

Masterarbeit - Masterstudiengang Fachdidaktik Mathematik PH Zürich

Schatzinsel

Das Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse beim Arbeiten mit
einer kooperativen Mathematik-Lernumgebung

Verfasser

Urs Krummenacher
urs.krummenacher@phlu.ch

Betreuer

Prof. Dr. Beat Wälti, Pädagogische Hochschule Bern
beat.waelti@phbe.ch

Zweitgutachter

Prof. Dr. Lars Holzäpfel, Pädagogische Hochschule Freiburg
lars.holzaepfel@ph-freiburg.de

Zürich, 17. September 2023

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird die kooperative Mathematik-Lernumgebung «Schatzinsel» einer Sachanalyse unterzogen und untersucht, inwiefern das Arbeiten mit der Lernumgebung das Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse (*Basic Needs*) unterstützt. Die der Arbeit zugrunde liegenden Forschungsfragen sind:

- Erfüllt die Lernumgebung «Schatzinsel» die Gelingensbedingungen für effektives kooperatives Lernen und weist sie die Merkmale kooperativer Mathematik-Lernumgebungen auf?
- Unterstützt das Arbeiten mit der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» das Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse?
- Unterscheiden sich die Motivation und das individuelle Interesse an Mathematik von der Motivation und dem situationalen Interesse an der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel»?

Im theoretischen Teil werden grundlegende Konzepte des kooperativen Mathematik-Lernens und der Begriff der mathematischen Lernumgebung aufgearbeitet. Anschliessend werden mit der Theorie der Organismischen Intergration OIT und der Basic-Needs-Theorie BPNT die beiden für diese Arbeit relevanten Minitheorien der Selbstbestimmungstheorie SDT von Deci und Ryan umrissen.

Zur ersten Forschungsfrage werden Kriterien der Lerntheorie, der gängigen fachdidaktischen Literatur beigezogen. Die Fragen nach der Motivation und dem Interesse am Arbeiten mit der kooperativen Lernumgebung und nach dem Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse werden quantitativ angegangen. Dazu wurden im Rahmen der Erprobungen der Lernumgebung unter Bedingungen des Regelunterrichts insgesamt 55 Schülerinnen und Schüler in einem Pre-Post-Design befragt.

Die Analyse der Lernumgebung ergibt, dass diese den theoretischen Anforderungen an das kooperative Lernen gerecht wird und die geforderten Merkmale an eine kooperative Mathematik-Lernumgebung aufweist. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass die kooperative Lernumgebung aufgrund ihrer Merkmale zu situationalem Interesse beiträgt und dass sich die Schülerinnen und Schüler beim Arbeiten mit der Lernumgebung als autonom, kompetent und sozial eingebunden wahrnehmen.

Aufgrund der Ergebnisse dieser Arbeit und aufgrund des vorliegenden fachlichen, überfachlichen und motivationalen Potenzials sind Aus- und Weiterbildung gefordert, Lehrkräfte zur Implementierung kooperativer Mathematik-Lernumgebungen zu ermutigen und zu befähigen. Der fachdidaktischen Forschung eröffnet sich mit den kooperativen Mathematik-Lernumgebungen ein bislang kaum bearbeitetes Tätigkeitsfeld.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Kooperatives Lernen im Mathematikunterricht	10
2.1	Kooperatives Lernen	10
2.2	Konzepte des kooperativen Mathematiklernens	15
2.3	Empirische Befunde zum kooperativen Lernen	28
2.4	Begründungen für kooperatives Lernen	31
3	Interesse und Motivation	33
3.1	Interesse und Interessantheit	33
3.2	Selbstbestimmungstheorie der Motivation	39
4	Kooperative Lernumgebung «Schatzinsel»	47
4.1	Beschreibung der Lernumgebung «Schatzinsel»	47
4.2	Analyse der Lernumgebung «Schatzinsel»	50
4.3	Kooperationshandlungen	56
4.4	Gelingensbedingungen und Merkmale von <i>KLU</i>	58
5	Untersuchung «Schatzinsel»	61
5.1	Forschungsfragen	61
5.2	Untersuchungsdesign	62
5.3	Fragebogenkonstruktion	64
5.4	Untersuchungs- und Störvariablen	67
5.5	Statistische Auswertung	69
5.6	Stichprobe	70

6 Ergebnisse	72
6.1 Psychologische Grundbedürfnisse	72
6.2 Interesse und Motivation	79
7 Diskussion und Ausblick	90
7.1 Diskussion der Ergebnisse	90
7.2 Zusammenfassender Rück- und Ausblick	95
Literaturverzeichnis	98
Abbildungsverzeichnis	107
Tabellenverzeichnis	109
Anhang	111
A Lernumgebung Schatzinsel	113
B Untersuchungsinstrument	114
B.1 Fragebogen pre	114
B.2 Fragebogen post	116
C Mathematische Kompetenzen LP 21	118
D Link zu den SPSS-Dateien	122

Abkürzungen

<i>BKZ</i>	Bildungsirektoren-Konferenz Zentralschweiz
<i>BPNT</i>	Basic-Psychological-Needs-Theory
<i>D-EDK</i>	Deutscheschweizer Erziehungsdirektoren Konferenz
<i>DL</i>	Dialogisches Lernen
<i>HA</i>	Handlungsaspekt
<i>LdL</i>	Lernen durch Lehren
<i>KB</i>	Kompetenzbereich
<i>KL</i>	Kooperatives Lernen
<i>KLU</i>	Kooperative Lernumgebung
<i>LP 21</i>	Lehrplan 21
<i>LU</i>	Lernumgebung
<i>NMG</i>	Natur, Mensch und Gesellschaft (Fachbereich LP 21)
<i>NT</i>	Natur und Technik (Fachbereich LP 21)
<i>OIT</i>	Organismic-Intergration-Theory
<i>PIT</i>	Pädagogisch-Psychologische Interessentheorie
<i>POI</i>	Person-Object-Theory of Interest
<i>SDT</i>	Self-Determination-Theory

Gender-Hinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen und personenbezogenen Nomen in dieser Arbeit die männliche Form verwendet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform hat nur redaktionelle Gründe und beinhaltet keine Wertung.

Kapitel 1

Einleitung

«Grossartige Dinge entstehen nicht
durch eine einzige Person,
sie können nur in einem
Team gelingen.»

Steve Jobs

Im ersten Unterkapitel der Einleitung *Ausgangslage und Beweggründe* lege ich meine Motivation und mein Interesse am Forschungsgegenstand unter Bezug auf den aktuellen Stand der Fachliteratur dar. Anschliessend gehe ich auf die der Arbeit zugrunde liegenden Forschungsfragen und Ziele ein und im letzten Unterkapitel wird die gewählte Vorgehensweise und der Aufbau der Arbeit umrissen.

Ausgangslage und Beweggründe

Meine unterschiedlichen Rollen als Sekundarlehrer, Vater schulpflichtiger Kinder und als PH-Dozent ermöglichten mir im Verlauf der beiden letzten zwei Jahrzehnte vielfältige Einblicke in die Praxis des Mathematikunterrichts der Volksschule im IEDK-Raum (Bildungsregion Zentralschweiz). Vor allem auf der Primarstufe (1.-6. Klasse) nahm ich dabei bezüglich der eingesetzten Sozialformen vor allem im Mathematikunterricht an vielen öffentlichen Schulen eine Dominanz der *Einzelarbeit* in der Form von vorgegebenen (teilweise auch individualisierten) Mathe-Plänen und Dossiers wahr. Diese Dominanz wird von den Unterrichtenden oftmals mit den sich bietenden Möglichkeiten zur Differenzierung begründet. *Klassischer Frontalunterricht* und direkte Instruktion kommen mehrheitlich zu Beginn einer Unterrichtseinheit zur Anwendung und *Plenumsunterricht* ist oftmals am Ende (Mathekonferenz, Reflexion) angesiedelt. *Kooperative Formen* des Lernens in kleineren Gruppen werden hingegen im Fach Mathematik eher zurückhaltend eingesetzt, obwohl die Effektivität des kooperativen Lernens in zahlreichen Einzel- und Metastudien (Slavin, 1995; Johnson und Johnson, 2008; Hattie, 2014) nachgewiesen wurde. Bereits

1993 hat sich Huber in seiner Diplomarbeit mit dieser Diskrepanz auseinandergesetzt. Er sieht die fehlende Ausbildung zur Implementierung kooperativer Lernformen als Ursache der Skepsis der Lehrerinnen und Lehrer (Huber und Haag, 2011). Korff (2018, 4) spricht gar von einer «... schwer zu bewältigenden Herausforderung ...» der Lehrpersonen und Gummels postuliert mit Verweis auf Rademacher (2017, 36), dass die Individualisierung des Unterrichts die Umsetzung kooperativer Lernformen verhindere (Gummels, 2020, 1).

Eine weitere Ursache für die eher marginale Umsetzung kooperativer Lernformen im Mathematikunterricht scheint mir das Fehlen geeigneter Aufgaben und Lernumgebungen zu sein. Röhr (1995, 75) forderte «... kooperatives Lernen aus der Sache heraus ...» und befand, dass geeignete Aufgaben der Kern des Konzeptes des kooperativen Lernens seien.

«Kooperatives Lernen muss nicht von außen inszeniert, sondern kann von der Sache her durch geeignete Aufgaben entwickelt werden.» (Röhr, 1995, 258)

Für ihre klinischen Unterrichtsversuche zum kooperativen Lernen nutzte Röhr durchwegs Unterrichtseinheiten, die auf unterdessen klassischen, reichhaltigen Aufgabenformaten aus dem Projekt «Mathe 2000» basieren.

In den etablierten Lehrmitteln der Primarstufe haben klassische reichhaltige Aufgabenformate, die sich *auch* kooperativ bearbeiten lassen, seither längst Einzug gehalten. Was jedoch sowohl in Lehrmitteln, als auch in der fachdidaktischen Literatur nur vereinzelt auffindbar ist, sind Aufgaben, die nicht *auch*, sondern *ausschliesslich* kooperativ lösbar sind. Diesen Mangel angehend entwickelten und erprobten Wälti, Schütte und Friesen (2020a,b) zahlreiche derartige Aufgaben und Lernumgebungen. «Schatzinsel» ist im Rahmen dieses Kooperationsprojekts entstanden und konnte für diese Arbeit eingesetzt werden.

Diese neuartigen Aufgaben nach dem Konzept *Mathematisches Lernen kooperativ rahmen* weckten bei mir Interesse. Ich war gespannt, ob die Aufgaben überhaupt funktionieren und wie die Schulkinder auf die Konfrontation mit derartigen Lernumgebungen reagieren. Die angebotene Gelegenheit, Erprobungen beizuwohnen, nahm ich deshalb gerne wahr und konnte dabei beobachten, mit welcher Intensität in den Gruppen vielfältige Interaktionshandlungen abliefen. Es wurde diskutiert, erklärt, argumentiert, Wissen reaktiviert, gerechnet, korrigiert, Annahmen getroffen, Entscheidungen gefällt, alternative Wege gesucht und Freude über Erreichtes geteilt. Als Beobachtender stellte sich mir dabei die Frage, wie die Kinder als Akteure dieses kooperativen Arbeitens an mathematischen Inhalten aus einer motivationalen Perspektive erleben.

Aufgrund der Neuartigkeit derartiger kooperativen Lernumgebungen konnten diese bislang noch kaum beforscht werden und es besteht aus meiner Sicht ein Bedarf nach diesbezüglicher Auseinandersetzung in verschiedenen fachdidaktischen Arbeitsfeldern (Forschung, Entwicklung und Implementation).

Fragestellungen und Zielsetzung

Die Theorie der grundlegenden psychologischen Bedürfnisse (Basic-Psychological-Needs-Theory *BPNT*) oder kurz Basic-Needs-Theorie ist eine der Mini-Theorien innerhalb der Selbstbestimmungstheorie SDT von Deci und Ryan (1993, 2000, 2017). Die Nicht-Befriedigung der drei psychologischen Grundbedürfnisse *Autonomie*, *Kompetenz* und *soziale Eingebundenheit* kann zu motivationalen Einschränkungen führen und den Lernerfolg vermindern. Deshalb ist es bei der Entwicklung einer Lernumgebung von Bedeutung, dass diese das Erleben der drei psychologischen Grundbedürfnisse ermöglicht.

Basierend auf der Ausgangslage und den Beweggründen wurden folgende Forschungsfragen formuliert:

**Unterstützt das Arbeiten mit der kooperativen Lernumgebung
«Schatzinsel» das Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse
(Basic Needs)?**

**Unterscheiden sich die Motivation und das allgemeine Interesse an
Mathematik von der Motivation und dem Interesse an der kooperativen
Lernumgebung «Schatzinsel»?**

In der oben formulierten Fragestellung wird stillschweigend vorausgesetzt, dass die kooperative Lernumgebung «Schatzinsel» auch eine solche ist. Dazu muss sie die *Basiselemente* (Borsch, 2019) oder *Gelingsbedingungen* des effektiven kooperativen Lernens von Johnson und Johnson (1989; 2005) erfüllen und die Merkmale kooperativer Lernumgebungen (Wälti u. a., 2020a,b) aufweisen.

Deshalb wurde zwei weitere, untergeordnete Forschungsfragen formuliert:

**Erfüllt die Lernumgebung «Schatzinsel» die Gelingsbedingungen
(Basiselemente) für effektives kooperatives Lernen?**

**Weist die Lernumgebung «Schatzinsel» die Merkmale kooperativer
Lernumgebungen auf?**

Mit der Bearbeitung dieser Fragen wird beabsichtigt, eine nach dem Konzept *Mathematisches Lernen kooperativ rahmen* (Wälti u. a., 2020a,b) erstellte kooperative Mathematik-Lernumgebung (*KLU*) zu analysieren und exemplarisch Aussagen über das motivationale Erleben der Schüler beim Arbeiten mit einer *KLU* machen zu können.

Aufbau der Arbeit

Um die oben aufgeführten Fragen zu beantworten, wird die vorliegende Arbeit folgendermassen gegliedert:

In den Kapiteln 2 und 3 erfolgt die theoretische Grundlegung zur Beantwortung der untersuchungsleitenden Forschungsfragen. Kapitel 2 thematisiert in knapper Form das kooperative Lernen (*KL*) auf der Basis eines konstruktivistisch-interaktionistischen Lernverständnisses und klärt das dieser Arbeit zugrundeliegende Verständnis des Begriffs des *KL*. In der anschliessenden Vorstellung verschiedener theoretischer Konzeptionen des kooperativen Mathematiklernens gilt dabei der Synthese-Konzeption *Mathematiklernen kooperativ rahmen* von (Wälti u. a., 2020a,b) und den zentralen *KLU* ein besonderes Augenmerk.

Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation (Self-Determination-Theory, SDT) von Deci und Ryan (1993, 2000, 2017) setzt sich aus mehreren Mini-Theorien zusammen. Kapitel 3 widmet sich den für die SDT zentralen Mini-Theorien der *Organismischen Integration* (Organismic-Integration-Theory, OIT) und der *Theorie der grundlegenden psychologischen Bedürfnisse* (Basic-Psychological-Needs-Theory, BPNT) und verbindet diese mit der Interessentheorie nach Prenzel, Krapp und Schiefele (1986, 1988, 1992).

