: Schroedel.
- Redhentoys. (2017). Froebel Gifts 1-9 Complete Set. *Red Hen Books & Toys Online Store*. Shop, . Zugriff am 8.12.2017. Verfügbar unter: <http://store.redhentoys.com/froebel-gifts-1-9-complete-set-p621.aspx>
- Reich, K. (2012). *Konstruktivistische Didaktik: Das Lehr- und Studienbuch mit Online-Methodenpool* (5. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Reinhold, S. (2015). Baustrategien von Vor- und Grundschulkindern: Zur Artikulation räumlicher Vorstellungen in konstruktiven Arbeitsumgebungen. In M. Ludwig (Hrsg.), *Geometrie zwischen Grundbegriffen und Grundvorstellungen* (S. 57–74). Wiesbaden: Springer.
- Reinhold, S., Downtown, A. & Livy, S. (2017). Revisiting Friedrich Froebel and his Gifts for Kindergarten: What are the Benefits for Primary Mathematics Education? *40 years on: We are still learning! Proceedings of the 40th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (S. 434–441). Gehalten auf der Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Melbourne: MERGA.
- Rensing, J., Käter, C., Käter, T. & Hillenbrand, C. (2016). Konstruktion und Überprüfung eines curriculumbasierten Testverfahrens im Fach Mathematik für die vierte Klasse. *Empirische Sonderpädagogik*, (4), 346–366.
- Rockstein, M. (2013). *Kindergarten* (Schriften des Friedrich-Fröbel-Museums Bad Blankenburg). (Thüringer Landesmuseum Heidecksburg, Hrsg.) (2., Band 1). Bad Blankenburg.
- Sales, B. D. & Folkman, S. (2000). *Ethics in research with human participants*. Washington, D.C.: American Psychological Association.

- Schauwecker-Zimmer, H. (2011, August). Fröbel-Kindergarten im Hechendorfer Kinderhaus. Entstehung, Geschichte, Pädagogik. (Fröbel Kindergarten Hechendorf e.V., Hrsg.).
- Scheffler, G. (1952). Die Bedeutung Fröbels für die heilpädagogische Arbeit in der Hilfsschule. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 253–257.
- Scheid, H. & Schwarz, W. (2017). *Elemente der Geometrie* (5.). Berlin: Springer Spektrum.
- Schipper, W. (2009). *Handbücher Mathematik: Handbuch für den Mathematikunterricht an Grundschulen: für den Mathematikunterricht an Grundschulen - Ausgabe 2009 ff. ... an Grundschulen - Ausgabe 2009 ff.*. Braunschweig: Schroedel.
- Schmassmann, M. & Jandl, S. (2020). Grundoperationen. *Didaktik des Unterrichts bei Lernschwierigkeiten. Ein Handbuch für Studium und Praxis* (4., S. 289–302). Stuttgart: Kohlhammer.
- Schmid, J. (1809). *Die Elemente der Form und Grösse (gewöhnlich Geometrie genannt) nach Pestalozzi's Grundsätzen bearbeitet, Bd I und II*. Bern: Wittwe Stämpfli.
- Schmutzler, H.-J. (1991). *Froebel und Montessori. Zwei geniale Erzieher - was sie unterscheidet, was sie verbindet*. (Praxishilfen Kindergarten, Hort, Schule) (4.). Freiburg, Breisgau: Herder.
- Seidel, F. (Hrsg.). (1883). *Friedrich Fröbels Kindergartenwesen* (Pädagogische Klassiker) (Band 12). Wien und Leipzig: A. Pichler's Witwe und Sohn.
- Seidler, I. (2017, April 24). Gabe 6B.
- Senftleben, H.-G. (1996). Erkundungen zur Kopfgeometrie (unter besonderer Beachtung der Einbeziehung kopfgeometrischer Aufgaben in den Mathematikunterricht der Grundschule). *Journal für Mathematikdidaktik*, 17(1), 49–72.  
<https://doi.org/10.1007/BF03339309>

- Shoji, Y. (1998). Originale Fröbels Spielgaben. Zugriff am 29.12.2020. Verfügbar unter:  
<http://www.froebel.ne.jp/gaben/gaben.html>
- Sikora, S. & Voß, S. (2017). Konzeption und Güte curriculumbasierter Messverfahren zur Erfassung der arithmetischen Leistungsentwicklung in den Klassenstufen 3 und 4, (3), 236–257.
- Sina-Spielzeug. (2019, Oktober 4). Holz Spielzeug, Kleinkinderspielzeug, Bauen Legen Spielen, Fröbel-Gaben, Spielmaterial nach Fröbel, Holzbausteine. Zugriff am 4.10.2019. Verfügbar unter: <https://www.shop.sina-spielzeug.de/sortiment-spielgaben-k%C3%83%C2%A4sten-p-1426.html?osCsid=933fb9d1133817ed2a53a29c99e684a9>
- Spinoza, B. de. (1677). *Tractatus Theologico-Politicus continens Dissertationes aliquot*, ... Hamburg: Heinrich Künraht.
- Stückrath, F. (1955). *Kind und Raum. Psychologische Voraussetzungen der Raumlehre in der Volksschule* (Psychologie der Unterrichtsfächer der Volksschule). München: Kösel.
- Stumpf, H. & Fay, E. (1983). *Schlauchfiguren: ein Test zur Beurteilung des räumlichen Vorstellungsvermögens*. Göttingen: Hogrefe.
- Thier-Schroeter, L. & Thier, H. (2002). *Kleine Legespielschule für Eltern, Erzieher und Kindergärtnerinnen*. Jena: IKS Garamond.
- Thurstone, L. L. (1938). *Primary Mental Abilities*. Chicago: University of Chicago Press.
- Toland, J. (1709). *Adeisidaemon, sive Titus Livius. A Superstitione vindicatus. ... Annexae sund ejusdem Origines Judaicae*. Hagrae-Comitis: Thomam Johnson.
- Vandenberg, S. G. & Kuse, A. R. (1978). Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47(2), 599–604.  
<https://doi.org/10.2466/pms.1978.47.2.599>

- Volkelt, H. (1952a). Unser Ganzheitspädagoge Friedrich Fröbel (Zu Fröbels 100. Todestag 21. Juni 1952). *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 237–253.
- Volkelt, H. (1952b). Unser Ganzheitspädagoge Friedrich Fröbel (2. Teil). Über das Verhältnis des jungen Fröbel zum Christentum. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 535–540.
- Voß, S. & Hartke, B. (2014). Curriculumbasierte Messverfahren (CBM) als Methode der formativen Leistungsdiagnostik im RTI-Ansatz. In M. Hasselhorn, W. Schneider & U. Trautwein (Hrsg.), *Lernverlaufsdiagnostik: Neue Folge Band 12* (S. 83–100). Göttingen: Hogrefe.
- Wagemann, E.-B. (1957). *Quadrat-Dreieck-Kugel - Die Elementarmathematik und ihre Bedeutung für die Pädagogik bei Pestalozzi, Herbart und Fröbel* (Göttinger Studien zur Pädagogik - Neue Folge). Weinheim: Beltz.
- Walter, J. & Wember, F. B. (Hrsg.). (2007). *Sonderpädagogik des Lernens* (1., Band 2). Göttingen: Hogrefe.
- Weber, H. M. & Petermann, F. (2016). Der Zusammenhang zwischen Schulangst, Schulunlust, Anstrengungsvermeidung und den Schulnoten in den Fächern Mathematik und Deutsch. *Zeitschrift für Pädagogik*, 62, 551–570.
- Wendling, K. (1952). Die Fröbelausstellung der Bad Hersfelder Hilfsschule. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 350–353.
- Werning, R., Balgo, R., Palmowski, W. & Sassenroth, M. (2012). *Sonderpädagogik*. Sonderpädagogik. Oldenbourg Wissenschaftsverlag. Zugriff am 5.4.2021.  
Verfügbar unter:  
<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1524/9783486714968/html>
- Wiesner, M. (2016). Geometrische Begriffsbildung mit der 3. und 4. Spielgabe Friedrich Fröbels: Gestaltung und empirische Erkundungen zu einer Lernumgebung mit Würfeln und Quadern. Universität Leipzig.

- Wiest, A. (1912). *Beschäftigungsbuch für Kranke und Rekonvaleszenten*. Stuttgart: Enke.
- Wilbert, J. & Grünke, M. (2015). Kontrollierte Einzelfallforschung. In K. Koch & S. Ellinger (Hrsg.), *Empirische Forschungsmethoden in der Heil- und Sonderpädagogik* (S. 100–105). Göttingen: Hogrefe.
- Wilson, S. (1967). The „Gifts“ of Friedrich Froebel. *Journal of the Society of Architectural Historians*, 26(4), 238–241.
- Winter, H. W. (2011). *Mathematikunterricht in der Grundschule im Geiste Fröbels*. (Handreichungen des Programms SINUS an Grundschulen. Mathematik). (O. Köller, B. Dedekind & V. Hane, Hrsg.). Kiel: Universität Kiel.
- Wirth-Steinbrück, E. (1996, Mai 1). Vom „Sphärischen Gesetz“ zur Mathematik der „Spielgaben“. Text, Bad Blankenburg.
- Wirth-Steinbrück, E. (1998). Vom „Sphärischen Gesetz“ zur Mathematik der „Spielgaben“. In H. Heiland (Hrsg.), *Friedrich Fröbel in internationaler Perspektive. Fröbelforschung in Japan und Deutschland*. (S. 87–96). Weinheim: Deutscher Studien-Verl.
- Worm, H.-L. (2001). Fröbel und die Verhaltensstörungen. (Neuer Thüringer Fröbelverein e.V., Hrsg.) *Neue Keilhauer Blätter. Ein Beitrag zur Fröbel-Pädagogik*, (7), 11–16.

## Anhang

### A Wichtige Lebensdaten

Die Lebensdaten Friedrich Fröbels in der folgenden Tabelle stammen im Wesentlichen aus: (Brodbeck, 2015, S. 87ff.; Fröbelverein e.V. Bad Blankenburg, o. J., S. 46; Hebenstreit, 2003; Heiland, 1982a).