Ziel von Kapitel 4 ist die Beantwortung der beiden untergeordneten Fragestellungen nach dem Erfüllen der Gelingenbedingungen für effektives *KL* durch die in der Untersuchung verwendete Lernumgebung «Schatzinsel» und diejenige nach dem Aufweisen der charakterisierenden Merkmale von *KLU*. Dazu wird die im Fokus des Kapitels stehende Lernumgebung beschrieben, einer fachdidaktischen Analyse unterzogen und bezüglich des Schweizer Bildungsplans *Lehrplan 21* (LP 21) verortet.

Die durchgeführte Untersuchung wird in Kapitel 5 beschrieben. Den Ausführungen zu den untersuchungsleitenden Forschungsfragen folgt die Vorstellung des Untersuchungsdesigns und des Testinstruments inklusive der verwendeten Skalen. Nebst den Untersuchungsvariablen werden potentielle Störvariablen benannt und der Umgang mit diesen umrissen. Die Beschreibung der angewandten statistischen Verfahren enthält aufgrund des geringen Stichprobenumfangs auch Überlegungen für den Fall, dass die erhobenen Daten für einzelne Variablen nicht normalverteilt sein sollten. Die Beschreibung der Stichprobe und der Umgang mit fehlenden Werten oder mehrfachen Ankreuzungen schliesst das Kapitel und leitet zu den Ergebnissen über.

Die Darstellung der Untersuchungsergebnisse erfolgt in Kapitel 6 und orientiert sich an den beiden untersuchungsleitenden Fragestellungen. Die einzelnen Unterkapitel beginnen jeweils mit einer deskriptiven Analyse innerhalb der Gesamtstichprobe und Anmerkungen zu aufgetretenen statistischen Unschönheiten (inakzeptable interne Konsistenz (Cron-

bach's α , Items mit Deckeneffekten). Bei entsprechender Auffälligkeit werden auch Daten einzelner Teilstichproben hinsichtlich Geschlecht, Schulort, Alter und Schuljahr beschrieben. Anschliessend folgen die Resultate der Dependenzanalyse, welche nebst den Unterschiedsanalysen (Forschungsfrage zum Interesse und der Motivation) auch punktuelle korrelative Untersuchungen umfasst.

Im abschliessenden Kapitel 8 werden die zentralen Ergebnisse unter Berücksichtigung der Limitierungen dieser Arbeit zur Diskussion gestellt. Gedanken zu weiterführenden Forschungsfragen im Zusammenhang mit *KLU* und zur Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften runden das Kapitel ab.

Kapitel 2

Kooperatives Lernen im Mathematikunterricht

Dieses Kapitel thematisiert theoretische Aspekte des kooperativen Lernens. Das erste Unterkapitel (2.1) beleuchtet sozialpsychologische und pädagogische Grundlagen und klärt das dieser Arbeit zugrunde liegende Begriffsverständnis. Verschiedene Konzeptionen des kooperativen Mathematiklernens finden sich im darauffolgenden Unterkapitel (2.2), wobei der Synthese-Konzeption *Mathematiklernen kooperativ rahmen* und dem in der ersten Forschungsfrage zentrale Begriff der *kooperativen Lernumgebung KLU* ein besonderes Augenmerk zukommt. Unterkapitel 2.3 geht auf einige zentrale empirische Befunde zum *KL* ein und führt zum abschliessenden Unterkapitel mit Begründungen für das *KL* (2.4) über.

2.1 Kooperatives Lernen

2.1.1 Ein schillernder Begriff

Im Verlauf der letzten Jahre hat die Forderung der Gesellschaft nach Inklusion in der Schule das *kooperative Lernen* (im folgenden mit *KL* abgekürzt) im deutschsprachigen Raum wieder vermehrt in den Fokus des fachdidaktischen Interesses gerückt, was sich in Publikationen zu verschiedenen Aspekten des *KL* im inklusiven Unterricht niederschlug (z.B. Becker und Ewering, 2021; Gummels, 2020; Häsel-Weide, 2016; Korten, 2020; Wittich u. a., 2017).

Aufgrund der langen Tradition und der verschiedenen Perspektiven auf das *KL* sind eine Vielzahl von Definitionen entstanden. Im schulischen Alltag wird *KL* oftmals etwas salopp synonym zu Begriffen wie *soziales Lernen*, *gemeinsames Lernen*, *kooperatives Gruppenler-*

nen, Gruppenunterricht, Gruppenarbeit oder Lernen in Gruppen verwendet. Aus wissenschaftlicher Perspektive bezeichnete Krummheuer (2007, 61) den Begriff als «... überaus schillernd ...» und aus theoretischer Sicht aufgrund des vorangestellten Adjektivs als «... überbestimmt», da Lernen aus seinem Verständnis prinzipiell ein *kooperativer bzw. kollektiver Prozess* ist. Im englischsprachigen Raum wird zudem oftmals zwischen *cooperative learning* und *collaborative learning* ausdifferenziert. Gemäss Barkley u. a. (2014, 5) liegt dabei der Hauptunterschied in erster Linie im Ausmass der Strukturierung:

«Collaborative and cooperative learning [are] positioned on a continuum from most structured (cooperative) to least structured (collaborative).»

Einige deutschsprachige Autoren nehmen die angloamerikanische Unterscheidung auf. So auch Wecker und Fischer, die in ihrer zusammenfassenden Aussage *«Beim kooperativen Lernen bearbeiten Lernende in Gruppen Aufgaben, wie sie sie auch alleine bearbeiten würden, unterstützen sich dabei aber gegenseitig.»* den Begriff *KL* eng auffassen (in: Seidel und Krapp 2014, 296). Naujock hingegen bezeichnet jede Art aufgabenbezogener Interaktion als Kooperation. Für sie ist *Kollaborieren* einer der von ihr in ihrer Studie unterschiedenen drei Kooperationstypen und dem Kooperieren untergeordnet (Naujok, 2000, 174).

Im Allgemeinen ist im deutschsprachigen Raum jedoch ein eher weitgefasstes Verständnis des Begriffs *KL* vorherrschend, welches unterschiedliche Beziehungen zwischen den beiden Begriffen zulässt. Dies berücksichtigt, dass kooperatives Lernen (in unterschiedlicher Ausprägung) immer auch kollaborative Momente umfasst (Cohen, 1994, 1). Der vorliegenden Arbeit liegt dementsprechend ein weites Begriffsverständnis zugrunde, das sich mit der Definition von Hasselhorn und Gold (2017, 301) deckt:

«Beim kooperativen (kollaborativen) Lernen arbeiten Schülerinnen und Schüler gemeinsam in kleinen Gruppen, um sich beim Aufbau von Kenntnissen und beim Erwerb von Fertigkeiten zu unterstützen. Das kooperative ist ein aktives, selbständiges und soziales Lernen.»

Gemäss Borsch (2019, 22) schliesst diese Definition eine Vielzahl von Formen gemeinsamen Lernens ein. Er sieht als verbindendes Element dieser Formen den Anspruch an eine aktive Auseinandersetzung mit den Lerninhalten und an das Eintreten in die soziale Interaktion beim Lernen. Damit gemeinsames Lernen als *KL* bezeichnet werden kann, setzt Borsch zudem das Erleben *positiver Interdependenz* und *individueller Verantwortlichkeit* der Lernenden voraus (2019, 25). Auf diese beiden letzten Begriffe wird in den folgenden Unterkapiteln eingegangen.

2.1.2 Eine kurze Geschichte des kooperativen Lernens

Johnson und Johnson (1992, 1998, 2005) sehen das *KL* in der Tradition historisch belegter Formen des gemeinsamen Lernens und verweisen dabei auf den Talmud, das alte Testament (Prediger 4, 9-12), den Sokratischen Diskurs, den römischen Lehrer Quintillian oder den Philosophen Seneca und deren Einflüsse auf die Didaktik. Auch in den Ausbildungspraktiken der im Mittelalter entstandenen Handwerkszünfte verorteten Johnson und Johnson *KL* (1998, 33).

Das vom britischen Erzieher Andrew Bell Ende des 18. Jahrhunderts entwickelte System des wechselseitigen Unterrichts nutzte fortgeschrittene Schüler (Monitoren), welche als Helfer des Lehrers phasenweise Schülergruppen unterrichteten (Grunder, 2008). Gemäss Grunder verbreitete sich diese Methode der *Lancasterschulen* auch in Nordamerika, wo die Idee der Lerngruppen vom *Common School Movement* aufgenommen wurde. Inspiriert durch die im Rahmen eines Studienurlaubs in Deutschland näher kennengelernten Theorien von Pestalozzi, Comenius, Fröbel und Herbart entwickelte Francis W. Parker die *Quincy Methode*, in der das gemeinsame Lernen in Gruppen eine wichtige Rolle spielte. Parker reformierte ab 1875 die öffentlichen Schulen Bostons und prägte ab 1883 die Lehrerausbildung in Chicago (vgl. Encyclopedia of American Education 2007), wo es zur Zusammenarbeit mit John Dewey kam, welcher Parker von der theoretischen Seite her ergänzte. Deweys Theorie der demokratischen Erziehung (1916, 1913, 2011) legte gemäss Green und Green (2005, 2018, 16) das philosophische Fundament für das *KL* nordamerikanischer Ausprägung, welches lerntheoretisch auf dem sozial-konstruktivistischen Lernverständnis von Vygotsky (1978) basiert.

Die Theorie der Kooperation und der Konkurrenz von Deutsch (1949), basierend auf der Arbeit von Lewin (1935) zu Abhängigkeitsverhältnissen innerhalb einer Gruppe, bilden gemäss Johnson und Johnson (2008, 16) das Kernstück der *Theorie der sozialen Interdependenz*. Diese besagt, dass eine gegenseitige soziale Abhängigkeit besteht, wenn das Erreichen der Ziele eines Individuums vom Verhalten der anderen abhängig ist. Es werden dabei zwei Formen gegenseitiger sozialer Abhängigkeit unterschieden. Aus negativer Abhängigkeit folgt Konkurrenz, aus positiver resultiert Kooperation (Johnson und Johnson, 2008, 16). Weitere Ausführungen zur sozialen Interdependenz finden sich im Unterkapitel 2.2.1.

Ab Mitte der Siebzigerjahre wurde das *cooperative learning* in den USA zunehmend beforscht (z.B. von DeVries und Edwards; Johnson und Johnson; Kagan; Slavin und weiteren). Die Gebrüder Johnson, Kagan, das Ehepaar Green und weitere begründeten zudem Zentren zur Weiterentwicklung des *cooperative learning* und trugen respektive tragen z.T. bis heute massgeblich zur Verbreitung im nordamerikanischen Raum bei.

In Deutschland entwickelte Martin (1985) mit dem fremdsprachendidaktischen Konzept *Lernen durch Lehren* (kurz: *LdL*) eine auf einem anthropologischen Modell basierende Methode, die psychologisch und neurowissenschaftlich abgestützt reformpädagogische Anliegen aufnimmt und dabei einzelne Elemente des *KL* amerikanischer Prägung integriert. Renkl bezeichnet Martins Methode als *kooperatives Lernarrangement* und hält fest, dass viele klassische kooperative Lernarrangements Lernen durch Lehren beinhalten (Renkl, 1997, 19). Ab den Neunzigerjahren wurde auch im deutschsprachigen Europa der Begriff *KL* in Fachgremien zunehmend verwendet (Cohen, 1993; Huber, 1987, 1995; Renkl und Mandl, 1995) und in der Mathematikdidaktik setzte Röhr (1995) mit *Kooperatives Lernen im Mathematikunterricht der Primarstufe* einen ersten Meilenstein. Für die Verbreitung und Implementierung des methodisch strukturierten *KL* in der Unterrichtspraxis in Deutschland setzte sich ab Mitte der Neunzigerjahre das Ehepaar Green ein, wobei die beiden sich explizit vom etablierten Konzept des Gruppenunterrichts (Meyer und Meyer, 1954, 1996) abgrenzen mussten. Zeitnah mit dem Erscheinen der Erstauflagen der Übersetzungen der Originale von Johnson u. a. (2005) und Green und Green (2005, 2018) erschienen zunehmend Publikationen deutschsprachiger Autorinnen und Autoren zur Thematik des *KL* (z.B. Weidner, 2003; Huber und Haag, 2004; Konrad und Traub, 2005; Krause, 2007).

Dass die Implementierung des *KL* in den Schulen des deutschsprachigen Raumes lediglich lokal erfolgreich war, kann auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden. Lehrkräften, welche gemischte Erfahrungen mit wenig produktiven, traditionellen Gruppenarbeiten (Konrad und Traub, 2005) gemacht hatten, konnten die Unterschiede zwischen dem *KL* und der Gruppenarbeit nicht aufgezeigt werden. Sie befürchteten zudem einen Kontrollverlust über den Arbeitsprozess und den Lernerfolg der Kinder sowie einen erhöhten Zeitbedarf bei der Anwendung kooperativer Lernformen (Konrad und Bernhart, 2010, 9). Als Antwort auf die Herausforderungen der Heterogenität der Kinder hat sich zudem um die Jahrtausendwende im Fach Mathematik der Einsatz von (zum Teil auch kommerziell erhältlichen) vorgefertigten und individualisierbaren Arbeitsplänen (Korff, 2018, 4) etabliert, die von Kindern mehrheitlich in Einzelarbeit abgearbeitet werden. In diesem Zusammenhang schreibt Gummels (2020, 1), dass die Individualisierung des Unterrichts die Umsetzung kooperativer Lernformen verhindere. Huber verortete bereits (1993) die Ursache für die Skepsis der Lehrkräfte gegenüber dem *KL* in der mangelnden Ausbildung zur Implementierung. Zumindest an der PH Luzern hat sich diesbezüglich bislang wenig bis nichts geändert, findet doch die Thematik des *KL* im Lehrgang der Primarstufe im Fach Mathematik auch aktuell (2023) kaum einen Niederschlag.

Drei Kategorien von im Verlauf der letzten Jahre erschienenen Publikationen zeugen davon, dass die Thematik des *KL* im Fach Mathematik wieder vermehrt in den Fokus gerückt

ist. Eine erste Kategorie richtet sich in erster Linie an Lehrkräfte und umfasst meist mehr oder weniger unkommentierte Aufgaben- und Methodensammlungen. Auf den Umschlägen finden sich die beiden Begriffe *kooperativ* und *Mathematik* und die Produkte werden von Lehrmittelverlagen für alle Stufen der Volksschule feilgeboten. Zur zweiten Kategorie zählen Forschungsarbeiten, welche sich an ein Fachpublikum wenden und sich mit dem *KL* im Rahmen des inklusiven Mathematikunterrichts auseinandersetzen (Gummels 2020; Korff 2018; Wittich u. a. 2017). Der dritten Kategorie liegt wohl das grösste Potenzial inne, zur Umsetzung des *KL* beitragen zu können. Die Publikationen von Bikner-Ahsbahs (2019), Häsel-Weide (2016), Rothenbächer (2016), Wittich, Moser Opitz und Nührenböcker (2017) oder von Wälti u. a. (2020a,b) richten sich in einer adressatengerechten Sprache an Mathematiklehrkräfte, Lehramtsstudierende und -dozierende sowie an das interessierte Fachpublikum und bieten theoriegestützt eine Fülle von Unterrichtsbeispielen, Förderbausteinen und reichhaltigen Lernumgebungen.

Nach den historischen Ausführungen werden im folgenden Unterkapitel vier für das Lernen von Mathematik bedeutende Konzepte des *KL* vorgestellt und einander gegenübergestellt. Damit soll eine Grundlage für die konzeptuelle Einordnung der beiden untergeordneten Fragestellungen (nach den Gelingensbedingungen für effektives *KL* und nach den Merkmalen von *KLU*) gelegt werden.

2.2 Konzepte des kooperativen Mathematiklernens

Diese Unterkapitel orientiert sich an den Ausführungen von Wälti u. a. (2020a,b, 12-16). Tab. 2.1 zeigt eine Übersicht der vier betrachteten Konzepte. Sie startet mit dem allgemeindidaktischen Konzept des *KL* nach Johnson u. a. (2005), anschliessend folgen in etwas knapperer Form das kooperative *Dialogische Lernen* nach Ruf und Gallin (2018) und das mathematikdidaktische *Kooperative Lernen aus der Sache heraus* von Röhr (1995). Mit dem synthetischen Konzept *Mathematiklernen kooperativ rahmen* von Wälti u. a. (2020a,b) schliesst dieses Kapitel.

Konzeptionen kooperativen Lernens	5.2 Methodenzentriertes kooperatives Lernen	5.3 Kooperatives, dialogisches Lernen	5.4 Kooperatives Lernen aus der Sache heraus	5.5 Mathematisches Lernen kooperativ rahmen
	(u. a. nach Johnson / Johnson 1999; Konrad / Traub 2019; Borsch 2019)	(u. a. nach Gallin / Ruf 2011)	(u. a. nach Röhr 1995; Yackel / Cobb / Wood 1991)	(nach Wälti / Schütte / Friesen im vorliegenden Band und 2020a)
Positionierung	allgemein didaktische Konzeption	deutsch- und mathematikdidaktische Konzeption	mathematikdidaktische Konzeption	mathematikdidaktische Konzeption
Charakteristik	Aufgaben werden in eine bestimmte Methode „eingefüllt“ und sind austauschbar. Dient oft zur Automatisierung fachlicher Grundfertigkeiten.	Reichhaltige Lernaufgaben und Lernumgebungen, welche individuell bearbeitet werden. Reflexiver Austausch in Lerntandems am Ende des individuellen Bearbeitungsprozesses und abschließend im Klassengespräch.	Problemhaltige Aufgaben führen zu aktiv-entdeckendem Lernen in Kooperation mit anderen. Die Aufgaben sind häufig auch alleine bearbeitbar.	Im Zentrum stehen substanzuelle mathematische Inhalte, welche untrennbar mit den Aufgaben verbunden sind. Verbindung spielerischer und problemorientierter Aspekte. Zu fachlichen Anliegen gibt es eine „maßgeschneiderte“ Kooperation.
zentrale Merkmale der Aufgaben	Methoden beinhalten oft extrinsische Belohnungssysteme, wodurch positive Interdependenzen zwischen Lernenden und individuelle Verantwortlichkeiten entstehen.	Reichhaltige Aufgaben werden nach dem „Ich-Du-Wir-Prinzip“ geplant und durchgeführt.	Kooperatives Arbeiten erleichtert die Bearbeitung der problemhaltigen Aufgaben. Dadurch werden Lernende intrinsisch zur Kooperation motiviert.	Die Aufgaben sind so konstruiert, dass ihre Bearbeitung prinzipiell interaktiv und in der Regel spielerisch ist.
Beispiele	Gruppenpuzzle, Quiz, Wandtafel-Fußball	produktive Übungen, Aufgaben zum Problemlösen	produktive Übungen, Aufgaben zum Problemlösen	kooperative Lernumgebungen
Publikationen	Anregungen u. a. in Ratgebern zu kooperativem Lernen	seit ca. 1990 zahlreiche Lehrmittel und Begleitlektur zu diesem Konzept	bislang nur wenige publizierte Lernumgebungen oder Lehrmittel	alle Lernumgebungen (auch in Band 2), vereinzelte Anregungen in Lehrmitteln

Abb. 2.1: Konzepte kooperativen Lernens (aus Wälti u. a., 2020b)

2.2.1 Methodenzentriertes kooperatives Lernen

Die klassischen, allgemeindidaktischen Konzeptionen des *KL* nach Johnson u. a. (2005), Slavin (1995) oder Green und Green (2005, 2018) werden von Wälti u. a. (2020a, 12-13) als *Methodenzentriertes kooperatives Lernen* bezeichnet, da die Kooperationsanlässe sich aus der methodischen Struktur des zu bearbeitenden Auftrags ergeben.

Basiselemente des kooperativen Lernens

Den oben erwähnten Konzepten ist gemeinsam, dass sie sich grundsätzlich alle auf die von Johnson und Johnson in ihren Forschungsarbeiten und Theorien identifizierten fünf Basiselemente effektiver kooperativer Bemühungen abstützen, wobei die Benennungen der Elemente jeweils je nach Autorenschaft leicht differieren können:

- Positive Interdependenz
- Individuelle Verantwortung
- Unterstützende Interaktion
- Soziale Kompetenzen
- Evaluation

Differenzen zwischen diesen oben aufgeführten drei Konzepten ergeben sich vor allem aus der unterschiedlichen Gewichtung dieser fünf Basiselemente. Für Johnson u. a. ist die positive Interdependenz (Abhängigkeit) das wichtigste Element (2005, 18). Slavin (1995) betont hingegen aus einer motivationalen Perspektive die Bedeutung von Gruppenbelohnungen und appelliert damit an die individuelle Verantwortung der Gruppenmitglieder. Green und Green (2005, 2018) hingegen legen ein besonderes Augenmerk auf die sozialen Kompetenzen, sowohl als Voraussetzung als auch als Zielsetzung des *KL*.

In Anlehnung an Jurkowski (2011, 74) lässt sich methodenzentriertes *KL* zusammenfassend so umschreiben, dass der Lernprozess dermassen ausgestaltet ist, dass positive Interdependenz und individuelle Verantwortlichkeit gegeben sind, unterstützendes Interaktionsverhalten auf der Basis der dafür notwendigen sozialen Kompetenzen ermöglicht wird und anschliessend eine Reflexion des Arbeitsprozesses stattfindet.

Im Folgenden werden die fünf Basiselemente des *KL* zusammenfassend umrissen.

Positive Interdependenz

Johnson und Johnson (2008, 16f) unterscheiden zwischen positiver, negativer und fehlender sozialer Abhängigkeit der Lernenden. Bei positiver Abhängigkeit realisieren die Einzelnen, dass sie ihre Ziele nur erreichen können, wenn die anderen Gruppenmitglieder die ihren ebenfalls erreichen, was zu unterstützenden Interaktionen führt (Kooperation). Ist die persönliche Zielerfüllung nur möglich, wenn die anderen ihre Ziele verfehlen (Konkurrenz), sprechen sie von negativer Abhängigkeit, welche destruktive Handlungen wie z.B. Entmutigung oder Behinderung nach sich ziehen kann. Keine Abhängigkeit liegt vor,

wenn die einzelnen ihre Ziele unabhängig von den anderen erreichen können. Dies liegt in der Regel bei individualistischen Lernformen vor (vgl. Green und Green, 2005, 2018, 47). Durch didaktische und vor allem methodische Strukturen können verschiedene Arten positiver Abhängigkeit „erzeugt“ werden. Durch eine Aufteilung der Aufgabe werden die Gruppenmitglieder von den Ergebnissen der anderen abhängig (*Aufgaben- oder Zielinterdependenz*). Erhalten die Mitglieder unterschiedliche Rollen zugewiesen, kann *Rolleninterdependenz* entstehen. Von *Ressourceninterdependenz* wird gesprochen, wenn nicht allen dieselben Informationen zur Verfügung stehen. *Belohnungsinterdependenz* wird durch eine kriterienbezogene Beurteilung der Gruppe unter Einbezug der individuellen Beiträge gefördert (vgl. Wittich u. a., 2017, 66). Die von Green und Green (2005, 2018, 79) beschriebene *Abhängigkeit von äusseren Einflüssen* existiert, wenn Gruppen in einen Wettstreit miteinander treten. Gummels (2020, 71) braucht dafür in Anlehnung an Borsch (2019, 28) den Begriff der *Wettbewerbsinterdependenz*, welche beispielsweise auch in der kooperativ-kompetitiven Variante der in dieser Arbeit untersuchten Lernumgebung «Schatzinsel» zum Tragen kommt. Ein derartiger Wettstreit liegt auch der kooperativen Methode *Teams-Games-Tournaments* (TGT) zugrunde (DeVries und Edwards, 1973).

Individuelle Verantwortung

Aus der positiven Abhängigkeit ergibt sich, dass jedes Mitglied der Gruppe Eigenverantwortung und Gruppenverantwortung übernehmen muss. *Eigenverantwortung* wird durch eine individuelle Leistungsbeurteilung erreicht, die individuell und/oder im Rahmen der Gruppe kommuniziert wird. Das einzelne Gruppenmitglied ist aber auch für die Zielerreichung der anderen mitverantwortlich (*Gruppenverantwortung*), da deren Beiträge für das Erreichen der Gruppenziele unerlässlich sind. Das entsprechende Feedback erfolgt in der Gruppe. Die sich daraus ergebende, umfassende individuelle Verantwortung Johnson u. a. (2005, 19) vermeidet passives und ausnutzendes Verhalten (Trittbrettfahren) während des Arbeitsprozesses (vgl. Wittich 2017, 67 oder Borsch 2019, 29). Dass das einzelne Mitglied diese weitreichende individuelle Verantwortung wahrnehmen kann, steht in Beziehung mit dem Erleben der *sozialen Eingebundenheit in der Lerngruppe*. Auf diese wird in Kap. 3.2.2 zur Selbstbestimmungstheorie näher eingegangen.

Unterstützende Interaktion

Das gemeinsame Bewältigen der Aufgabe und die angestrebte Ko-Konstruktion hängen massgeblich von der Qualität der Interaktion innerhalb der Gruppe ab. Für das Auftreten der von Lange (2014, 192) auf der Basis der Erkenntnisse von Naujok (2000, 164f) beschriebenen fachlichen Kooperationshandlungen spielen infrastrukturelle Rahmenbedingungen wie die räumliche Ausgestaltung des realen oder heutzutage auch des digitalen Lernortes

eine Rolle. Diese Bedingungen sollen produktive Interaktion in Form von *face-to-face promotive interaction* ermöglichen und die Gefahr kommunikativer Missverständnisse gering halten (Johnson u. a., 2005).

Mit unterstützender Interaktion sind in erster Linie fachliche Handlungen wie *Erfragen, Vergleichen, Informieren, Erklären, Infragestellen, Argumentieren* etc. (Naujok, 2000, 164f) aber ausdrücklich auch sozio-emotionale Handlungen wie *Ermutigen* oder *Loben* unter den Lernenden gemeint (Johnson u. a., 2005, 20). Unterstützende Interaktion vonseiten der Lehrperson in Form von Impulsen, Hilfestellungen, Rückmeldungen, Ermutigungen oder Komplimenten tragen weiter zu einem förderlichen Kooperationsklima bei (Wälti u. a., 2020a,b, 12). In diesem Zusammenhang spielt auch die *soziale Eingebundenheit mit der Lehrperson* eine Rolle (vgl. Kap. 3.2.2).

Soziale Kompetenzen

Effektives methodenzentriertes *KL* geht gemäss Green und Green von einem Mindestmass an sozialen Kompetenzen aus, welches durch *KL* zu einem *Höchstmass* weiterentwickelt werden könne (2005, 2018, 87f). Soziale Kompetenzen sind somit sowohl Voraussetzung als auch Ziel kooperativer Lernprozesse. Borsch (2019, 31f) benutzt anstelle der Bezeichnung *sozialen Kompetenzen* den Begriff der *kooperativen Fähigkeiten* und arbeitet, basierend auf Johnson und Johnson, vier Dimensionen kooperativer Fähigkeiten heraus:

- Kommunikation
- Vertrauensklima
- Gruppenführung
- Behandlung von Kontroversen

Evaluation

In der Reflexion und Evaluation werden in der Gruppe einerseits die Lernergebnisse herausgearbeitet und andererseits der Lernprozess mit den Bemühungen, Schwierigkeiten, Entscheidungen und Erfolgen thematisiert, um die Effizienz künftiger kooperativer Lernprozesse der Gruppe zu optimieren (Johnson u. a., 2005, 20). Die Form des Feedbacks der Lehrperson an die Gruppe ist dem Umfang der Lernaufgabe angepasst. Bezüglich der Effektivität derartiger Evaluation herrscht allerdings Uneinigkeit und Borsch (2019, 31) warnt ausdrücklich vor generalisierten und unspezifischen Rückmeldungen an die ganze Schulklasse. In der eigenen Unterrichtspraxis bewähren sich Kurzevaluationen hinsichtlich der sozialen Kompetenzen im Klassenrahmen durchaus und bezüglich des fachlichen Lernens ist wohl zumindest eine (knapp gehaltene) Evaluation zwecks Ergebnissicherung und des Ausblicks auf das kommende Unterrichtsgeschehen unerlässlich.

Arten kooperativen Lernens

Johnson u. a. (2005, 21f) unterscheiden drei Arten kooperativen Lernens, die sich hinsichtlich der Dauer, der Komplexität des Auftrags und der Zielsetzungen unterscheiden:

- Informelles kooperatives Lernen
- Formelles kooperatives Lernen
- Kooperative Langzeitteams oder Stammgruppen

Beim *informellen kooperativen Lernen* wird in spontan zusammengesetzten Gruppen oft nur wenige Minuten lang zusammengearbeitet, um aufgenommene Informationen zu ordnen, zu erklären oder zusammenzufassen.

Formelles kooperatives Lernen findet in von der Lehrperson bewusst zusammengesetzten Gruppen über einen längeren Zeitraum (1 Lektion bis mehrere Wochen) statt, um miteinander spezifische Aufgabenstellungen zu bewältigen und gemeinsam Lernziele zu erreichen. Aufgrund vorbereitend gefällter methodischer Entscheidungen inszeniert die Lehrperson den Arbeitsprozess, begleitet diesen adaptiv, evaluiert und beurteilt ihn.

Kooperative Langzeitteams oder *Stammgruppen* sind in der Regel heterogen zusammengesetzten Gruppen, die über ein Semester oder gar mehrere Schuljahre zusammenarbeiten. Sie sollen ermöglichen, dass langfristige, verantwortungsvolle Beziehungen aufgebaut werden können und das Lernen durch die soziale Kohäsion motivational unterstützt wird (Slavin, 1995, 155f).