Tab. 35: Tabellarische Übersicht über wichtige Lebensdaten Friedrich Fröbels

Datum	Ereignis
21. April 1782	Geburt im Pfarrhaus in Oberweißbach/ Thüringen als letztes, sechstes Kind seiner Mutter; die spätere Stiefmutter bekommt zwei weitere Kinder
7. Februar 1783	Tod der Mutter; sie stirbt an den Folgen der Geburt
22. Juli 1785	Fröbels Vater heiratet zum zweiten Mal: Friederike Sophie Otto
1786	Stiefgeschwisterkind Karl Popo kommt zur Welt; Stiefmutter wendet sich von Friedrich ab
1792	Stiefgeschwisterkind Johanna Sophie kommt zur Welt; Stiefmutter beschäftigt sich nur noch mit ihren eigenen Kindern
1789-1799	Fröbel besucht die Elementarschulen in Oberweißbach (Mädchenschule) und Stadtilm (ab 1792)
1797-1799	Lehre als Forstgeometer in Hirschberg an der Saale bei der Försterei Juchhöh
1799-1801	Wintersemester: Studium der Naturwissenschaften in Jena
10. Februar 1802	Tod des Vaters
1802-1805	Tätigkeiten in Forst- und Landwirtschaft (Forstamtsakutar in Braunach und Bamberg; Privatsekretär bei derer von Dewitz auf Gut Groß in Miltzow bei Neubrandenburg)
1805-1806	Lehrer an der Pestalozzi-Musterschule in Frankfurt am Main; Erster Besuch bei Pestalozzi in Ifferten (Ifferten, Yverdon)
1806-1811	Hauslehrer bei der Familie von Holzhausen in Frankfurt am Main (mit zweitem Besuch von Pestalozzi in Yverdon von 1808 bis 1810 mit den Holzhausen-Kindern)
1811-1812	Studium in Göttingen und Berlin (Alte Sprachen und naturwissenschaftliche Fächer)
April 1813	Eintritt in Lützows Freikorps und Teilnahme am Befreiungskrieg bis Ende 1814; Bekanntschaft mit Wilhelm Middendorf und Heinrich Langenthal
1814-1816	Assistent am Mineralogischen Institut der Universität Berlin unter Prof. Christian Samuel Weiss
13. November 1816	Gründung der „Allgemeinen deutschen Erziehungsanstalt“ in Griesheim/ Thüringen
Juni 1817	Umzug der Erziehungsanstalt von Griesheim nach Keilhau nach dem Tod des Hauseigentümers (Schwiegevater seines

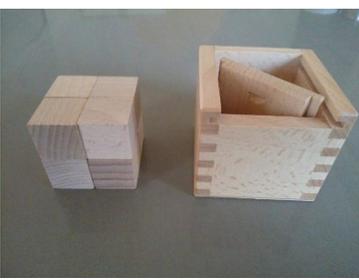
	Bruders Christoph); mit dem Erbe der Schwägerin konnte Keilhau gekauft werden
11. September 1818	Vermählung mit der geschiedenen Henriette Wilhelmine Hoffmeister (Klöpffer) in Berlin; die Ehe bleibt kinderlos
Mai 1820	Bruder Christian Fröbel lässt sich in Keilhau nieder; fünf Keilhauer Werbeschriften erscheinen (bis 1823)
1823	Johannes Barop schließt sich Fröbel an; fünf Keilhauer Werbeschriften erscheinen (seit 1820)
1826	Fröbels Hauptwerk „Die Menschenerziehung“ erscheint; die Wochenschrift „Die erziehenden Familien“ erscheint
1828/1829	Plan einer Volkserziehungsanstalt bei Meiningen (Helba-Plan, nicht verwirklicht)
August 1831	Eröffnung der Erziehungsanstalt Wartensee bei Luzern
Mai 1832	Umzug der Erziehungsanstalt Wartensee nach Willisau
1833	Erscheinung der „Grundzüge der Menschenerziehung“
1834-1835	Leitung von Lehrerfortbildungskursen in Burgdorf und Leitung des Waisenhauses und der Elementarschule in Burgdorf
16. Januar 1837	Umzug Fröbels nach Blankenburg und Beginn der professionellen (fabrikmäßigen) Herstellung von Spielmaterial
1838-1840	Zeitschrift „Ein Sonntagsblatt für Gleichgesinnte“
1839	Vortragsreisen
21. April 1839	Fröbel wird Ehrenbürger der Stadt Blankenburg
13. Mai 1839	Fröbels Ehefrau Wilhelmine Fröbel stirbt
Juni 1839	„Spiel- und Beschäftigungsanstalt“ in Blankenburg wird eröffnet
1840	„Spiel- und Beschäftigungsanstalt“ wird umbenannt in „Kindergarten“
28. Juni 1840	Gründung des „Allgemeinen deutschen Kindergartens“ im Rathaussaal der Stadt Blankenburg
1842	Kindergärtnerinnenkurse in Blankenburg
1843-1849	Vortragsreisen zu Verbreitung der Idee des Kindergartens
17.-19. August 1848	Lehrerversammlung in Rudolstadt, praktische Vorführungen und theoretische Darbietungen zur Propagierung des Kindergartens, Resolution für ein einheitliches Schulsystem vom Kindergarten bis zur Hochschule
1849	Umzug nach Bad Liebenstein/ Thüringen, Gründung der „Anstalt für allseitige Lebenseinigung durch entwickelnderzieherische Menschenbildung“, Beginn der ständigen Ausbildung von Kindergärtnerinnen
Mai 1850	Umzug nach Schloss Marienthal bei Meiningen, „Einigungsblatt für alle Freunde der Menschenbildung“ erscheint; Ausbildung von Kindergärtnerinnen im Obergeschoss
4. August 1850	Spielfest auf dem Altenstein
1851	Vermählung mit Luise Levin
23. August 1851	Kindergartenverbot in Preußen
27.-19. September 1852	Pädagogenversammlung in Bad Liebenstein mit einer Erklärung für Fröbel
3. Juni 1852	Teilnahme an der allgemeinen deutschen Lehrerversammlung in Gotha
21. Juni 1852	Fröbel stirbt mit 70 Jahren in Marienthal, Beisetzung in Schweina

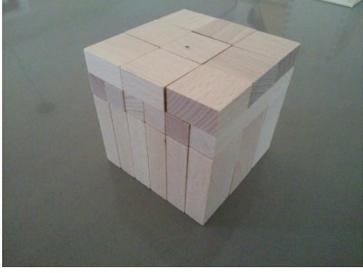


## B Übersicht der Gaben mit tabellarischer Übersicht der Baugaben

Ausgehend vom geometrischen Körper der Kugel, führt Fröbel seine Spielgaben zunächst mit dem Ball ein (1. Gabe). Die erste Gabe ist das Tor und der Schlüssel zur Welt, wie er sich dem Säugling darbietet. Ausgeführt wird die erste Gabe als ein Set weicher, umhäckelter Bälle, die sich an einer Häkelschnur auch aufhängen lassen. Weich sind sie deshalb, weil sie dem Säugling auch in die Hand gegeben werden und dieser sie mit dem Mund erkunden kann. Die Häkelschnur ermöglicht es auch dem Erwachsenen, Bewegungen des Balles über dem auf dem Rücken liegenden Säugling durchzuführen. Als zweite Gabe schließen sich die drei geometrischen Körper Kugel, Walze und Würfel an, die mithilfe des zugehörigen originalen Gestells (das sogenannte „Fenster“) in Bewegung, z.B. Rotation versetzt werden können, um anhand der daraus entstehenden Bewegungskörper weiteres über die Welt und ihre Plastizitäten zu erfahren. Diese zweite Gabe ist eher für die Hand der Erwachsenen gedacht gewesen, da die Kinder im Alter von zwei Jahren damit nicht unbedingt viel anfangen könnten. So gesehen passt die originale Ausführung der zweiten Gabe nicht in die Reihe der übrigen Gaben – schon gar nicht zu diesem frühen Lebensalter. Die dritte Gabe ist die erste Baugabe, die wie die folgenden Gaben als Baukästen geplant werden und dem Kind als Material in die Hand gegeben werden konnten, ohne dass es einer besonderen Anleitung im Umgang damit benötigt. Lediglich das Ein- und Auspacken wird als Ritual formalisiert und stellt damit zugleich den Beginn und das Ende der Beschäftigung mit den Gaben dar. Ursprünglich sind – ausgehend vom geometrischen Würfel – sieben Gaben geplant, die von Fröbel in „würflichte Teile“ sowie „bausteinartige Teile“ unterschieden werden (BN 57 o. J.). Die Baukästen, die von Fröbel geplant werden, finden sich hier in der tabellarischen Gesamtschau. Die Zitate der zweiten Spalte wurden der „Allgemeinen Übersicht“ aus der transkribierten Version von Erika Knechtel entnommen.

Tab. 36: Tabellarische Übersicht der zehn von Fröbel umgesetzten bzw. geplanten Gaben

Name	Abbildungung	Beschreibung (Zitate nach (BN 57 o. J.))
1. Gabe	 <p data-bbox="550 851 1053 884">Abb. 45: Erste Gabe (Quelle: SINA-Spielzeug)</p>	Bälle mit Kästchen und Rahmen
2. Gabe	 <p data-bbox="542 1444 1061 1478">Abb. 46: Zweite Gabe (Quelle: SINA-Spielzeug)</p>	„Vermittlungskörper zwischen Kugel und Würfel. A[nsicht] von den Flächen aus: Die Walze“ mit Kästchen und Rahmen
3. Gabe (=1. Baugabe)	 <p data-bbox="614 1915 989 1948">Abb. 47: Dritte Gabe mit Kästchen</p>	„nach allen Seiten hin einmal geteilter Würfel ( $2^3=8$ )“; ausgeführt von Fröbel

<p>4. Gabe (=2. Baugabe)</p>	 <p>Abb. 48: Vierte Gabe mit Kästchen</p>	<p>„in 8 Bauklötzchen“; ausgeführt von Fröbel</p>
<p>5. Gabe (=3. Baugabe)</p>	 <p>Abb. 49: Fünfte Gabe mit Kästchen</p>	<p>„nach allen Seiten hin zweimal geteilte Würfel (<math>3^3=27</math>) mit geteilten Teilwürfeln (<math>1/2</math> und <math>1/4</math>)“; ausgeführt von Fröbel</p>
<p>6. Gabe (=4. Baugabe)</p>	 <p>Abb. 50: Sechste Gabe ohne Kästchen</p>	<p>„in 27 Bauklötzchen nebst 9 in <math>1/2</math> geteilte 3 in Säulen; 6 in Plattenform geteilt“; ausgeführt von Fröbel</p>
<p>7. Gabe</p>	 <p>Abb. 51: Siebte Gabe im Kästchen</p>	<p>„nach allen Seiten hin dreimal geteilte Würfel (<math>4^3=64</math>) mit mehrfach geteilten Teilwürfeln (<math>1/2</math>, <math>1/3</math>, <math>1/4</math>, <math>1/4</math>, <math>1/6</math>)“; ausgeführt von Yasuhiro Shoji</p>

	 <p data-bbox="544 499 1062 528">Abb. 52: Siebte Gabe schematisch (Shoji, 1998)</p>	
8. Gabe	 <p data-bbox="616 969 991 999">Abb. 53: Achte Gabe im Kästchen</p>  <p data-bbox="544 1388 1062 1417">Abb. 54: Achte Gabe schematisch (Shoji, 1998)</p>	<p data-bbox="1109 613 1374 824">„in 64 Bauklötzchen 15 auf 3 verschiedene Weise in Halbe und eines durch Schräglinien in Viertel geteilt“; ausgeführt von Yasuhiro Shoji</p>
9. Gabe	 <p data-bbox="608 1859 997 1888">Abb. 55: Neunte Gabe im Kästchen</p>	<p data-bbox="1109 1503 1374 1624">„der in Tafeln und Balken geteilte Würfel (<math>5^3=125</math>)“; ausgeführt von Yasuhiro Shoji</p>



Abb. 56: Neunte Gabe schematisch (Shoji, 1998)

10. Gabe



Abb. 57: Zehnte Gabe im Kästchen



Abb. 58: Zehnte Gabe schematisch (Shoji, 1998)

„in 125 wieder in  
Platten und Tafeln  
verbunden“;  
ausgeführt von  
Yasuhiro Shoji

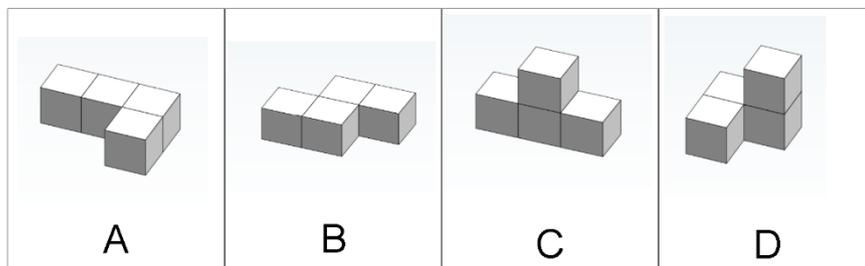
## C Sitzungskarte aus dem Förderprogramm der 1. Pilotstudie (Beispiel)

Im Folgenden sind die Unterlagen für eine Fördersitzung exemplarisch abgebildet. Die ersten beiden Seiten bleiben in der Hand des Übungsleiters zur raschen Kontrolle der Ergebnisse, die Seiten drei bis einschließlich acht werden von den Proband\*innen bearbeitet.

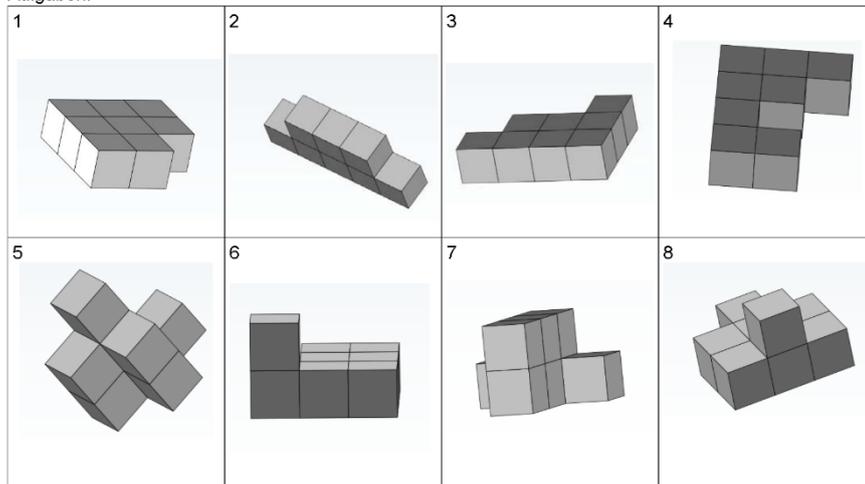
### Sitzungskarte zur Interventionsstudie - F01

Name	Datum	Nr. der Sitzung	Vermerk

#### Die Baustein-Elemente



#### Aufgaben:



#### Lösungen bitte hier ankreuzen!

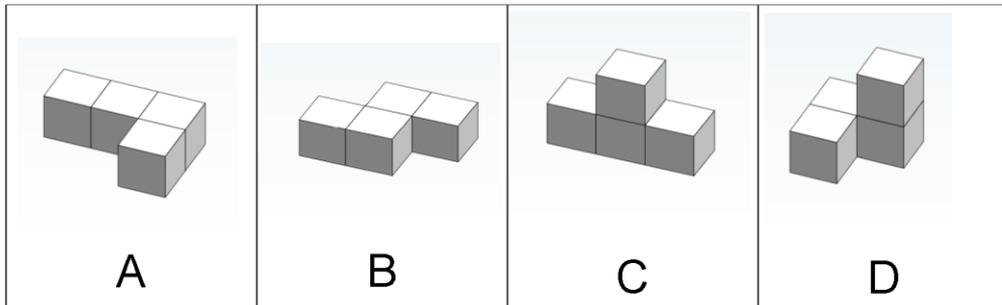
Aufg.	1	2	3	4
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Aufg.	5	6	7	8
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

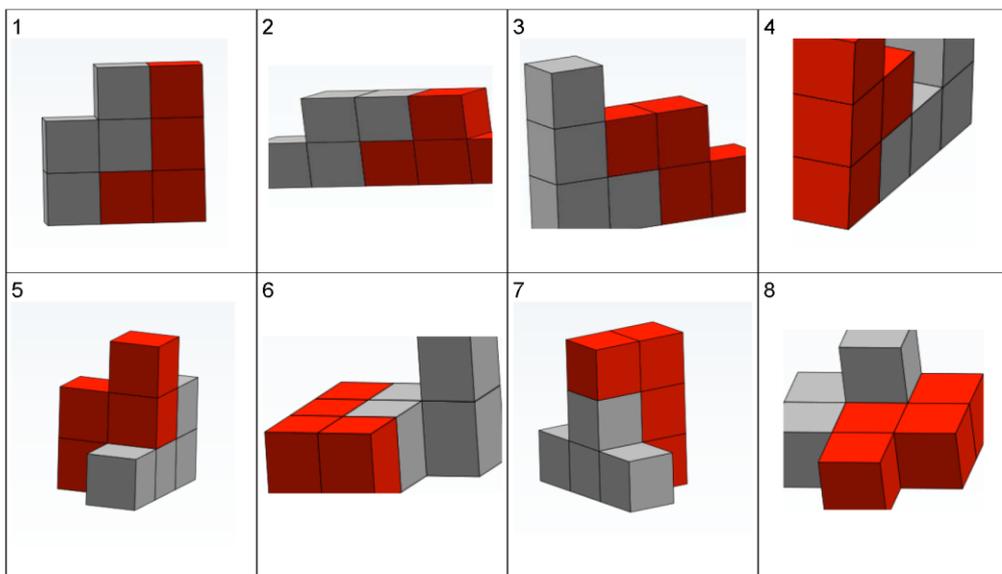
Sitzungskarte zur Interventionsstudie - F01

Name	Datum	Nr. der Sitzung	Vermerk

Die Baustein-Elemente



Lösung:



Lösungen bitte hier ankreuzen!

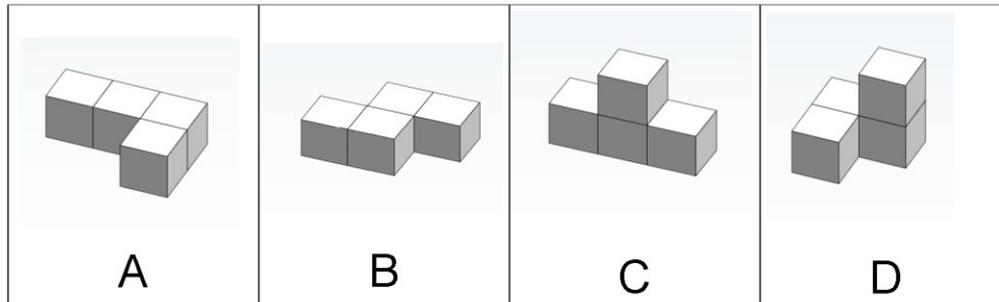
Aufg.	1	2	3	4
A	X		X	X
B	X	X	X	
C		X		X
D				