Anmerkungen zum methodenzentrierten kooperativen Mathematiklernen

Wie in diesem Unterkapitel bereits einleitend beschrieben, handelt es sich beim methodenzentrierten *KL* um ein allgemeindidaktisches Konzept, in welchem die kooperative Bearbeitung methodisch initiiert und durch Skripts organisiert wird. Aufgrund des meist hohen Strukturierungsgrads ist der Einstieg in die Lernaufgabe normalerweise vorgegeben, was im Widerspruch zum mathematikdidaktischen Ideal des vielfältigen Zugangs steht und somit das Arbeiten mit heterogenen Gruppen potentiell auch erschweren kann.

In dieser Konzeption des *KL* werden im Fach Mathematik in der Regel «normale», zur kooperativen Bearbeitung geeignete Aufgaben verwendet, die auch individuell bearbeitet werden können und über die lediglich nachträglich zur individuellen Auseinandersetzung ein Austausch und allenfalls eine Vertiefung stattfindet.

2.2.2 Kooperatives, dialogisches Lernen

Das auch auf andere Fächer und Schulstufen übertragbare Konzept des *Dialogischen Lernens DL* (Ruf und Gallin, 2018) entstammt ursprünglich der Deutsch- und Mathematikdidaktik der Gymnasialstufe und wurde unter der Kurzformel *Ich-Du-Wir* bekannt. Lehren und Lernen werden im *DL* in Form eines Dialogs organisiert. Auf einem sozial organisierten, individuellen Lernweg nähert sich der Schüler den Normen des bearbeiteten Themas an. Dabei werden im Kreislauf des dialogischen Lernprozesses die vier Instrumente *Kernidee*, *Auftrag*, *Lernjournal* und *Rückmeldung* genutzt (vgl. Abb. 2.2):

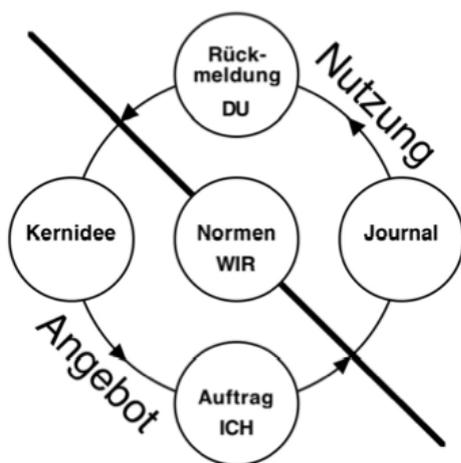


Abb. 2.2: Kreislauf des Dialogischen Lernens (Gallin, 2012)

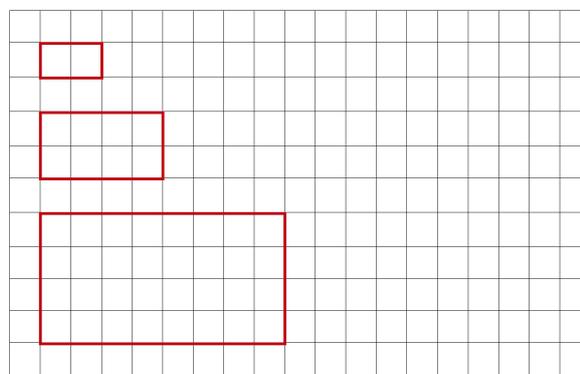


Abb. 2.3: Auftrag zur Kernidee «Kleine und grosse Flächen» (nach Gallin, 2019)

Ausgehend von einer *Kernidee* formuliert die Lehrperson einen offenen Auftrag als Ausgangspunkt für den dialogischen Lernprozess. Der *Auftrag* muss für alle Lernenden grundsätzlich erfüllbar sein und Anlass für eine vertiefte Auseinandersetzung bieten (vgl. Abb. 2.3). Unter dem Leitmotiv *Ich mache das so!* bearbeiten die Schüler in der Ich-Phase den Auftrag individuell und halten die Gedankengänge dieser Auseinandersetzung und ihre eigene, aktuelle Sicht des fachlichen Objekts im *Lernjournal* fest (Produktion). Die Einträge erfolgen chronologisch und in einer Form, dass der oder die Lernpartner und der Lehrer sich zurechtfinden können. In der Du-Phase (*Wie machst du es?*) erfolgt auf der Basis des Lernjournals der methodisch strukturierte Austausch (Rezeption) mit anderen Lernenden oder mit der Lehrperson. Die Lehrperson gibt eine persönliche, verstärkende und konkrete *Rückmeldung* im Lernjournal oder in Form der Abgabe einer sogenannten *Autografensammlung*, welche auch Bestandteil des Folgeauftrags im Kreislauf sein kann. Die «singulären» Eigenproduktionen aus der Autografensammlung können Ausgangspunkte für die von der Lehrperson moderierte Wir-Phase sein. In dieser geht es darum, mit der

Klasse die in der Kernidee enthaltenen «regulären» Normen (*Das machen wir ab.*) des fachlichen Lerngegenstands herauszuarbeiten (Ruf und Gallin, 2018).

Anmerkungen zum kooperativen, dialogischen Mathematiklernen

Im eigenen Berufsumfeld hat der Autor mehrfach erlebt, dass in der Unterrichtspraxis das *DL* oftmals mit der erstmals von Lyman (1981) beschriebenen kooperativen Methode *think-pair-share* gleichgesetzt wird. Aus meiner Optik ist *DL* in seiner Vielseitigkeit und Komplexität bedeutend umfassender als nur eine einzelne, kooperative Methode, denn das *DL* ist ein theoriegestützter, praxisbezogener und solide beforschter Ansatz des Lernens mit einem eigenem Methodenrepertoire.

Der Anteil der im *DL* effektiv kooperativ investierter Lernzeit ist limitiert, da lediglich in der Du-Phase des *DL* Schülerkooperation vorgesehen ist. Ein Grossteil der Lernzeit wird für die Einzelarbeit am Lernjournal während der Ich-Phase und für den lehrergesteuerten Klassenunterricht in der Wir-Phase verwendet. Ü bernimmt, wie im *DL* ausdrücklich als Möglichkeit vorgesehen, die Lehrperson teilweise oder gar ganz die Rolle des *Du*, reduziert sich der kooperative Anteil an der Lernzeit zusätzlich.

Im *DL* sind die auf einer Kernidee basierenden Aufträge zentral. Die nähere Betrachtung der von Gallin (2018) verwendeten Beispiele aus dem Fach Mathematik weisen in der Regel eine Mehrzahl der Charakteristika substantieller Lernumgebungen nach Wittmann (1998, 337) auf, so auch das Beispiel aus Abb. 2.3.

2.2.3 Kooperatives Mathematiklernen aus der Sache heraus

Röhr (1995) führt ihr mathematikdidaktisches Konzept *Kooperatives Lernen aus der Sache heraus* auf zwei zentrale, bereits von Dewey (1913, 2011) beschriebene Ansätze zurück, welche prototypisch fachliches und soziales Lernen miteinander verbinden. Dewey forderte sinngemäss, dass eine interessante, vom Fach her kommende Aufgabe im Mittelpunkt der unterrichtlichen Arbeit stehen müsse. Diese solle in einer (Lern-)Umgebung stattfinden, welche Gelegenheiten zu gemeinschaftlichen Betätigungen bietet (Dewey, 1913, 2011, 36/64). Im Sinne Deweys entwickelten Yackel u. a. (1991) mathematische Aktivitäten, die die Kinder zu Diskussionen über die Lösung von Aufgaben anregen sollen. In ihrer Studie arbeiteten die Kinder jeweils nach einer kurzen frontalen Einführung in Kooperation mit einem Partner an der Lösung der gestellten Aufgaben. Anschliessend wurden die Lösungen und Lösungswege der Klasse präsentiert und ausdiskutiert. Die Motivation zur Kooperation beim Lösen der Aufgaben und während der abschliessenden Diskussion wird

durch die Lehrperson «angeregt», was Röhr als «... *nicht unbedingt intrinsisch.*» taxiert (1995, 68). Von Yackel u.a. übernimmt Röhr den bewussten Verzicht auf extrinsische Motivation durch Gruppenbelohnungen (Slavin, 1993) und stützt sich motivational auf die Interessantheit der Aufgabe in ihrem fachlichen Kontext (Röhr, 1995, 69).

In den Kurzbeschreibungen ihrer Unterrichtsbeispiele (1995, 87-134) zeigt Röhr jeweils die Möglichkeiten für *KL* während der einzelnen Lernaktivitäten auf. Diese Beispiele sind mit wenigen Ausnahmen aus dem Projekt «*Mathe 2000*» hervorgegangene, substantielle Unterrichtseinheiten (Wittmann und Müller 1990, 1992). Da die verwendeten problemhaltigen Aufgabenformate Anlass bieten zum gemeinsamen Ausprobieren, Zusammentragen und Ordnen, Diskutieren, Argumentieren und Finden von Lösungswegen, bezeichnet Röhr die Motivation zur Kooperation als «*aus der Sache heraus*» (Röhr, 1995, 75).

Röhr definiert drei *Lenkungstypen* des *KL*, die sich im Grad der Lenkung durch die Aufgabe, die Schüler und die Lehrperson unterscheiden (1995, 78f).

- Kennzeichnend für Typ 1 ist die gleichmässige Aufteilung der Steuerung auf Schüler, Aufgabe und Lehrer.
- Bei Typ 2 steigt der Lenkungseinfluss der Aufgabe zulasten desjenigen des Lehrers.
- Die hauptsächliche Lenkung durch die Schüler ist das Charakteristika von Typ 3 und setzt in der Regel ein gewisses Mass an kooperativen Kompetenzen voraus.

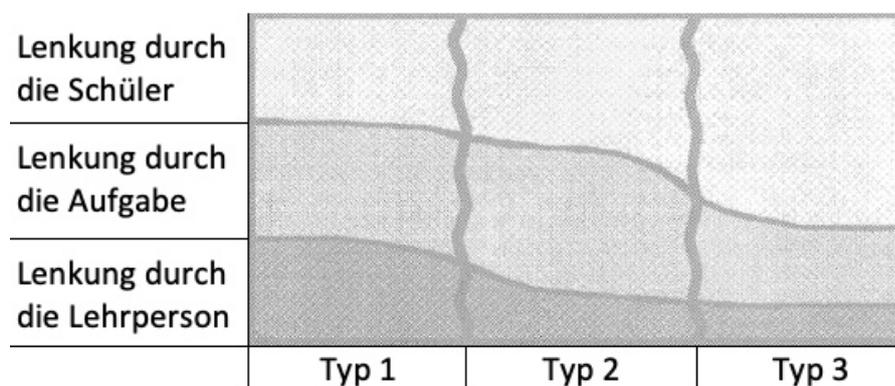


Abb. 2.4: Lenkungstypen beim kooperativen Lernen (Röhr, 1995)

Aus motivationaler Sicht dürften Aufgaben des Lenkungstyps 3 das Autonomie-Erleben der Schülerinnen und Schüler wohl am stärksten unterstützen (vgl. Kap. 3.2.2).

Die Übergänge zwischen den Typen sind gemäss Röhr jedoch fließend und die einzelnen Aufgaben sind nicht immer eindeutig einem Typ zuzuordnen. Röhr unterlässt es, Ankerbeispiele für die drei Lenkungstypen zu benennen oder die für Ihre Untersuchung verwendeten Unterrichtseinheiten (1995, 85-134) den drei Lenkungstypen zuzuordnen.

Anmerkungen zum kooperativen Mathematiklernen aus der Sache heraus

Röhr postuliert fünf Kriterien für Aufgaben, die zum kooperativen Lernen geeignet sind. Wie Wälti u. a. (2020a,b) schreiben, charakterisieren deren vier davon reichhaltige Aufgaben und stimmen mit denjenigen für natürlich-differenzierende Aufgaben überein. Lediglich eines der Kriterien von Röhr bezieht sich inhaltlich explizit und direkt auf das *KL*: «Die Lösung der Aufgabe wird durch die Zusammenarbeit mehrerer Schüler erleichtert.» (Röhr, 1995, 76)

So regen die von Röhr verwendeten Aufgaben zu kooperativen Auseinandersetzung an, aber die Aufgaben sind grundsätzlich auch alleine lösbar. Für stärkere Schüler kann es deshalb aus ökonomischen Gründen wenig sinnvoll sein, eine derartige Aufgabe kooperativ anzugehen, da sie diese in Einzelarbeit deutlich schneller bewältigen könnten. Auf dieses klassische Problem einer *traditionellen Gruppenarbeit*, welches im nordamerikanischen *KL* durch die Basiselemente *soziale Interdependenz* und *individuelle Verantwortung* aufgefangen wird, geht Röhr nicht weiter ein (vgl. Kap. 2.2.1).

2.2.4 Mathematiklernen kooperativ rahmen

In ihrem 2020 präsentierten synthetischen Konzept *Mathematik kooperativ rahmen* vereinen Wälti u. a. (2020a, 15f) erfolgversprechende Elemente der drei vorgängig vorgestellten Konzeptionen kooperativen Lernens. Kooperation wird von Anfang an, d.h. bereits bei der Aufgabenbearbeitung aus der mathematischen Fragestellung heraus (Röhr, 1995) initiiert. Die Offenheit und Komplexität der Lernumgebungen erlauben einen Einsatz sowohl in leistungsheterogenen Jahrgangsklassen als auch in Mehrjahrgangsklassen. Dadurch, dass die Aufgaben nicht alleine lösbar sind, wird positive Interdependenz (Johnson u. a., 2005) zwischen den Schülern erzeugt. In Analogie zur Wir-Phase des *DL* (Ruf und Gallin, 2018) findet in jeder Lernumgebung eine Auswertung/Reflexion statt und enthält somit auch das fünfte Basiselement des methodenzentrierten *KL*.

In den folgenden Unterkapiteln wird das dem Konzept *Mathematik kooperativ rahmen* zugrunde liegende Lernverständnis umrissen und der Begriff der *Kooperativen Lernumgebungen KLU* für den Mathematikunterricht thematisiert.

Interaktionistisch-konstruktivistisches Lernverständnis

Gemäss den Entwicklungstheorien von Piaget (1976, 1998) ist Lernen ein innerer, monologischer Prozess im Menschen. Dieser konstruiert sich ein individuelles, inneres Modell der Welt durch fortlaufenden Abgleich bereits vorhandenen Wissens (Schemata) mit Informationen aus der Aussenwelt. Ein *kognitiver Konflikt* entsteht, wenn Letztere von den

individuellen Schemata abweichen. Lernen wird so als Auflösung dieses Konflikts durch innere Reorganisation der Schemata verstanden. In Piagets Theorien erhält die soziale Interaktion keinen grösseren Stellenwert.

Aus konstruktivistischer Sicht haben Aufgaben oder Lernumgebungen die Funktion Konflikte auslösender, äusserer Impulse, die eine aktive Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand initiieren und zu einer Reorganisation des Vorwissens oder der Aneignung neuen Wissens führen sollen (Winter, 2016, 2).

Im Vergleich zu Piaget fokussiert Vygotsky (1978) aus seiner soziokulturellen Perspektive auf den Einfluss der sozialen Interaktion auf das Lernen und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur sozialkonstruktivistischen Entwicklungstheorie. Er betont im Zusammenhang mit seinem Konzept des Lernens in der *Zone der proximalen Entwicklung* die Bedeutung der asymmetrischen Interaktion von Lernpartnern im *voneinander Lernen*, bei welcher der Interaktionspartner mit dem tieferen Entwicklungsstand profitiert. Nach heutigem Wissensstand können bei asymmetrischer Interaktion Lernprozesse bei beiden Lernpartnern erfolgen (Renkl, 1997; Gummels, 2020). Vygotskij teilt mit Piaget die Ansicht, dass sozial stimuliertes Lernen im Innern eines Individuums stattfindet.

Im Gegensatz zum Konstruktivismus erfolgt der Lernprozess nach einem interaktionistischen Lernverständnis nicht nur im Innern eines Individuums, sondern primär in der Interaktion zwischen Menschen. Miller (1986) schreibt, dass für das Überwinden momentaner kognitiver Limiten der Austausch und die Aushandlung in der Gruppe notwendig sind. Die individuelle Verarbeitung des Gruppenprozesses erfolgt dann gemäss Miller erst anschliessend. Der Verfasser ist der Ansicht, dass diese interaktiven und die individuellen Anteile des Lernprozesses nicht sequentiell getrennt werden müssen und auch parallel ablaufen können.

Das wiederholte Ko-Konstruieren von Arbeitskonsensen und das Aushandeln in der Gruppe erinnern an die Ansätze von Dewey (1913, 2011), der in *Demokratie und Erziehung* die Schule als Modell für Demokratie versteht. Im Produkt der Aushandlung, der *neuen Rahmung* (Krummheuer, 2011), ist zudem aus der persönlichen Perspektive des Verfassenden eine Analogie zu den in der Wir-Phase vereinbarten Normen (*Das machen wir ab.*) im DL nach Ruf und Gallin (2018) erkennbar.

Das Unterrichten auf der Basis eines interaktionistisch-konstruktivistischen Ansatzes stellt hohe Anforderungen an Lehrpersonen. Letztere können diesbezügliche inhaltliche, didaktische und methodische Unterstützung z.B. in den von Wälti u. a. (2020a,b) ausgearbeiteten kooperativen Lernumgebungen finden, welche mit konkreten Anregungen zur Inszenierung, der Begleitung des Austausches in Kleingruppen und der abschliessenden

Auswertung im Klassenrahmen zur Implementierung des *KL* in den eigenen Mathematikunterricht einladen.

Kooperative Lernumgebungen für den Mathematikunterricht

Eine erste Erwähnung des Begriffs *Lernumgebung* fand Wollring (2008, 9) in einem Beitrag von Friedrich und Mandl aus dem Jahr 1997 im Zusammenhang mit dem individuellen und kooperativen selbstgesteuerten Lernen. Sie verstanden unter *Lernumgebung* ein Arrangement äusserer Lernbedingungen (Personen und Unterrichtsmaterialien) und Instruktionmassnahmen wie Lernaufgaben, Lernschritte und Methoden (Friedrich und Mandl, 1997, 258). Wittmann (1998, 337) prägte in der Mathematikdidaktik den Begriff der *substantiellen Lernumgebung*, deren Charakteristika er folgendermassen umschrieb:

- Repräsentation zentraler Ziele, Inhalte und Prinzipien des Mathematikunterrichts
- Reichhaltiges Angebot für mathematische Aktivitäten
- Flexibilität hinsichtlich der Anpassung an die Gegebenheiten der Klasse
- Berücksichtigung mathematischer, psychologischer und pädagogischer Aspekte

Substantielle Lernumgebungen sollen so konstruiert sein, dass *natürliche Differenzierung* innerhalb der Aufgabe möglich ist. Krauthausen und Scherer (2019, 50) charakterisieren natürliche Differenzierung anhand folgender Merkmale:

- Gleiches Lernangebot für die gesamte Lerngruppe
- Inhaltlich ganzheitliches und hinreichend komplexes Lernangebot
- Möglichkeit verschiedener Bearbeitungswege
- Soziales Lernen von- und miteinander

Aufgrund der offensichtlichen Passung der Merkmale der beiden Konzepte lässt sich mit dem Einsatz substantieller Lernumgebungen natürliche Differenzierung realisieren (Krauthausen und Scherer 2019, 110; Wollring 2008, 17). Dementsprechend gelten substantielle Lernumgebungen als bedeutender Ansatz für das Unterrichten heterogener und altersdurchmischter Lerngruppen.

Wollring (2008, 12) bezeichnet Aufgaben als kleinste Organisationseinheit des Mathematikunterrichts und beschreibt deren Beziehung zur Lernumgebung mit folgender Sequenz:

$$\text{Aufgabe} \subset \text{Aufgabenformat} \subset \text{Lernumgebung}$$

In Anlehnung an Wittmann fasst er *Lernumgebung* als Erweiterung des Begriffs *Aufgabe* auf und beschreibt sie als «flexible, grosse Aufgabe», die aus einem «Netzwerk kleinerer Aufgaben besteht, die durch bestimmte Leitgedanken zusammen gebunden werden.» (2008,

13) und definiert Lernumgebung als «*Planungs- und Organisationskonzept, mit dem konstruktivistisch orientiertes Lernen und ein damit verbundenes positives Lernklima zu realisieren sind.*»

Die *Lernumgebungen für Rechenschwache bis Hochbegabte* von Hengartner, Hirt und Wälti (2006) orientieren sich an Wittmanns Kriterien und sind wie diejenigen aus dem Folgeband (Hirt und Wälti 2012) auf Kompetenzerwerb und mathematische Tätigkeiten ausgerichtet. Sie sind gemäss den Autoren als «... *gelegentliche oder regelmässige Lernanlässe des gemeinsamen Mathematiktreibens.*» gedacht. Der Unterrichtsverlauf ist in die drei Phasen *Inszenierung, Eigenaktivität* und *Austausch* gegliedert. Die Autoren propagieren, dass in der Phase der Eigenaktivität die «... *arithmetischen und geometrischen Lernumgebungen eigenaktiv bearbeitet werden sollten ...*», also in Einzelarbeit. Nur für Lernumgebungen zum Sachrechnen ist bereits in dieser Phase «... *Lernen von- und miteinander ...*» angedacht (Hirt und Wälti, 2012, 17). So erfolgt kooperatives Lernen sowohl während dem zugelassenen, spontanen fachlichen Austausch unter den Lernenden während der Phase der Eigenaktivität als auch in den von der Lehrperson mittels organisierenden Impulsen moderierten fachlichen Dialogen der Austauschphase (Hirt und Wälti, 2012, 18f).

Die Konzeption *Mathematiklernen kooperativ rahmen* von Wälti u. a. (2020a,b, 15) betont die interaktionistische Komponente des Mathematiklernens, und führte zu einer Weiterentwicklung der mathematischen Lernumgebung *LU* zur *kooperativen Lernumgebung KLU*. Das Design der *KLU* initiiert Kooperation in Form eines produktiven Austausches bereits während der ersten Phase der Aufgabenbearbeitung. Im Idealfall ist eine *KLU* nur in Kooperation zu *bewältigen* und eine Lösung in Einzelarbeit ist gar nicht möglich. Um dies zu realisieren, charakterisieren die Autoren eine *KLU* für das Fach Mathematik mit folgenden sieben Merkmalen:

- (a) Von substantiellen mathematischen Fragestellungen ausgehend
- (b) Eignung für jahrgangsgemischte und leistungsheterogene Klassen
- (c) Komplexität ermöglicht vielfältige Bearbeitungswege
- (d) Positive Interdependenz macht Kooperation unverzichtbar
- (e) Meist spielerische Bearbeitung
- (f) Prägung durch stochastische Elemente und strategisches Denken
- (g) Auswertung und Reflexion

In diesen Charakteristika sind alle fünf Basiselemente (vgl. Kap. 2.2.1) des methodenzentrierten *KL* nach Johnson u. a. (2005) integriert. Die positive Interdependenz (d) und auch die abschliessende Auswertung/Reflexion/Evaluation (g) werden in den sieben Merkmalen explizit erwähnt und die unterstützende Interaktion ist implizit in der zwingend kooperativen Aufgabenbearbeitung (d) enthalten. Der motivationalen Komponente des

Basiselements *individuelle Verantwortung* wird mit der meist spielerischen Bearbeitung (e) zumindest partiell Rechnung getragen. Das Basiselement *soziale Kompetenzen* ist in den aufgeführten Merkmalen nicht erwähnt, aber es gilt im Kontext des kooperativen Lernens als unbestritten, dass soziale Kompetenzen sowohl Voraussetzung als auch Ziel sozialer Formen des Lernens sind (vgl. Borsch 2019; Green und Green 2005, 2018; Huber und Haag 2011; Jurkowski 2011; Weidner 2019).

Auch mit dem *DL* nach Ruf und Gallin (2018) gibt es Gemeinsamkeiten. So entspricht die substantielle mathematische Fragestellung des erstgenannten Merkmals (a) der *Kernidee* von Ruf und Gallin und die Anforderungen an den *Auftrag* des *DL* decken sich weitgehend mit den Merkmalen (b) und (c). Im Gegensatz zum *DL* ist in den *KLU* jedoch ausdrücklich keine individuelle Bearbeitung im Sinne einer *Ich-Phase* vorgesehen, da aufgrund der Aufgabenstellung eine kooperative Bearbeitung in allen Phasen unverzichtbar ist.

Den Konzepten von Röhr (1995) und von Wälti u. a. (2020a,b) ist gemeinsam, dass jeweils zentrale mathematische Inhalte (a) im Zentrum stehen, welche mit entsprechenden Aufgaben verbunden sind (vgl. Abb. 2.1). Röhr initiiert Kooperation dadurch, dass sie «normale» (und grundsätzlich auch alleine lösbare) produktive Übungen und Problemlöseaufgaben verwendet, deren Lösung durch eine kooperative Bearbeitung erleichtert wird. Die *KLU* von Wälti u. a. hingegen sind in der Regel so konstruiert, dass für eine erfolgreiche Bearbeitung Interaktion zwingend voraussetzt ist und eine individuelle Bearbeitung nicht sinnvoll ist.

2.3 Empirische Befunde zum kooperativen Lernen

Wie bereits erwähnt ist es schwierig, empirische Befunde zum *KL* im deutschsprachigen Raum zu finden. Seit den Siebzigerjahren des letzten Jahrhundert sind jedoch vor allem im nordamerikanischen Raum unzählige Studien rund um das *KL* publiziert worden, sodass es schwer fällt, einen Überblick zu gewinnen. Die Mehrzahl dieser Studien untersucht die Effekte des methodenzentrierten *KL* auf die kognitiven Lernziele schulischen Unterrichts, aber auch zu den Auswirkungen auf nichtkognitive Lernziele liegen zahlreiche Studien vor.

kognitive Ziele	soziale Ziele	motivationale/emotionale Ziele
Wissenserwerb steigern	soziale Beziehungen verbessern	Lernbereitschaft steigern
	Hilfsbereitschaft fördern	Lernfreude aufrecht erhalten
	kooperative Zusammenarbeit verbessern	Aufmerksamkeit steigern
		Selbstwertgefühl steigern

Tab. 2.1: Zielsetzungen schulischen Unterrichts beim *KL* (Borsch, 2019, 107)

Dieses Unterkapitel versucht, gestützt auf Metaanalysen von Johnson und Johnson, Slavin und weiteren, einen kurzen Überblick zum aktuellen Wissensstand bezüglich des Wissenserwerbs und bezüglich nichtkognitiver Lernziele beim *KL* widerzugeben.

2.3.1 Befunde zum Wissenserwerb

Die erste Metaanalyse zum *KL* von Johnson u. a. (1981) mit dem Titel «*Effects of cooperative, competitive and individualistic goal structures on achievement*», umfasste 122 Studien an nordamerikanischen Schulen. Unabhängig vom Fach und von der Altersgruppe führte methodenzentriertes *KL* zu besseren Leistungen und effektiverem Lernerfolg als kompetitive und individualistische Formen des Lernens.

Auch die auf 90 Studien an Primar- und Sekundarschulen basierende Metaanalyse von Slavin (1993) weist mit einer mittleren Effektstärke von $d=0.26$ für knapp zwei Drittel der Vergleiche signifikant bessere Lernleistungen der kooperativen Klassen aus. Die Effektstärken für unterschiedliche kooperative Methoden variieren dabei (Bsp. Gruppenrecherche $d=0.06$ / Gruppenturnier $d=0.38$). Slavins Analyse ergibt, dass kooperative Methoden, welche positive Interdependenz durch Gruppenbelohnungen realisieren und zugleich indi-

viduelle Verantwortlichkeit schaffen, mit einer mittleren Effektstärke von $d=0.32$ besonders effektiv sind.

	Slavin 1995	Johnson 2003	Rohrbeck 2003	Hattie 2013	Kyndt 2013
kooperativ	0.26		0.33	0.41	0.54
koop - komp		0.67		0.54	
koop - ind		0.64		0.59	

Tab. 2.2: Effektstärken in verschiedenen Metaanalysen zum *KL*

Die ebenfalls auf 90 Studien basierende Metaanalyse von Rohrbeck u. a. (2003) zum Peer-Assisted-Learning im Grundschulalter kommt mit $d=0.33$ zu einer vergleichbaren Effektstärke. Diese Studie untersucht auch Moderatoren der Wirksamkeit und bestätigt dabei Slavins Resultate hinsichtlich des Einsatzes von *Gruppenbelohnungen*. Aus Sicht der hier vorliegenden Arbeit ist der Moderator *Autonomie* von Interesse. Kooperative Lernsettings, welche den Kindern grösseres Mass an Autonomie gewährten, führten zu grösseren Effektstärken als Lernsettings mit geringer Autonomie (2003, 249-250).

In die Metaanalyse von Kyndt u. a. (2013) flossen 59 Primärstudien im Unterricht ein, Studien in Laborsettings wurden nicht berücksichtigt. Im Vergleich zum regulären Unterricht ist der Effekt des *KL* auf die Leistung mittelgross ($d=0.54$). Die Moderatorenanalysen ergeben, dass der positive Effekt auf der Primarstufe etwas stärker ausfällt als auf der Sekundarstufe und bei Studierenden. Bezüglich einzelner Schulfächer zeigt sich, dass sich *KL* in Mathematik und den Naturwissenschaften als effektiver erweist als in den Sozialwissenschaften und den Sprachen (2013, 145).

Die Hattie-Studie (2014) errechnet eine mittlere Effektstärke $d=0.41$ für den Themenbereich des *KL*. Im Vergleich mit dem kompetitiven ($d=0.54$) und dem individuellen Lernen ($d=0.59$) bewegen sich die Effektstärken in der gleichen Grössenordnung wie in den Metaanalysen von Johnson und Johnson (1989). Borsch (2019, 123) erklärt diese Effektstärken damit, dass sachgerecht implementiertes *KL* eine günstige Gelegenheit für die Erfüllung gemäss der Hattie-Studie zentraler Aspekte eines lernförderlichen Unterrichts bietet.