Aufg.	5	6	7	8
A	X	X	X	
B	X			X
C			X	
D		X		X

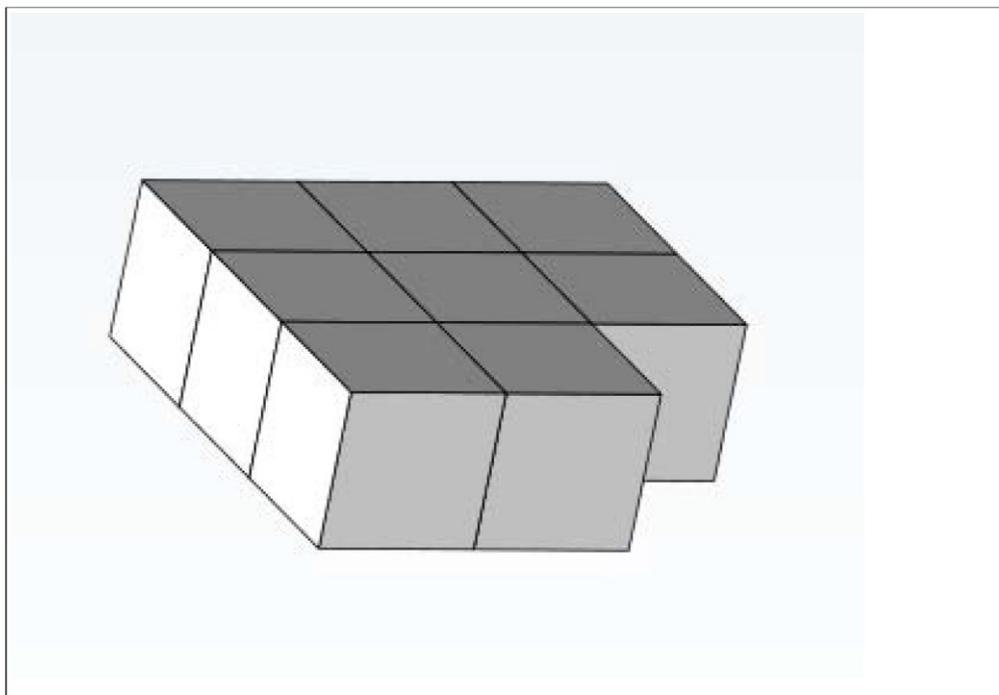
## Sitzungskarte zur Interventionsstudie - F01

Name	Datum	Nr. der Sitzung	Vermerk

## Die Baustein-Elemente



## Aufgabe:



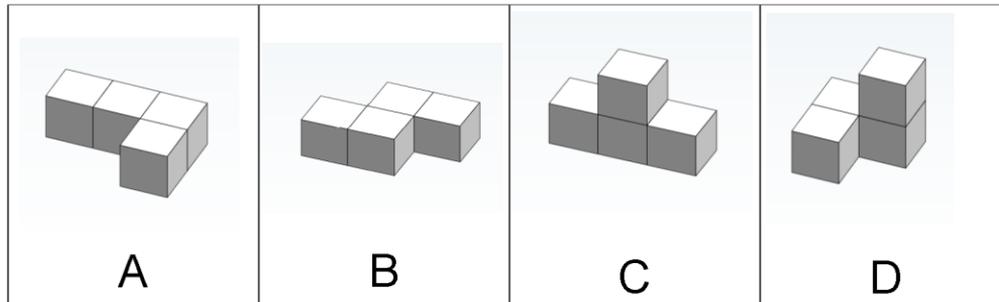
<b>1</b>
----------

Aufg.	1
A	
B	
C	
D	

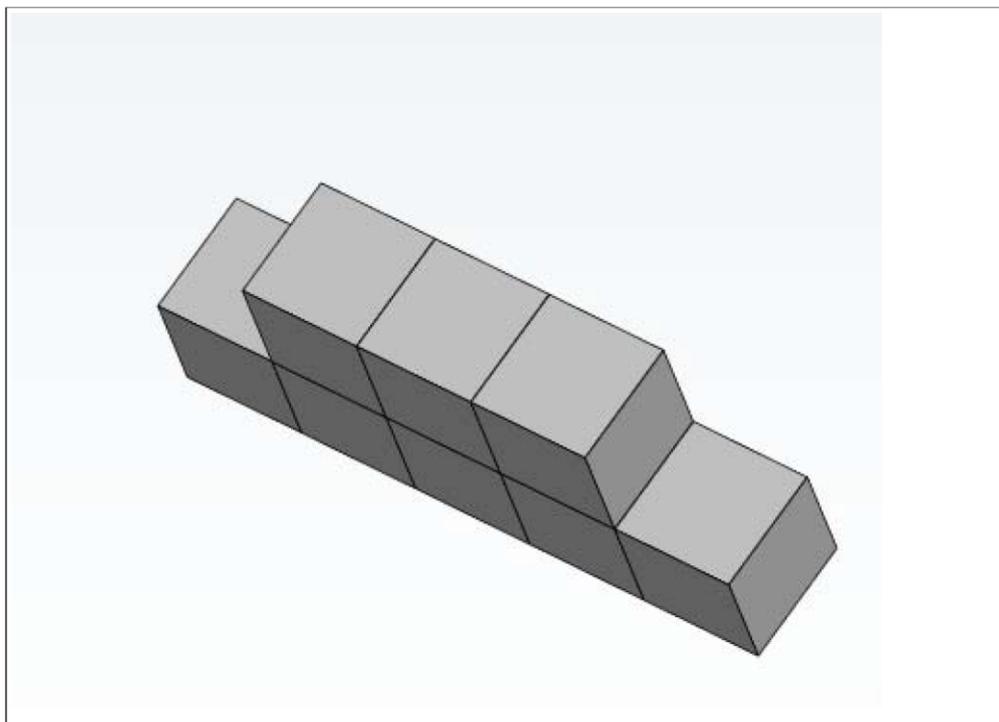
## Sitzungskarte zur Interventionsstudie - F01

Name	Datum	Nr. der Sitzung	Vermerk

## Die Baustein-Elemente



## Aufgabe:



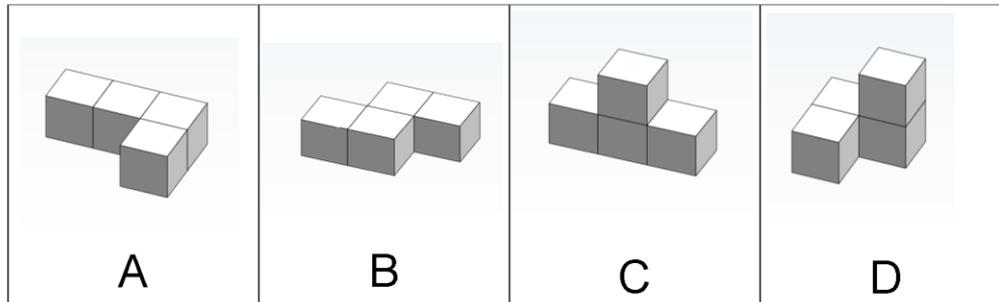
<b>2</b>
----------

Aufg.	2
A	
B	
C	
D	

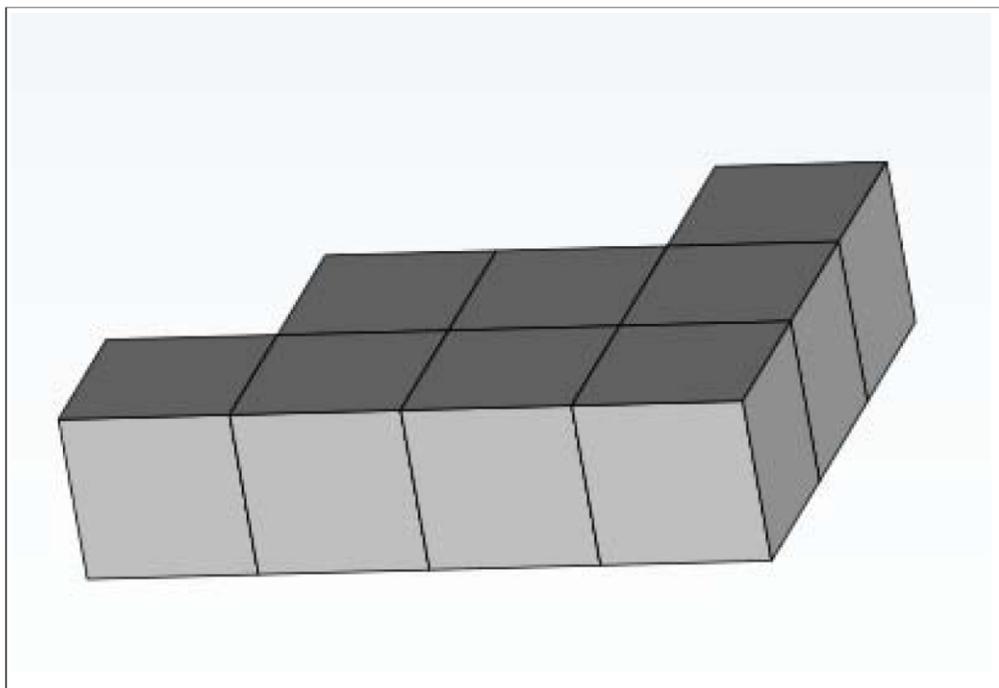
## Sitzungskarte zur Interventionsstudie - F01