Bezüglich des im allgemeinen guten Abschneidens des *KL* in Metaanalysen verweist Borsch (2019, 124) darauf hin, dass letztendlich die Qualitätsdimensionen des Unterrichts (kognitive Aktivierung, konstruktive Unterstützung und effiziente Klassenführung) ausschlaggebend für die Wirksamkeit kooperativer Lernmethoden seien.

2.3.2 Befunde zu nichtkognitiven Lernzielen

Bereits in ihrer Metaanalyse von 1989 untersuchten Johnson und Johnson auch soziale, emotionale und motivationale Auswirkungen des *KL* im Vergleich mit dem kompetitiven und dem individuellen Lernen. Die dabei errechneten mittleren Effektstärken (vgl. Tab. 2.3) bewegen sich mehrheitlich im moderaten bis mittleren Bereich.

Johnson/Johnson 1989	Positive Beziehungen	Soziale Unterstützung	Selbstwertgefühl	Einstellung zu Inhalten
koop - komp	0.67	0.62	0.58	0.57
koop - ind	0.60	0.70	0.44	0.42

Tab. 2.3: Mittlere Effekte hinsichtlich sozialer, motivationaler und emotionaler Variablen

KL über längere Zeiträume führt gemäss Johnson und Johnson (1989) im Vergleich mit dem kompetitiven oder dem individualistischen Lernen zu positiveren Beziehungen zwischen den Schülerinnen und Schülern ($d=0.67$ und $d=0.60$) und mit der Lehrperson. Slavin (1995) kommt zum Schluss, dass sich *KL* auch im Vergleich mit herkömmlichem Unterricht positiv auf die Beziehung unter den Lernenden auswirke.

Soziale Unterstützung unter den Schülern ist beim *KL* häufiger beobachtbar ($d=0.62$ und $d=0.70$) und von höherer Qualität (Johnson und Johnson, 1989). Ginsburg-Block, Rohrbeck und Fantuzzo (2006) errechnen einen vergleichbaren Effekt bezüglich kooperativer Verhaltensweisen ($d=0.65$) und stellen in ihrer Metaanalyse (36 Studien) zu den Auswirkungen des Peer-Assisted Learning eine Zunahme sozialer Fähigkeiten fest ($d=0.52$). Borsch (2004) berichtet in seiner Untersuchung zum Einsatz des Gruppenpuzzles auf der dritten Klassenstufe von einem relativen Anteil kooperativer Verhaltensweisen am Gesamtverhalten von 70% und einer Zunahme der Qualität der kooperativen Zusammenarbeit im Verlauf des Schuljahrs (Borsch, 2019, 127).

Im Vergleich mit dem kompetitiven oder dem individualistischen Lernen fördert *KL* laut Johnson und Johnson (1989) das psychische Wohlbefinden ($d=0.58$) und steigert das Selbstwertgefühl ($d=0.44$). Slavin (1995) stellte positive Effekte auf das Selbstwertgefühl in elf von fünfzehn Studien fest. Borsch (2019, 132) führt die uneinheitlichen Befunde auf die in den Studien verwendeten unterschiedlichen kooperativen Methoden zurück. Ginsburg-Block u. a. (2006) berichten von einem mittleren Effekt ($d=0.40$) für ein verbessertes Selbstkonzept.

Für die Einstellung der Schüler gegenüber den bearbeiteten fachlichen Inhalte und Ziele ergeben sich bei Johnson und Johnson (1989) im Vergleich mit kompetitivem oder individualistischem Lernen im Mittel Effektstärken von $d=0.57$ und $d=0.42$. Dies äussere

sich in themenbezogenem Verhalten, anhaltender Leistungs- und Lernbereitschaft sowie einer allgemein positiven Einstellung gegenüber dem Lernen und der Schule (Johnson und Johnson, 1989, 17).

Befunde zu kooperativen Mathematik-Lernumgebungen

Zu kooperativen Lernumgebungen *KLU* nach dem Konzept *Mathematisches Lernen kooperativ rahmen* von Wälti u. a. (2020a) liegen bislang noch keine empirischen Befunde vor. Dass auch der Einsatz von «normalen» mathematischen Lernumgebungen unter Unterrichtsbedingungen bislang kaum empirisch beforscht wurde, ist wohl einerseits der Komplexität des Unterrichtens mit *LU* und andererseits der nur bedingten psychometrischen Messbarkeit komplexerer Unterrichtsprozesse geschuldet.

2.4 Begründungen für kooperatives Lernen

Aufgrund der empirischen Befunde (vgl. Kap. 2.3) und deren Erklärbarkeit aus ihren jeweils unterschiedlichen theoretischen Perspektiven begründen Johnson u. a. (2005), Green und Green (2005, 2018) und weitere das *KL* sinngemäss mit folgenden Auswirkungen:

- bessere Leistungen und höhere Produktivität beim (kognitiven) Lernen
- Steigerung der sozialen Kompetenzen
- mehr Interesse und Engagement
- grösseres Wohlbefinden
- gestärktes Selbstwertgefühl
- Aufbau grundlegender Werte

In Übereinstimmung mit anderen Autorinnen und Autoren (z.B. Becker und Ewering 2021; Häsel-Weide 2016; Gummels 2020; Korten 2020; Rothenbacher 2016; Wittich u. a. 2017) propagiert Borsch (2019, 99) im Kontext mit dem inklusiven Unterricht den Einsatz des *KL*. Er schreibt, dass *KL* in der Schule einen Beitrag zur Vorbereitung auf eine zunehmend kooperativ ausgerichtete Arbeitswelt leisten könne und hinsichtlich der Entwicklung zu einer inklusiven Gesellschaft sozialintegrativ und präventiv wirke.

Wenn Johnson u. a. (2005) vom Aufbau grundlegender Werte durch *KL* sprechen, sind damit, in Anknüpfung an Deweys «*Democracy and Education*» (1913, 2011), die Werte einer demokratischen Gesellschaft gemeint, die sich in Bildungsplänen und im in der Schweiz aktuell geltenden Lehrplan 21 (LP 21) wiederfinden. Laut LP 21 orientiert sich die Volksschule an humanistischen und demokratischen Wertvorstellungen. Sie soll in einer pluralistischen Gesellschaft zum sozialen Zusammenhalt beitragen und Verständnis für

soziale Gerechtigkeit, Demokratie und die Erhaltung der natürlichen Umwelt wecken und fördern (D-EDK, 2016, 2).

Nebst den fachlichen Kompetenzen gilt es überfachliche Kompetenzen personaler, sozialer und methodischer Art zu erwerben, welche für eine erfolgreiche Bewältigung von Aufgaben in verschiedenen Lebensbereichen zentral sind. Die Textpassage *«Sie erwerben soziale und kommunikative Fähigkeiten und lernen, mit anderen Kindern zusammenzuarbeiten, Konflikte zu lösen und mit Vielfalt umzugehen.»* liest sich beinahe wie ein Werbespot für das *KL* (D-EDK, 2016, 4).

Kapitel 3

Interesse und Motivation

In diesem Kapitel wird geklärt, welche Bedeutung den beiden in der zweiten Forschungsfrage zentralen Begriffen *Interesse* und *Motivation* in dieser Arbeit zukommt. Dazu werden die «Pädagogisch-psychologische Interessentheorie PIT» von Krapp, Prenzel und Schiefele sowie die «Theorie der grundlegenden psychologischen Bedürfnisse» (*Basic-Psychological-Needs-Theory BPNT*) als einer der sechs Mini-Theorien innerhalb der Selbstbestimmungstheorie der Motivation (*Self-Determination-Theory SDT*) von Deci und Ryan umrissen und in Beziehung zu den kooperativen Lernumgebungen gesetzt.

3.1 Interesse und Interessantheit

Erste Auseinandersetzungen mit dem Begriff Interesse im Gebiet der Pädagogik verortet Waldis (2012) in Publikationen der französischen Aufklärung. Sie verweist auf mehrere Stellen in Rousseaus *Emile*, in denen im Zusammenhang mit der Neugierde und Wissensbegierde von Kindern der Interessensbegriff verwendet wird (Waldis, 2012, 27).

Frühe Interessenskonzeptionen gehen gemäss Waldis oder Hasselhorn und Gold (2017) auf Herbart (1806) und Dewey (1913, 2011) zurück. Deren Ansätze zu Interessentheorien flossen ab Mitte der 1970er Jahre in die Pädagogisch-psychologische Interessentheorie PIT der Münchner Gruppe um Schiefele, Krapp und Prenzel ein (Prenzel u. a. 1986), auf welche im Folgekapitel eingegangen wird. Auf das Eingehen auf Nicht-Interesse, Desinteresse, Abneigung und Indifferenz (Vogt und Krüger 2007) wird hingegen im Rahmen dieser Arbeit verzichtet.

3.1.1 Pädagogisch-psychologische Interessenstheorie PIT

Der Begriff Interesse stammt aus dem Lateinischen und bedeutet wörtlich übersetzt *da-zwischen* (inter) *sein* (esse). Dieser Bedeutung trägt der Person-Objekt-Ansatz der pädagogischen Interessenstheorie der Münchner Gruppe Rechnung, indem Interesse als Beziehung zwischen einer Person zu einem Gegenstand aufgefasst wird. Prinzipiell kann jeder Gegenstand, mit dem sich ein Mensch handelnd oder geistig auseinandersetzt, zum Interessensgegenstand werden. Ein Gegenstand kann ein konkretes Objekt, ein Thema der sozialen und materiellen Umwelt, eine Idee oder eine Tätigkeit sein (Prenzel u. a. 1986). Im schulischen Umfeld sind dies meist Themen oder Inhalte eines bestimmten Wissens- oder Fachgebietes.

Die Relation der Person mit dem Objekt äussert sich in der Auseinandersetzung (Interessenshandlung) mit dem Interessensgegenstand. Dem Interesse werden in der PIT (oder im englischen Sprachraum *person-object-theory of interest* POI) drei charakteristische Merkmale zugeschrieben, die emotionale und die wertbezogene Valenz sowie die epistemische Orientierung.

- Interessenshandlungen sind in ihrer Ausführung mit insgesamt positiven Emotionen verbunden (Schiefele, 1996, 78). Das Erleben der grundlegenden psychologischen Grundbedürfnisse (vgl. Kap. 3.2.2) im Rahmen der Auseinandersetzung mit dem Interessensgegenstand trägt zusätzlich zur positiven emotionalen Erlebnisqualität bei (Waldis, 2012, 41).
- Der Interessensgegenstand erfährt von der Person eine hohe subjektive Wertschätzung, da sie den Gegenstand und das Wissen darüber als persönlich bedeutsam einschätzt (wertbezogene Valenz, vgl. Krapp 1999, 399).
- Unter epistemischer Orientierung versteht Prenzel (1988) die Tendenz und Bereitschaft, mehr über den Interessensgegenstand zu erfahren und das Wissen darüber auszubauen, was besonders im schulischen Umfeld von Bedeutung ist.

3.1.2 Situationales und individuelles Interesse

Den zwei Traditionen der Interessensforschung entsprechend wird zwischen *situationalem* und *individuellem Interesse* unterschieden (Krapp und Ryan 2002; Hidi und Renninger 2006; Schiefele 1996). Das situationale Interesse wird als kurzfristiger psychischer Zustand definiert, wogegen das individuelle Interesse «... als eine motivationale Disposition im Sinne eines relativ stabilen Persönlichkeitsmerkmals aufgefasst wird.» (Krapp und Prenzel 1992).

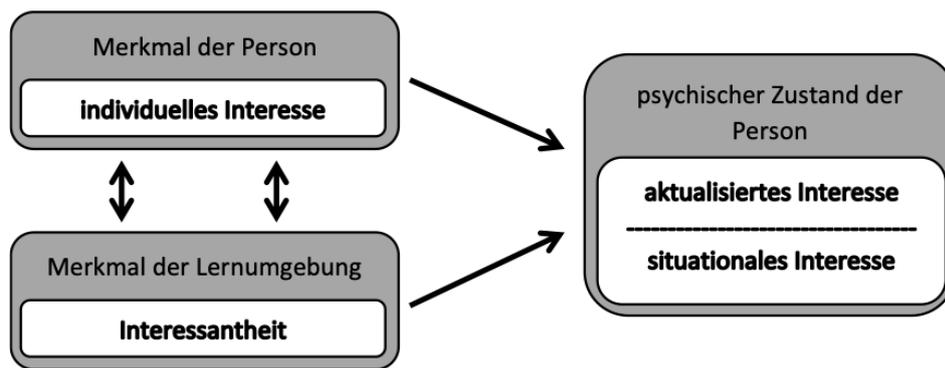


Abb. 3.1: Relationale Struktur des Interesseskonstrukts (Krapp und Prenzel, 1992)

Situationales Interesse

Dem relationalen Ansatz der POI entsprechend beschreibt Krapp und Prenzel (1992, 750), dass situationales Interesse sowohl durch persönliche, dispositionale Faktoren (Vorwissen, Interessiertheit) als auch durch die Interessantheit des Gegenstands (z.B. einer Lernumgebung) ausgelöst werden kann (vgl. Abb. 3.1). In früheren Arbeiten unterscheidet Krapp zusätzlich zwischen *situationalem* und *aktualisiertem* Interesse. Unter aktualisiertem Interesse versteht er eine intrinsisch initiierte Interessenshandlung, welche auf einem bereits existierenden individuellen Interesse basiert. Diese Unterscheidung wurde in den letzten Jahren teilweise infrage gestellt, da es in vielen Fällen kaum möglich ist zu entscheiden, ob situationales oder aktualisiertes Interesse vorliegt (Waldis, 2012, 45).

Schiefele (in Wild und Möller 2015, 162) definiert situationales Interesse als «... *durch äußere Umstände hervorgerufenen Zustand des Interessiertseins, der u.a. durch eine erhöhte Aufmerksamkeit und Gefühle der Neugier und Faszination gekennzeichnet ist.*» Situationales Interesse ist demnach ein «... *handlungsbegleitender emotionaler Zustand, dessen Erleben als relevante Quelle intrinsischer Motivation betrachtet werden kann.*»

Individuelles Interesse

Im Gegensatz zum situationalen Interesse, bei dem die Bezugs-Gegenstands-Relation immer aus der Perspektive des aktuellen Handlungsbezugs betrachtet wird (Prenzel u. a. 1996), wird das *individuelle* Interesse als relativ überdauerndes Persönlichkeitsmerkmal beschrieben (Krapp und Prenzel 1992). Diese motivationale Disposition umfasst Strukturen in Form von individuellen Gegenstandsabbildungen, welche mit emotionalen und wertbezogenen Valenzen verknüpft im Langzeitgedächtnis gespeichert sind und mit denen eine latente Bereitschaft zur Auseinandersetzung mit einem Interessensgegenstand einhergeht. Wohl aufgrund des dispositionalen Charakters dieser Strukturen wird in neueren

Publikationen anstelle des Begriffs *individuelles* Interesse zunehmend auch der Begriff *dispositionales* Interesse verwendet (z.B. in Willems 2022).