Name	Datum	Nr. der Sitzung	Vermerk

## Die Baustein-Elemente



## Aufgabe:



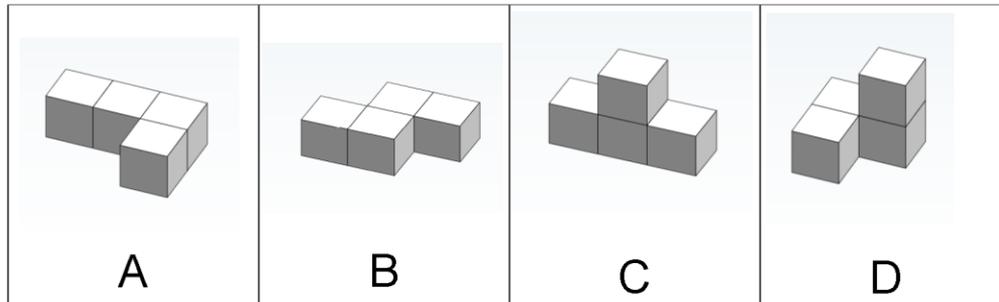
<b>3</b>
----------

Aufg.	3
A	
B	
C	
D	

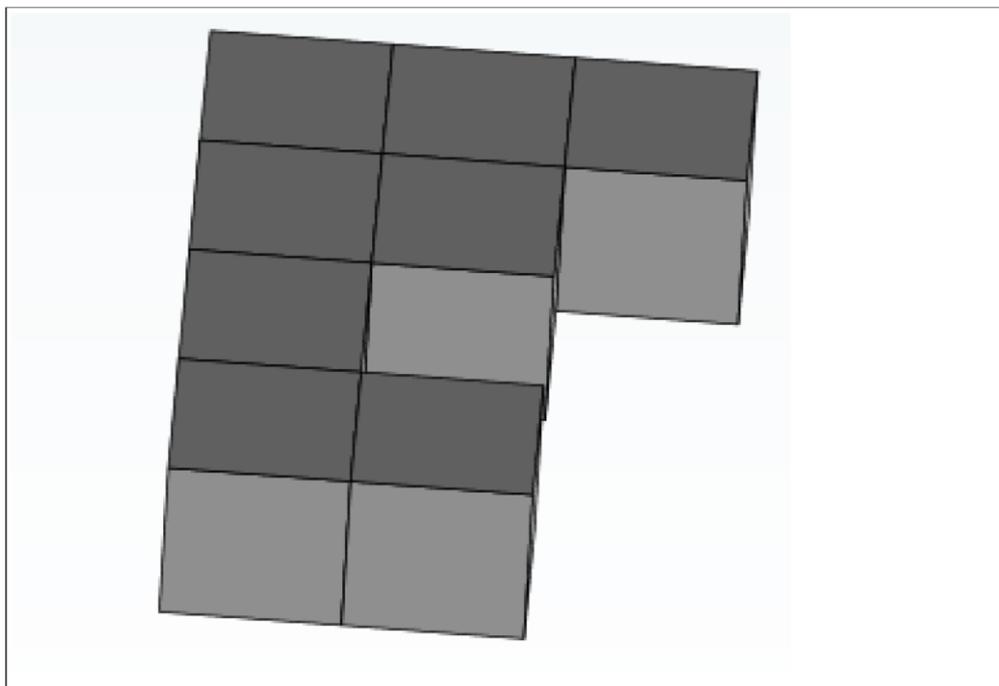
## Sitzungskarte zur Interventionsstudie - F01

Name	Datum	Nr. der Sitzung	Vermerk

Die Baustein-Elemente



Aufgabe:



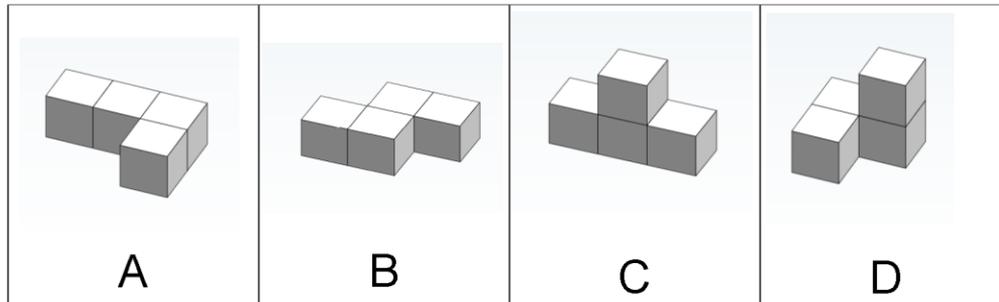
<b>4</b>
----------

Aufg.	4
A	
B	
C	
D	

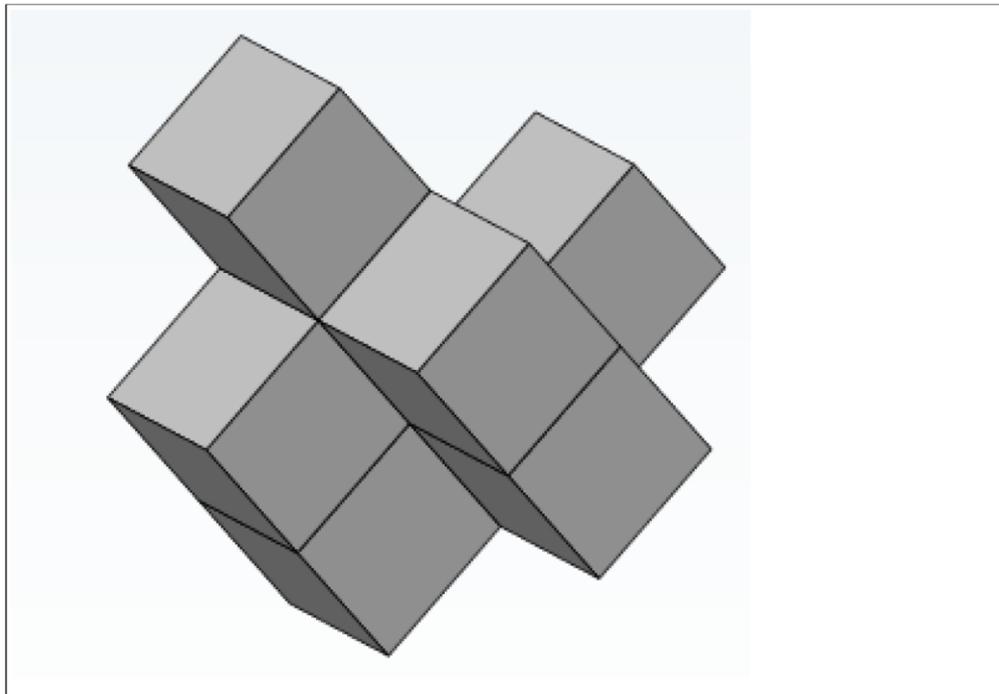
## Sitzungskarte zur Interventionsstudie - F01

Name	Datum	Nr. der Sitzung	Vermerk

## Die Baustein-Elemente



## Aufgabe:



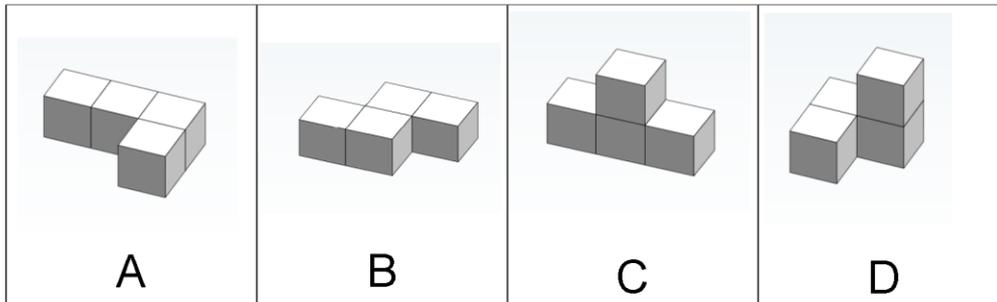
5

Aufg.	5
A	
B	
C	
D	

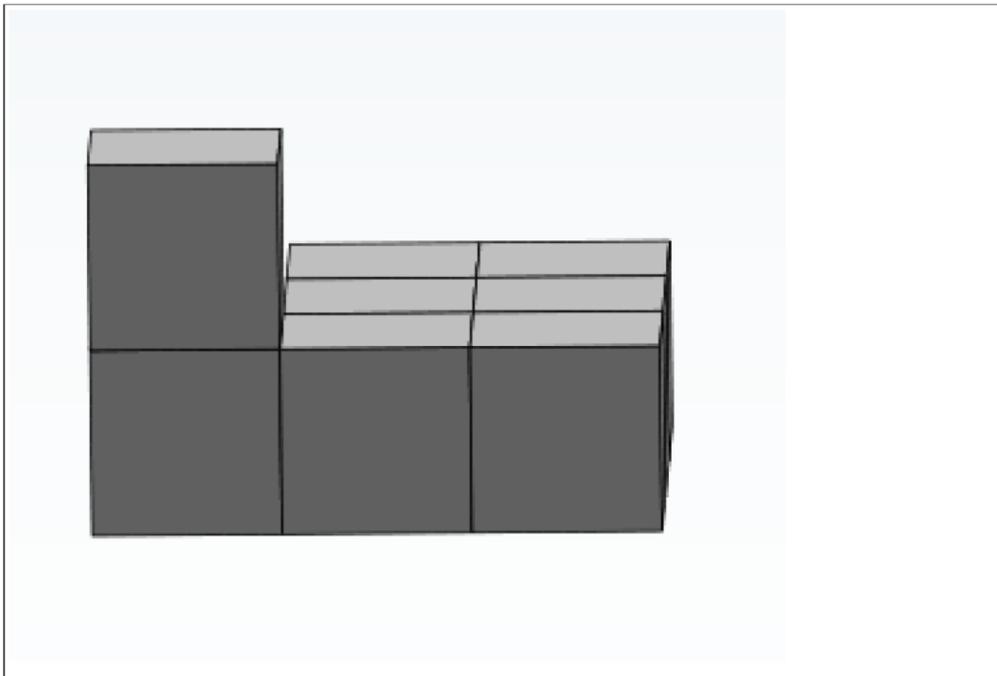
## Sitzungskarte zur Interventionsstudie - F01