Interessensgenese

Die Interessensentwicklung wird in der Literatur als mehrschrittiger Prozess beschrieben, in welchem sich das aus der Person-Objekt-Auseinandersetzung ausgelöste situationale Interesse bei günstigen Bedingungen zu einem stabilisierten individuellen Interesse entwickelt (vgl. Abb. 3.2). In Anlehnung an die *Organismische Integration* der Selbstbestimmungstheorie SDT von Deci und Ryan (1993, 2017) erfolgt diese Internalisierung gemäss Krapp (1998) durch die fortschreitende *Identifikation* mit dem Interessensgegenstand und der *Integration* der mit dem Interessensgegenstand verknüpften Werte ins Selbstkonzept.

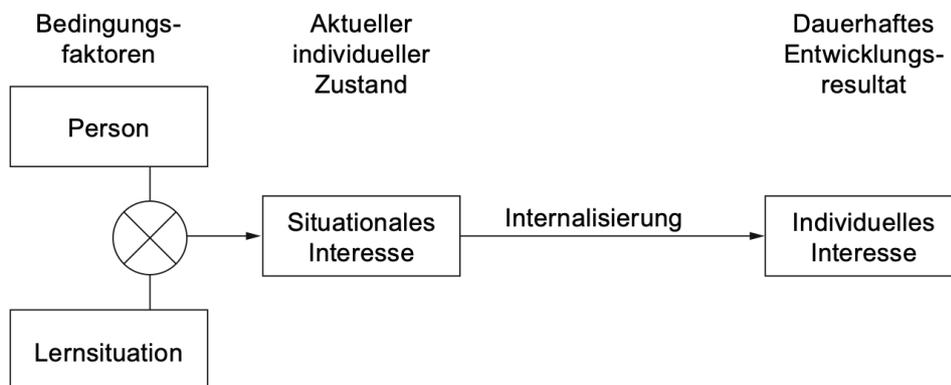


Abb. 3.2: Rahmenmodell des Interesses (Krapp, 1998)

Mitchell (1993) unterteilt das situationale Interesse in eine catch- und eine hold-Phase (vgl. 3.3). In der catch-Phase wird aufgrund der Interessanztheit der Lernsituation durch kurzfristige Aufmerksamkeitssteuerung, idealerweise verknüpft mit positiven Emotionen, Neugierde am Interessensgegenstand geweckt (Hidi und Renninger 2006, Lewalter und Willems 2009). Die hold-Phase lässt sich durch eine relativ überdauernde Motivationsqualität umschreiben. Die Person möchte mehr über den Gegenstand erfahren (epistemische Orientierung), schreibt dem Gegenstand positive Werte zu und ist bereit, sich weiter mit dem Gegenstand zu beschäftigen. Die wiederholte Realisation der hold-Phase wird als Voraussetzung zur längerfristigen Entwicklung von individuellem Interesse betrachtet (Krapp 1998, Hidi und Renninger 2006, Lewalter und Willems 2009).

Lewalter und Willems (2009) wiesen in ihrer Studie einen Einfluss des Erlebens der grundlegenden psychologischen Grundbedürfnisse (Deci und Ryan 1993, 2017) auf beide Phasen der Entwicklung des situationalen Interesses nach. Während der catch-Phase sind das Erleben von Autonomie und Kompetenz und im geringeren Ausmass die soziale Eingebun-

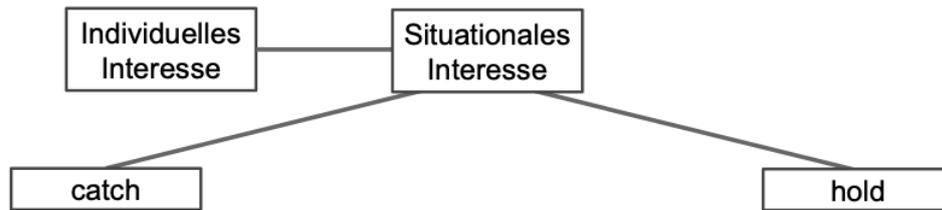


Abb. 3.3: catch- und hold-Phase des situationalen Interesses (Mitchell, 1993)

denheit mit der Lehrperson bedeutsam, in der hold-Phase ist die Autonomie ausschlaggebend, während die soziale Eingebundenheit mit den Mitschülern gemäss ihren Befunden in beiden Phasen keine Rolle zu spielen scheint. Lewalter und Willems weisen auch eine positive Korrelation zwischen dem Fachinteresse und dem situationalen Interesse nach.

Im Vier-Phasen-Modell der Interessensentwicklung von Hidi und Renninger (2006, 114-116) wird zusätzlich auch die Genese des individuellen Interesses in zwei Phasen unterteilt:

- Gewecktes situationales Interesse - *triggered situational interest*
- Aufrechterhaltenes situationales Interesse - *maintained situational interest*
- Entstehendes individuelles Interesse - *emerging individual interest*
- Gut entwickeltes individuelles Interesse - *well developed individual interest*

Gemäss Hidi und Renninger sind die vier Phasen aufgrund ihrer Merkmale seriell voneinander abgrenzbar und aufeinander aufbauend. Das geweckte situationale Interesse entspricht weitgehend der catch-Phase von Mitchell (1993, 425) und wird von aussen durch Anreize der Umwelt unterstützt, im schulischen Umfeld z.B. durch die Inszenierung einer Lernumgebung. Aufrechterhaltenes situationales Interesse (hold-Phase) bedingt eine mehr oder weniger ausgeprägt fokussierte Aufmerksamkeit und ist von inneren und äusseren Bedingungen abhängig. Hidi und Renninger (2006, 114) schlagen dazu «*bedeutungsvolle Lernaufgaben*» in Form von Projektarbeit, kooperativem Lernen oder Eins-zu-Eins-Tutoring vor. Entsprechende Lernsettings sprechen die Lernenden auch persönlich an und die Auseinandersetzung mit den aktuellen Lerninhalten soll als sinnvoll wahrgenommen werden können.

Der Übergang zum entstehenden individuellen Interesse wird mit dem Aufkommen der Bereitschaft, sich mit dem Gegenstand wiederholt auseinanderzusetzen, charakterisiert. Gelegentliche externe Impulse sind hilfreich, die Interessenshandlungen aufrecht zu erhalten. Schulisches Lernen basiert oftmals auf dieser Phase der Interessensentwicklung: Der Schüler anerkennt die Auseinandersetzung mit den ihm vorgegebenen Inhalten als mehr oder weniger sinnvoll, obwohl er sich nicht mit allen Inhalten identifizieren kann (Krapp 1998). Das gut entwickelte individuelle Interesse ist verbunden mit Wissen, positiven Emotionen und einer Wertschätzung für den Gegenstand. Diese Beziehung ist

relativ überdauernd und äussert sich in der Bereitschaft, sich weiter mit dem Gegenstand zu beschäftigen (Krapp 1998, Hidi und Renninger 2006).

Für die Entwicklung von individuellem Interesse muss gemäss Krapp (1998) ein Gegenstand oder die Auseinandersetzung mit diesem eine gewisse Bedeutung für die Person (wertbezogene Valenz) aufweisen und die Gesamteinschätzung der damit verbundenen Emotionen muss insgesamt positiv ausfallen (emotionale Valenz). Das Erleben der drei psychologischen Grundbedürfnisse in der Auseinandersetzung mit dem Interessensgegenstand sind gemäss Krapp eine Voraussetzung für das Aufrechterhalten des situationalen Interesses (hold-Phase) und für die Entwicklung des individuellen Interesses. Hidi und Renninger (2006) teilen diese Sichtweise und betrachten die Beziehung zwischen dem Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse und dem Interesse als eine gegenseitige.

3.1.3 Interesse und kooperative Mathematik-Lernumgebungen

Mehrere der Konstruktionsmerkmale von *KLU* nach dem Konzept von Wälti u. a. (vgl. Kap. 2.2.4) zielen unter anderem explizit auf das Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse Autonomie, Kompetenz und soziale Eingebundenheit ab (vgl. Kap. 3.2.3), womit die im vorangehenden Kapitel erwähnte krappsche Voraussetzung für die Entwicklung von Interesse in gelingendem kooperativen Mathematiklernen erfüllt sein sollte. Ob dem effektiv auch so ist, soll die Beantwortung der ersten Forschungsfrage nach dem Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse im empirischen Teil dieser Arbeit aufzeigen.

Hidi und Renninger (2006, 114) schlagen unter den instruktionalen Bedingungen für das aufrechterhaltende Interesse (Phase 2) nebst anderen Bedingungen explizit auch kooperatives Lernen vor. In den Merkmalen von *KLU* sind zudem weitere Bezüge zur Unterstützung der Entwicklung des für das schulische Lernen relevanten situationalen Interesses enthalten:

- Die für *KLU* typische Inszenierung stellt einen äusseren Anreiz zum Wecken situationalen Interesses dar (Phase 1 des Vier-Phasen-Modells von Hidi und Renninger).
- Das geweckte situationale Interesse ist in allen drei Phasen der Bearbeitung einer *KLU* (vgl. Hirt und Wälti 2012 oder Kap. 3.2.2) mehrheitlich gestützt (Phase 1).
- Das Merkmal (e) der «meist spielerischen Bearbeitung» hat einerseits catch-Qualitäten (Phase 1), unterstützt aber aufgrund des meist übergeordneten Spielziels auch die Phase 2 (hold).
- Unter den instruktionalen Bedingungen für aufrechterhaltende Bedingungen fordern Hidi und Renninger «bedeutungsvolle Lernaufgaben». Die meisten der den *KLU* zugrundeliegenden substantiellen mathematischen Fragestellungen sind inner- oder aussermathematisch bedeutungsvoll. Es ist Teil der Inszenierung oder der Auswertung einer *KLU*, diese Bedeutung den Schülern auch bewusst zu machen.

3.2 Selbstbestimmungstheorie der Motivation

Nebst den Interessentheorien ist für die Beantwortung der beiden Forschungsfragen die Selbstbestimmungstheorie *SDT* von Deci und Ryan richtungsweisend. Die *SDT* ist eine Theorie der Motivation sowie deren Zusammenhänge mit Emotion, Persönlichkeit und sozialen Kontexten und lässt sich auf verschiedene Lebensbereiche anwenden. Die Hauptaussage der *SDT* lässt sich in einem Satz zusammenfassen:

«Umwelten, in denen wichtige Bezugspersonen Anteil nehmen, die Befriedigung psychologischer Bedürfnisse ermöglichen, Autonomiebestrebungen des Lerners unterstützen und die Erfahrung individueller Kompetenz ermöglichen, fördern die Entwicklung einer auf Selbstbestimmung beruhenden Motivation.» (Deci und Ryan, 1993, 236).

Deci und Ryan entwickelten insgesamt sechs Mini-Theorien, um verschiedene motivationale Phänomene aufgrund von Labor- und Feldstudien erklären zu können. Diese Mini-Theorien sind in der *SDT* zu einer Meta-Theorie der Motivation und Persönlichkeit zusammengefasst. In den beiden folgenden Unterkapiteln werden mit der Organismic-Integration-Theory *OIT* und der Basic-Psychological-Needs-Theory *BPNT* zwei dieser Mini-Theorien vorgestellt.

3.2.1 Fremd- und Selbstbestimmung

In der Mini-Theorie der organismischen Integration (Organismic-Integration-Theory *OIT*) unterscheiden (Ryan und Deci, 2000, 72) vier Abstufungen der extrinsischen Motivation aufgrund der Regulationsform und ordnen diese in einem Kontinuum der Selbstbestimmung der Motivation ein (vgl. Abb. 3.4).

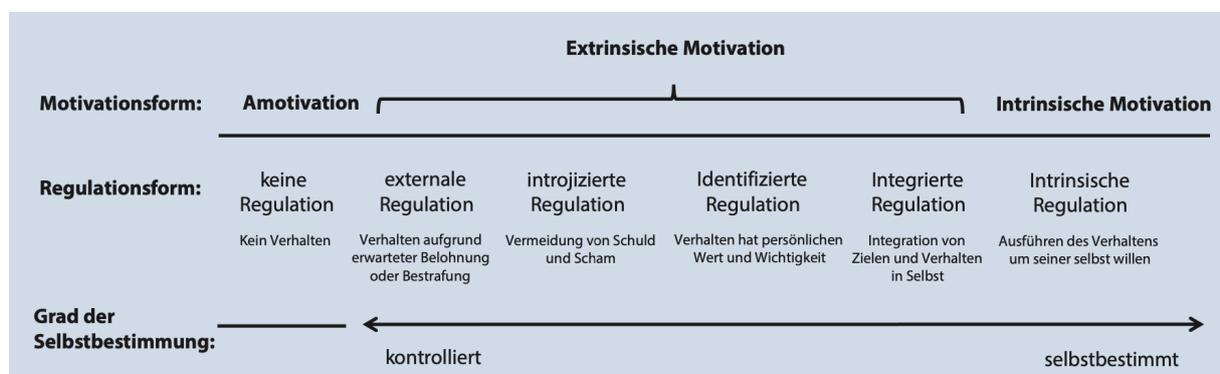


Abb. 3.4: Kontinuum der Selbstbestimmung der Motivation (aus Schüler 2020, 169; nach Ryan und Deci, 2000)

Unter *Amotivation* (Nicht-Regulation) wird die Abwesenheit jeglicher Motivation verstanden. Sie äussert sich durch das Fehlen des entsprechenden Verhaltens, z.B. der Mitarbeit im Rahmen einer kooperativen Lernumgebung oder durch das Fehlen einer Handlungsabsicht, da die Handlung keinen Wert besitzt oder die Kompetenz dafür fehlt (Dorsch und Wirtz, 2021).

Die *externale* und die *introjizierte* Regulation gehören zu den kontrollierten, fremdbestimmten Regulationsformen und werden von Deci und Ryan mit geringerer motivationaler Qualität verbunden. Die *identifizierte* und die *integrierte* Motivation sind qualitativ hochwertiger und werden den selbstbestimmten Regulationsformen zugeordnet.

Die *externale Regulation* ist fremdbestimmt und entspricht der klassischen Form der extrinsischen Motivation. Das Ziel des Verhaltens liegt ausserhalb der Handlungen in Form von Belohnung oder der Vermeidung von Bestrafung. Die von Slavin (1995) für das *KL* propagierten Gruppenbelohnungen sind ein exemplarisches Beispiel für die externe Regulation des Lernens.

Bei der *introjizierte Regulation* basiert die teilautonome Motivation auf der Vermeidung von Schuld oder Scham (Ryan und Deci, 2000). Da der Einzelne im Rahmen eines kooperativen Auftrags mitverantwortlich für das Erreichen der Gruppenziele ist, kann er durch seine Kooperation «schlechte Gefühle» gegenüber den andern Gruppenmitgliedern vermeiden.