Name	Datum	Nr. der Sitzung	Vermerk

## Die Baustein-Elemente



## Aufgabe:



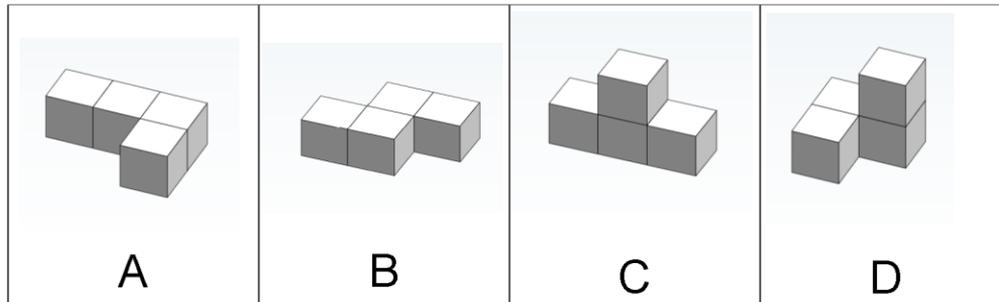
6
---

Aufg.	6
A	
B	
C	
D	

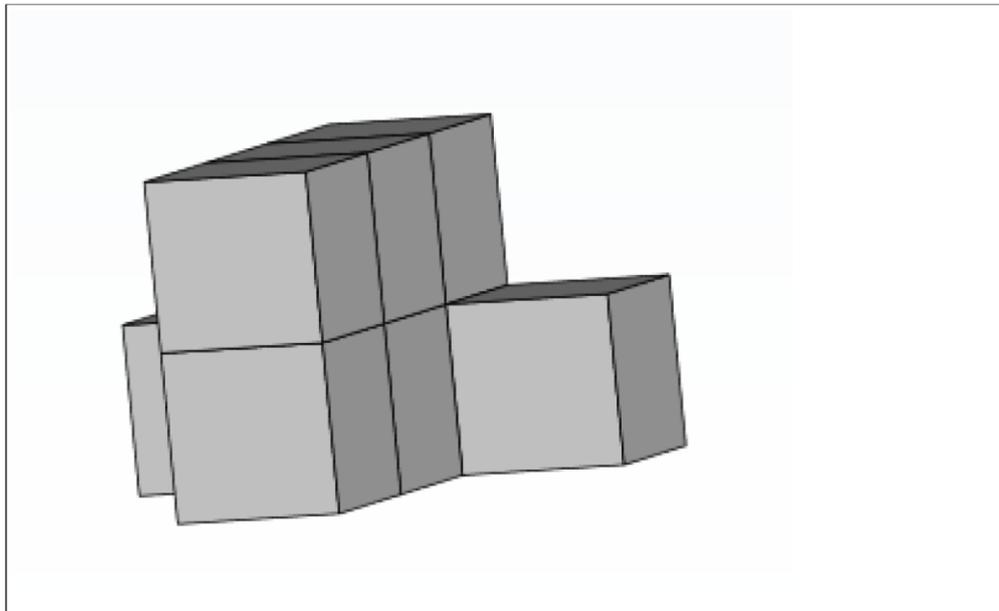
## Sitzungskarte zur Interventionsstudie - F01

Name	Datum	Nr. der Sitzung	Vermerk

## Die Baustein-Elemente



## Aufgabe:



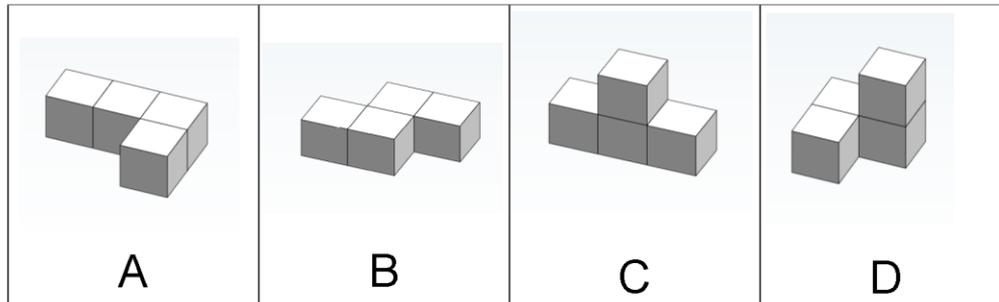
<b>7</b>
----------

Aufg.	7
A	
B	
C	
D	

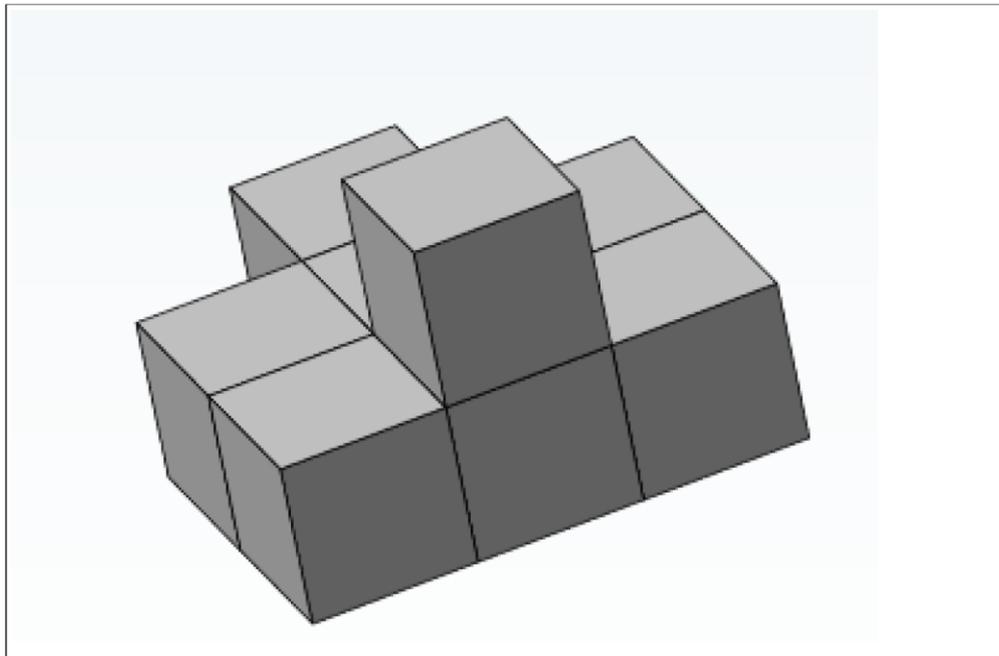
## Sitzungskarte zur Interventionsstudie - F01

Name	Datum	Nr. der Sitzung	Vermerk

## Die Baustein-Elemente



## Aufgabe:



<b>8</b>
----------

Aufg.	8
A	
B	
C	
D	

## D Kurztests (CBM) für die Pilotstudie

Die für die Pilotstudie angefertigten Kurztests umfassen zwei Seiten, die hier exemplarisch als erste und zweite Seite wiedergegeben werden. Diese sind für die Hand der Proband\*innen bestimmt, während die dritte Seite, die hier ebenfalls abgebildet ist, in die Hand des Versuchsleiters gehört, der anhand dieser Seite die Überprüfung der richtig gelösten Aufgaben vornehmen kann.

### Aufgabenblatt zu

#### Würfelgebäude-Kurztests (orientiert am Bausteine-Test)

Ein Test zur Erfassung des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens

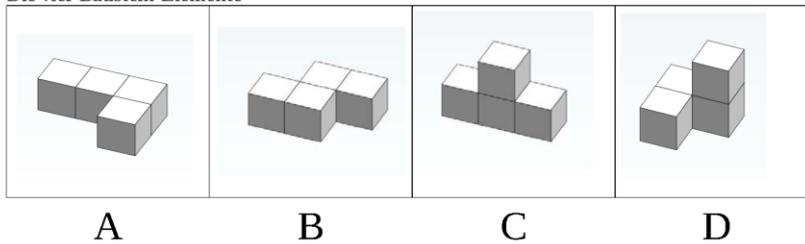


Bei diesem Test sollst du herausfinden, aus welchen Baustein-Elementen A, B, C oder D die nachfolgenden Würfelgebäude zusammengesetzt sind.

Beachte dabei folgende **Regeln**:

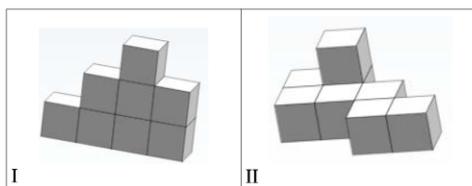
1. Jedes Würfelgebäude wurde aus *zwei* der vier unten abgebildeten Baustein-Elemente zusammengesetzt.
2. Jedes Würfelgebäude wurde aus *zwei* verschiedenen Baustein-Elementen zusammengesetzt. Dasselbe Baustein-Element ist niemals zweifach in einem Würfelgebäude benutzt worden.

#### Die vier Baustein-Elemente



#### Zwei Beispielaufgaben:

Welche Baustein-Elemente A, B, C oder D wurden verwendet, um die beiden Würfelgebäude I und II unter Beachtung der Regeln 1 und 2 (oben) aufzubauen?



Aufg.	1	2
A		
B	X	X
C	X	
D		X

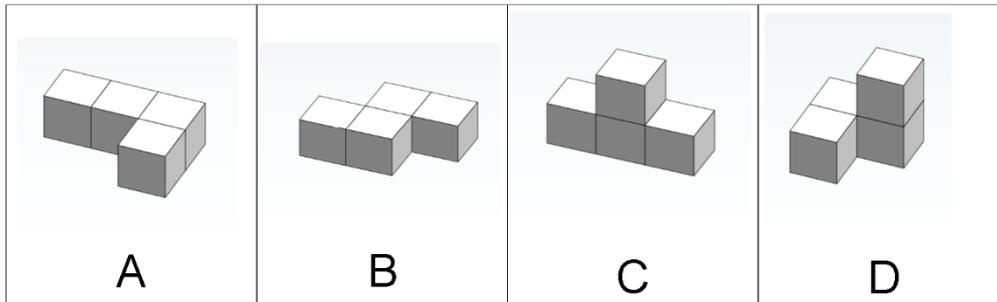
Hier wurden die richtigen Lösungen bereits angekreuzt!

Auf dem Aufgabenblatt sind 8 solcher Würfelgebäude zu bearbeiten. Unter den Abbildungen der Würfelgebäude findest du Tabellen, in die du bitte die Lösungen durch Ankreuzen einträgst. Setze die Kreuze erst dann, wenn du dir sicher bist, aus welchen beiden Elementen das Würfelgebäude besteht! Halte dich aber nicht zu lange bei einem Würfelgebäude auf! Wenn du die Lösung nicht findest, mache mit dem nächsten Würfelgebäude weiter, ohne etwas angekreuzt zu haben!

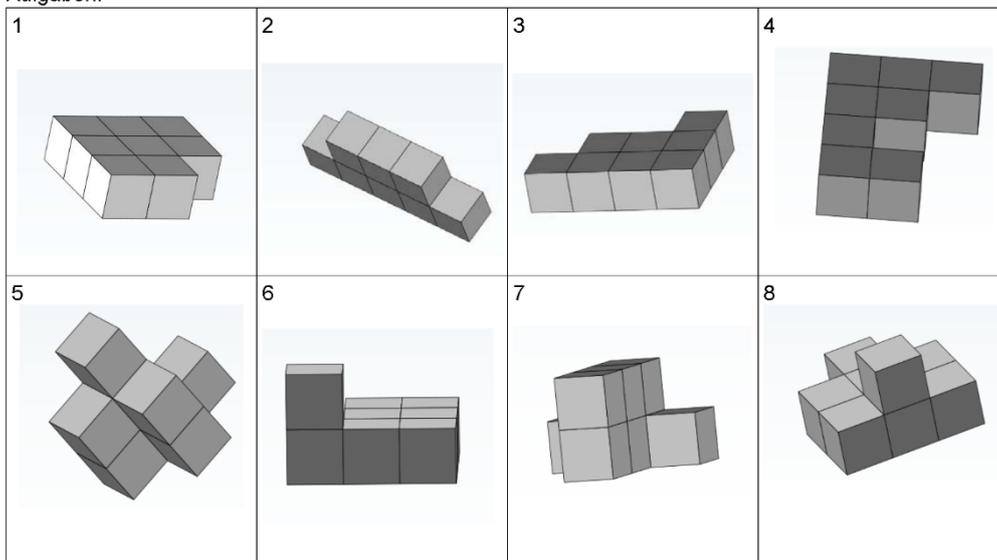
### Würfelgebäude-Kurztest 01

Name	Datum	Nr. der Sitzung	Vermerk

Die Baustein-Elemente



Aufgaben:



Lösungen bitte hier ankreuzen!

Aufg.	1	2	3	4
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

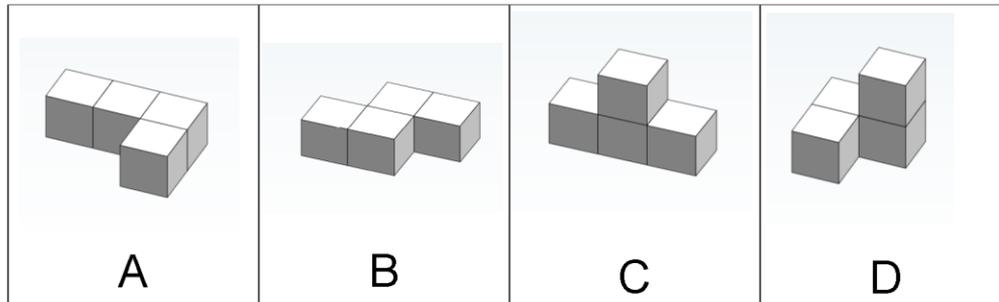
Aufg.	5	6	7	8
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bearbeitungszeit: 4 Minuten

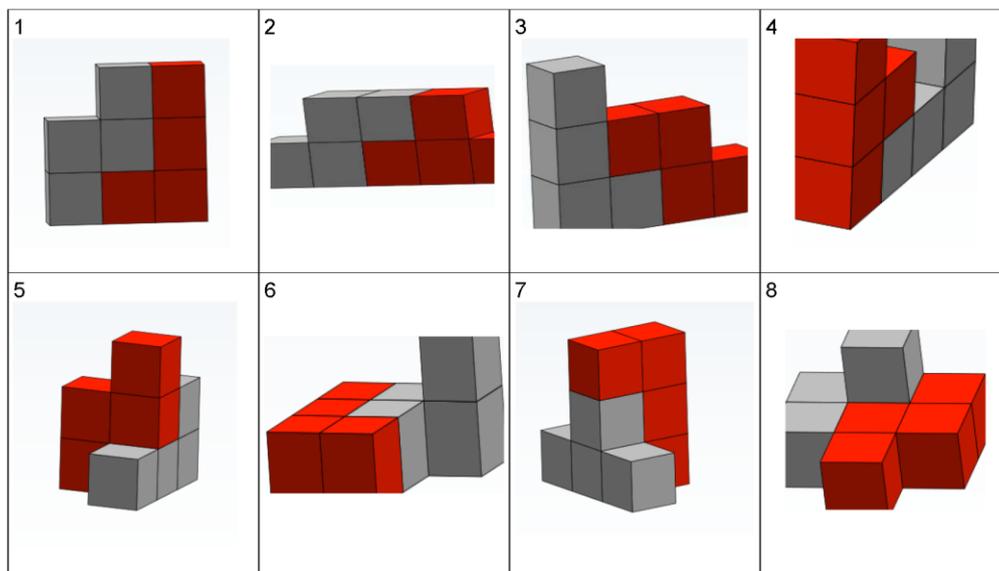
### Würfelgebäude-Kurztest 01

Name	Datum	Nr. der Sitzung	Vermerk

Die Baustein-Elemente



Lösung:



Lösungen bitte hier ankreuzen!

Aufg.	1	2	3	4
A	X		X	X
B	X	X	X	
C		X		X
D				

Aufg.	5	6	7	8
A	X	X	X	
B	X			X
C			X	
D		X		X

## E Fragebogen zur Pilotstudie

Fragebogen zur Studie mit der Dritten Gabe
--

### Anleitung

Auf den folgenden Seiten stehen einige Sätze. Damit wollen wir herausfinden, wie dir die Studie mit der Dritten Gabe gefallen hat.

Lies die Sätze der Reihe nach durch und kreuze an, ob der Satz für dich stimmt.

Markiere die Kästchen () , indem du sie ausfüllst (). Mache bitte keine einfachen Kreuze oder Häkchen!

Jetzt kannst du einmal an zwei Sätzen üben:

	stimmt genau	stimmt ziemlich	stimmt kaum	stimmt gar nicht
Ich kann gut mit dem Fahrrad fahren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann laute Musik nicht leiden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Überlege bei den einzelnen Sätzen nicht zu lange und antworte so, wie es dir sofort als richtig erscheint.

Hier Barcode

Schülercode

	stimmt genau	stimmt ziemlich	stimmt kaum	stimmt gar nicht
1. Ich habe gern an der Studie teilgenommen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Mir hat der Test mit den verschiedenen Rechenaufgaben gefallen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Mir hat der Test mit den Würfelgebäuden gefallen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Mir hat das Bauen mit den acht Würfeln der Dritten Gabe gefallen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Ich konnte die Würfelgebäude leicht nachbauen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Ich konnte gut erkennen, aus welchen Baustein-Elementen die Würfelgebäude zusammengesetzt waren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. <b>Vor den Übungen</b> mit den Würfeln ist es mir leicht gefallen, die Baustein-Elemente zu erkennen, die für den Bau der Würfelgebäude nötig waren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. <b>Nach den Übungen</b> mit den Würfeln ist es mir leicht gefallen, die Baustein-Elemente zu erkennen, die für den Bau der Würfelgebäude nötig waren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Bauen macht mir Spaß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Der Umgang mit den Würfeln hat mir beim Lösen der Aufgaben sehr geholfen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Ich habe schon früher mit Würfeln gespielt/ gebaut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Ich fand die Übungszeit mit den Würfeln sinnvoll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Ich habe nach der Studie den Eindruck, dass ich nun besser die Anzahl der Würfel in einem Würfelgebäude erkennen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	stimmt genau	stimmt ziemlich	stimmt kaum	stimmt gar nicht
14. Ich konnte die Aufgaben mit den Würfeln lösen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Ich konnte die Aufgaben im Kopf gut lösen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Ich wusste, wie ich die Aufgaben lösen konnte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Das Üben mit den Würfeln hat beim Aufgabenlösen geholfen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Ich fand alle Aufgaben gleich schwer.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vielen Dank für deine Mitarbeit!

Hier Barcode

Schülercode

Ich gebe den Übungen mit den Würfeln die Schulnote:

1 (sehr gut)	2 (gut)	3 (befriedigend)	4 (ausreichend)	5 (mangelhaft)	6 (ungenügend)
<input type="checkbox"/>					

Was hat dir bei den Übungen mit den Würfeln besonders Spaß gemacht?

---

---

Was würdest du an den Übungen mit den Würfeln ändern?

---

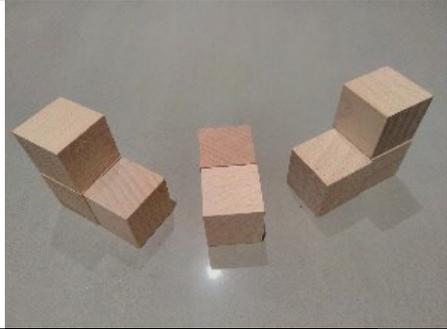
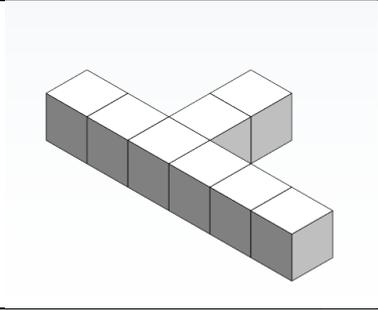
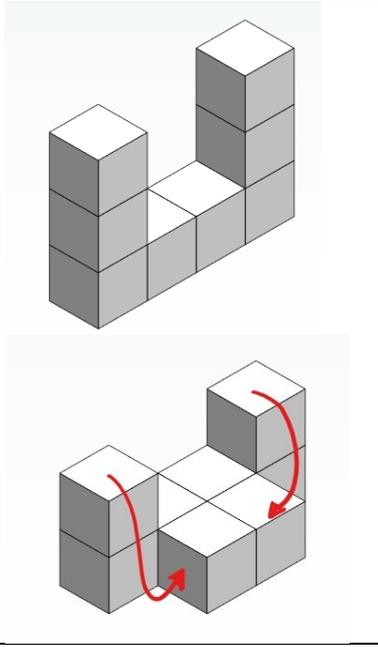
---

Vielen Dank für deine Mitarbeit!

## F Übersicht über die Aufgabentypen der Hauptstudie

Das Aufgabenheft für die Förderung für die Hauptstudie umfasst achtmal 20 Aufgaben auf 140 Seiten und kann beim Autor eingesehen werden. An dieser Stelle wird lediglich eine Übersicht mit Beispielen der acht verwendeten verschiedenen Aufgabentypen aufgeführt (vgl. Tab. 37, S. 209).

Tab. 37: Übersicht über die in der Förderung der zweiten Studie verwendete Aufgabentypen

Typ	Beispielabbildung	Beschreibung
1.		<p>In der ersten Sitzung wird die dritte Gabe als Fördermaterial eingeführt. Das Ein- und Auspackritual werden erklärt. Das übt die Proband*in. Danach darf mit dem Material frei gebaut werden.</p>
2.		<p>Ein Würfelgebäude soll gemäß einer Vorlage gebaut werden. In der zweiten Fördersitzung können insgesamt 20 Vorlagen nachgebaut werden.</p>
3.		<p>Veränderungen zwischen zwei Würfelgebäuden sollen erkannt und eingezeichnet werden. Dabei verändern pro Aufgabe nur zwei Würfel ihren Standort. Dieses soll von den Proband*in erkannt und eingezeichnet werden. Vom Aufgabentyp 2 gibt es 20 verschiedene Aufgaben.</p>

<p>4.</p>		<p>Erkennen, wie die zwei vorgegebenen Würfelvierlinge (Baustein-Elemente) kombiniert werden müssen, damit das Würfelgebäude gebaut werden kann. Aus vier Baustein-Elementen sind zwei ausgewählt, die zusammen das Gebäude ergeben. Die Proband*in soll die richtige Legeweise erkennen und einzeichnen.</p>
<p>5.</p>		<p>Erkennen, wie zwei zusammengesetzte Vierlinge kombiniert werden müssen, um das vorgegebene Würfelgebäude zu bauen. Die vier möglichen, zusammengesetzten Bauelemente werden dargestellt. Zwei verschiedene werden benötigt, um das Würfelgebäude bauen zu können. Diese sollen identifiziert und eingezeichnet werden.</p>
<p>6.</p>		<p>Würfelgebäude nach Bauplan bauen. Es wird erklärt, wie der Bauplan zu lesen ist, wird (in der nebenstehenden Abbildung ist rechts die Lösung zu sehen).</p>
<p>7.</p>		<p>Würfelgebäudebaupläne erstellen. Die Proband*innen sollen in das Kästchenraster den Bauplan zum daneben abgebildeten Würfelgebäude eintragen.</p>
<p>8.</p>		<p>Anzahl fehlender Würfel erkennen, die den Proband*innen noch zusätzlich zu den acht Würfeln der dritten Gabe fehlt, um das vorgegebene Würfelgebäude bauen zu können.</p>

## Vita

Nikolas A. Rathert, geb. 27.05.1975 in Unna

### *Schulische Ausbildung*

06/1994                      Abitur, Pestalozzi-Gymnasium Unna

### *Akademische Laufbahn*

Seit 10/2016                Promotionsstudium, Universität Oldenburg  
05/2000 – 09/2000        Ergänzungsstudium Diplom-Berufspädagogik, Universität  
Bamberg, Diplom-Berufspädagoge Univ.  
11/1995 - 06/2000        Studium Lehramt an beruflichen Schulen, Universität  
Bamberg, 1. Staatsexamen  
06/2006                      2. Staatsexamen

### *Berufserfahrung*

Seit 09/2006                Adolf-Kolping-Berufsschule, München  
09/2004 – 06/2006        Referendariat Augsburg und Schongau  
02/2001 – 06/2004        Fraunhofer Institut für graphische Datenverarbeitung (Fh-  
IGD), Darmstadt, Wissenschaftlicher Mitarbeiter und  
Projektleiter

### *Veröffentlichungen*

Rathert, N. A./Schmid, A. C. (2022): Friedrich Fröbel - Vom ersten Menschenerzieher. In:  
Zeitschrift für Heilpädagogik 73., 284-295.

Rathert, N. A., Hillenbrand, C. & Schmid, A. C. (2019). Verbesserung der räumlich-  
visuellen Fähigkeiten: Förderprogramm zur Nutzung von Fröbels Dritter Gabe.  
Weimar: Verband der Sonderpädagogik (CD-ROM).

Rathert, N. A. (2018, Dezember). Der Kinder-Garten. Historische Belege zu Fröbels „Garten  
der Kinder im Kindergarten“ und Vorstellung einer heutigen Umsetzung im Fröbel-  
Kindergarten Hechendorf. Unveröffentlichtes Manuskript, Hechendorf.

- Rathert, N. A./Schmid, A. C. (2022): Friedrich Fröbel - Vom ersten Menschenerzieher. In: Zeitschrift für Heilpädagogik 73., 284-295.
- Rathert, N. A./Hillenbrand, C./Schmid, A. C. (2019): Verbesserung der räumlich-visuellen Fähigkeiten: Förderprogramm zur Nutzung von Fröbels Dritter Gabe. Weimar: vds (CD-Rom)
- Schmid, A. C. & Rathert, N. A. (2018, September 7). Improvement of Spatial Visual Abilities: Evidence-Based Approach to Use Froebel's Gifts (Unveröffentlichter Vortrag). Vortrag gehalten auf der IFS Conference, Hiroshima.
- Rathert, N. A. (2005). Knowledge Visualization Using Dynamic SVG Charts. In V. Geroimenko & C. Chen (Hrsg.), *Visualizing Information Using SVG and X3D* (S. 245–255). London: Springer.
- Rathert, N. A. (2004). Ein virtuelles Autohaus. Lernen in geschützter Umgebung. *Infos für Ausbilder*, (7), S. 6f., Würzburg: Vogel.
- Rathert, N. A. & Krug, S. (2004). *Knowledge Asset Management. Wissen erfahren, Wissen bewerten*. Aschaffenburg: TH Aschaffenburg.
- Rathert, N. A. & Hellenschmidt, M. (2003). Knowledge domains and automated assistance by the help of education consultants within professional web based training. *International Annual Conference of the Society for Information Technology and Teacher Education, SITE 2003. Proceedings CD-ROM* (S. 1457–1460). Gehalten auf der SITE 2003, Albuquerque.
- Rathert, N. A. & Hornung, C. (2003a). Virtuelle Lernwelten in der beruflichen Erstausbildung. *eLearning und Wissensmanagement. Forschung und Anwendung im INI-GraphicsNet*, S. 39, Darmstadt: Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung.

- Rathert, N. A. & Hornung, C. (2003b). Modulare Testkomponente auf der Basis von XML. *eLearning und Wissensmanagement. Forschung und Anwendung im INI-GraphicsNet*, S. 11, Darmstadt: Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung.
- Rathert, N. A. & Hornung, C. (2003c). Knowledge Asset Management. Next Generation Knowledge Management. *Computer Graphik Topics*, (2) 15, 14f., Darmstadt: Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung.
- Rathert, N. A. & Hornung, C. (2003d). Das virtuelle Autohaus als Ergänzung des dualen Ausbildungssystems. *eLearning und Wissensmanagement. Forschung und Anwendung im INI-GraphicsNet*, S. 23, Darmstadt: Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung.
- Rathert, N. A. & Hornung, C. (2003e). VAH – Virtuelles AutoHaus. Poster. Darmstadt: Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung.
- Rathert, N. A. & Hornung, J. (2002). Knowledge Asset Management - Next Generation Knowledge Management. In: *Fh-IGD Jahresbericht. Leistungen und Ergebnisse*, 48f., Darmstadt: Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung.
- Rathert, N. A. & Hornung, C. (2002). Managing Knowledge Assets. *Computer Graphik Topics*, (1) 14, S. 8f., Darmstadt: Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung.
- Rathert, Nikolas A. und Hornung, Johanna (2002): „Knowledge Asset Management – Next Generation Knowledge Management“ in: „Jahresbericht 2002“, S. 48f., Darmstadt: Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung.
- Pfahl, D., D’Ambra, J., Molu, R., Oliveira, J., Rathert, N. A., Stupperich, M. et al. (2002). *CORONET. Final Report* (IESE-Report). Kaiserslautern: Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering. Verfügbar unter: <https://publica.fraunhofer.de/documents/N-10476.html>
- Rathert, N. (2000). Beitrag der Sozialpädagogik zur Resozialisierung jugendlicher Straftäter. (Unveröffentlichte Diplomarbeit). Universität Bamberg.

Rathert, N. (1999, Oktober 4). Schule außerhalb von Schule - Ein Vergleich bestimmter Kategorien des allgemeinen Schulsystems mit dem besonderen Schulsystem in Jugendstrafanstalten. (Unveröffentlichte schriftliche Hausarbeit als Bestandteil des Ersten Staatsexamen). Universität Bamberg.

## Erklärungen gemäß §9(2) Promotionsordnung der Universität Oldenburg

Ich erkläre hiermit, dass ich diese Dissertation selbstständig und ohne fremde unzulässige Hilfe erbracht habe, das heißt ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt und die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken als solche kenntlich gemacht habe.

Seefeld, 2021-05-04

Ich erkläre hiermit, dass der Inhalt der Dissertation nicht schon überwiegend für eine eigene Bachelor-, Master-, Diplom- oder ähnliche Prüfungsarbeit verwendet wurde.

Seefeld, 2021-05-04

Ich erkläre hiermit, dass die Regelungen zu guter wissenschaftlicher Praxis an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg befolgt worden sind.

Seefeld, 2021-05-04

Ich erkläre hiermit, dass im Zusammenhang mit dem Promotionsvorhaben keine kommerziellen Vermittlungs- oder Beratungsdienste (Promotionsberatung) in Anspruch genommen worden sind.

Seefeld, 2021-05-04

---