Stimmt das Verhalten mit den eigenen Werten überein und wird es persönlich als wichtig erachtet, liegt *identifizierte Regulation* vor (Ryan und Deci, 2000). So identifizieren sich z.B. Schüler, welche technische Ausbildungen anstreben, häufig mit Werten und der Bedeutung des Fachs Mathematik.

Bei der *integrierten Regulation* handelt es sich um die selbstbestimmteste Form der extrinsischen Motivation, welche empirisch nur schwer von der intrinsischen Motivation abgrenzbar ist. Die der Handlung zugrunde liegenden Werte sind nach Ryan und Deci «ins Selbst integriert» (2000). Dies trifft beispielsweise zu, wenn Mathematik-Betreiben ein Teil des Selbstkonzepts ist, da Mathematik einfach zum (nicht nur schulischen) Alltag gehört.

Liegt der Handlungsanreiz für eine Tätigkeit in der Handlung selbst, liegt *intrinsische Motivation* vor. Die Regulation ist selbstbestimmt und die Tätigkeit bereitet Freude und Befriedigung.

Intrinsische Motivation und Formen der extrinsischen Motivation werden nicht als Gegensätze gesehen, denn sie können gleichzeitig auftreten und sich gegenseitig beeinflussen. So können externe Belohnungsanreize die intrinsische Motivation schwächen (Korrumpie-

rungseffekt, Deci 1971), aber auch die Internalisation (Übernahme) und die Intergration externaler Werte ins individuelle Selbst unterstützen, wodurch der Grad der Selbstbestimmung erhöht wird (Deci und Ryan, 1993, 227).

Die Kernaussage der Selbstbestimmungstheorie nach Deci und Ryan ist, dass Selbstbestimmung intrinsische Motivation ermöglicht und damit zu Wohlbefinden und persönlicher Entwicklung führt. Zudem gehen sie davon aus, dass für intrinsische Motivation die Befriedigung der drei Grundbedürfnisse *Autonomie*, *Kompetenzerleben* und *soziale Eingebundenheit* unabdingbar sind. Auf die entsprechende Mini-Theorie wird im folgenden Unterkapitel zum Bedürfniskonzept der Selbstbestimmungstheorie eingegangen.

3.2.2 Bedürfniskonzept der Selbstbestimmungstheorie

In der Theorie der grundlegenden psychologischen Bedürfnisse (Basic Psychological Needs Theory) postulieren Deci und Ryan die Existenz drei universeller psychologischer Grundbedürfnisse, deren Befriedigung oder auch Bedrohung die dem Menschen angeborene Tendenz zu Lernen und zu persönlicher Entwicklung beeinflussen. Das Erhalten intrinsischer Lernmotivation und die Entwicklung selbstbestimmter Formen extrinsischer Motivation (vgl. Kap. 3.2.1) ist vom Erleben von *Autonomie*, *Kompetenz* und *sozialer Eingebundenheit* abhängig. Die folgenden Abschnitte umschreiben diese drei Konzepte und zeigen in knapper Form auf, wie das Erleben der Grundbedürfnisse im Unterricht unterstützt werden kann.

Autonomie

Autonomie (Selbstbestimmung) meint das Bedürfnis, als Individuum Verursacher des eigenen Handelns zu sein und sowohl Ziele als auch Vorgehensweisen selbst zu bestimmen. Das Handeln erfolgt dabei in Übereinstimmung mit den eigenen Werten und Interessen. Das Erleben von Autonomie erfordert das Vorhandensein von Entscheidungs- und Handlungsspielraum, ist aber nicht mit Unabhängigkeit (nicht auf externe Ressourcen angewiesen zu sein) oder gar dem Streben nach totaler Freiheit gleichzusetzen (Krapp, 2005, 635).

Für den schulischen Unterricht beschreiben Prenzel, Drechsel, Kliewe, Kramer und Röber (2000) wie Lehrkräfte das Bedürfnis nach Autonomie unterstützen können: «*Autonomieunterstützend ist es beispielsweise, wenn Lernende innerhalb einer vorgegebenen Struktur Wahlmöglichkeiten und Spielräume haben, die zu erkennbaren Zielen führen.*» (Prenzel u. a., 2000, 171). Transparenz und Strukturierung werden im Unterricht als autonomie-

unterstützend erlebt, wenn die Relevanz der Lerntätigkeiten kommuniziert und auf Formulierungen wie *müssen* oder *sollen* verzichtet wird. Kramer verweist zudem in ihrer Untersuchung auf den Einfluss der Kontrolldichte auf das Erleben von Autonomie und fordert: «*Lehrkräfte sollen nicht übermässig kontrollieren.*» (Kramer, 2002, 119).

Eine neuere Studie von Sommer (2018, 54) konnte in Übereinstimmung mit Befunden von Helm (2016) und Deci und Ryan (1993) einen positiven Zusammenhang zwischen der wahrgenommenen Autonomieunterstützung im Unterricht und der intrinsischen Schülermotivation bestätigen.

Um Autonomieerleben zu ermöglichen, eignen sich offene und handlungszentrierte Formen des Lernens mehr als kleinschrittiger, lehrerzentrierter Unterricht. Die Montessori-Pädagogik versucht dem Bedürfnis nach Autonomie durch die *Freiarbeit* gerecht zu werden. In der Freiarbeit bestimmen die Kinder selbst, was sie wie lange, wo und mit wem arbeiten wollen.

Kompetenz

Das Bedürfnis nach Kompetenz steht in enger Beziehung zur Autonomie, denn ein gewisses Mass an Autonomie ist Voraussetzung für das Kompetenzerleben (Ryan und Deci, 2000; Krapp, 2005). Gemäss Deci und Ryan hat der Mensch das natürliche Bedürfnis, sich als handlungsfähig und effizient im Verfolgen seiner selbstbestimmten Ziele im Rahmen seines Handlungsspielraums zu erleben. Die menschliche Tendenz, wirksam sein zu wollen, trägt zur persönlichen Weiterentwicklung und Wohlbefinden (*developpement and groth*) bei.

Bezüglich des Unterrichts bezeichnet Kramer (2002) drei theoretische Merkmale des Erlebens von Kompetenz als bedeutsam. Kompetenzerleben ist in der Regel mit *positiven Gefühlen* verbunden, welche die effektive Belohnung für die Tätigkeit sind. Dies ist gemäss Deci und Ryan mit Verweis auf ihre Studien zum Korrumpierungseffekt ausreichend, da äussere Belohnungen die intrinsische Motivation insbesondere bei Kindern der Primar- und Sekundarstufe 1 untergraben können (Deci, 1971). Eine Voraussetzung für das Kompetenzerleben ist ein *angemessener Schwierigkeitsgrad* der Aufgaben. Zu schwere Aufgaben führen zu Frustration und Enttäuschung, zu leichte ermöglichen keine Weiterentwicklung der Lernenden. Autonomieunterstützend gegebene und an der Sache orientierte individuelle *Rückmeldungen* über die Fortschritte fördern das Kompetenzerleben (Kramer, 2002).

Lehrkräfte können das Kompetenzerleben durch folgende Haltungen und Massnahmen unterstützen (Prenzel u. a., 2000):

- (a) Signalisieren einer positiven *Erwartungshaltung* auf den Lernerfolg
- (b) Anpassen des *Schwierigkeitsgrads* der Aufgabe an die Lernenden

- (c) Entwickeln einer *Fehlerkultur*, potentielle Fehler als Lernchance zu begreifen
- (d) Schaffen von Orientierungspunkten durch häufiges individuelles *Feedback* zur angewandten Strategie, zum Lernstand und zum Lernerfolg
- (e) Verwendung der individuellen *Bezugsnorm* beim Feedback

In der bereits weiter oben erwähnten Studie konnte Sommer (2018, 55) ebenfalls einen positiven Zusammenhang zwischen der wahrgenommenen Kompetenzunterstützung im Unterricht und der intrinsischen Schülermotivation nachweisen.

Soziale Eingebundenheit

Soziale Eingebundenheit (relatedness) meint das menschliche Bedürfnis, sich mit anderen Personen oder Gruppen verbunden zu fühlen und sich als zugehörig zu erleben (Deci und Ryan 1993, 2000, 2017). Das Erleben sozialer Eingebundenheit kann bedeutsam sein, sowohl bei external motiviertem Lernen als auch für den Internalisationsprozess in Richtung einer selbstbestimmteren Regulation (vgl. Abb. 3.4). Weniger interessant eingeschätzte Lerninhalte können subjektiv an Relevanz gewinnen, wenn diese von der Lerngruppe, der man sich zugehörig fühlt, als wichtig taxiert werden. Krapp (2005, 636) bezeichnet diesen Prozess als Anfreunden und Identifizieren mit den Tätigkeiten, Werten und Zielen der Bezugsgruppe.

Neben der Eingebundenheit in der Lerngruppe oder der ganzen Klasse ist im schulischen Rahmen auch die Eingebundenheit mit der Lehrperson bedeutsam. Das Erleben von Wertschätzung und Interesse durch die Ansprechperson (Lehrkraft, Eltern, ...) erhöht die Wahrscheinlichkeit intrinsisch motivierter Aktivitäten (Ryan und Deci, 2000). Dubs (2009, 97) fordert von der Lehrkraft echtes Interesse sowohl am Unterricht als auch an den Lernenden. Wertschätzung äussert sich für Dubs unter anderem darin, dass die Lehrkraft sich für den Lernerfolg der Schüler persönlich verantwortlich fühlt und positive Erwartungen für jeden Lernenden zum Ausdruck bringt. Wertschätzendes Interaktionsverhalten der Lehrperson wirkt vertrauensfördernd und unterstützt die soziale Eingebundenheit mit der Lehrperson. Kramer (2002, 41) verknüpft die Unterstützung sozialer Einbindung mit dem Konzept des *Caring*, welches Dubs sinngemäss folgendermassen umschreibt (Dubs, 2009, 101): Eine Lehrperson bemüht sich, ...

- (a) ... die Gefühle, das Denken und Handeln der Schüler durch Beobachtung und aktives Zuhören wahrzunehmen, zu verstehen und ernst zu nehmen,
- (b) die Lerneigenschaften und Lernprobleme der Schüler zu erkennen,
- (c) im unterstützenden Dialog zu helfen, das Lernen der Schüler zu verbessern und weiterzuentwickeln
- (d) und die Kompetenz der Schüler zur Selbsteinschätzung zu fördern.

Auch Prenzel sieht hinsichtlich der *Unterstützung sozialer Einbindung* die Lehrkraft in der Pflicht. In Übereinstimmung mit Dubs fordert er einen offenen, kontaktfreudigen und wertschätzenden Umgang inklusive Perspektivenübernahme und Empathie. Die soziale Einbindung in der Lerngruppe oder in der Klasse kann durch «*ein Anregen und Unterstützen von kooperativen Arbeits- und Lernformen*» gefördert werden (Prenzel u. a., 2000, 170).

Motivationsfördernde Unterrichtsbedingungen

Gemäss der Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan ist motiviertes Lernen von der Befriedigung der psychologischen Grundbedürfnisse anhängig (vgl. Abb. 3.5). In den vorangehenden Unterkapiteln wurde versucht, im Unterricht gestaltbare Bedingungen zu beschreiben, welche das Erleben von Autonomie, Kompetenz und sozialer Eingebundenheit im schulischen Umfeld unterstützen können.

In ihrer Längsschnittstudie über ein Schuljahr beschreibt Kramer (2002, 204), eine leichte Zunahme der durch Berufsschüler wahrgenommenen Unterstützung der Grundbedürfnisse im Verlauf der Intervention. Die Resultate bezüglich der individuellen Veränderung motivierten Lernens sind uneinheitlich, wobei eine Tendenz in Richtung zunehmend selbstbestimmter Motivation festgestellt werden konnte (Kramer, 2002, 220).

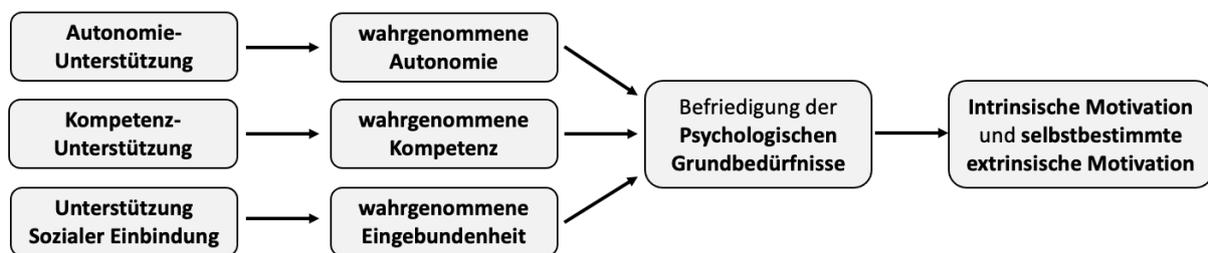


Abb. 3.5: Selbstbestimmte Motivation durch Unterstützung der Grundbedürfnisse (nach Ryan und Deci, 2017)

Die Diplomarbeit von Sommer im Fach Rechnungswesen kommt zu ähnlichen Ergebnissen. Sommer konnte jeweils einen signifikanten Zusammenhang sowohl des Autonomieerlebens als auch des Kompetenzerlebens mit der intrinsischen Schülermotivation bestätigen (Sommer, 2018, 57).

3.2.3 Grundbedürfnisse und kooperative Lernumgebungen

Ausgehend von der *SDT* wird in diesem Unterkapitel die Passung der von Wälti u. a. (2020a,b) konzeptuierten kooperativen Lernumgebungen *KLU* (vgl. Kap. 2.2) mit der

Unterstützung der Befriedigung der psychologischen Grundbedürfnisse thematisiert. Die in den folgenden Ausführungen erwähnten charakteristischen Merkmale (a) bis (g) beziehen sich auf die *KLU* und sind in Kap. 2.2.4 auf Seite 26 beschrieben.

Autonomieunterstützung durch *KLU*

Mehrere der charakteristischen Merkmale von *KLU* zielen auf autonomieunterstützende Unterrichtsbedingungen ab (Wälti u. a., 2020a,b, 15).

Die Komplexität der von *substantiellen mathematischen Fragestellungen* (Merkmal (a) von *KLU*, vgl. Kap. 2.2.4) ausgehenden *KLU* ermöglicht per se *vielfältige Zugänge und Bearbeitungswege* (Merkmal (c)) und bietet den Schülern dementsprechend Freiraum für selbstständige Entscheidungen. Da *KLU* für *jahrgangsgemischte und leistungsheterogene Klassen* (Merkmal (b)) designt werden, lassen diese den einzelnen Lerngruppen immer auch die Wahl, auf welchem Schwierigkeitsniveau sie die kooperative Lernumgebung angehen wollen.

Kompetenzunterstützung durch *KLU*

Die Eignung für jahrgangsgemischte und leistungsheterogene Klassen wird in *KLU* in der Regel durch natürliche Differenzierung erzielt. Dementsprechend sind Erfolgserlebnisse für alle Gruppenmitglieder wahrscheinlich, womit die Wahrnehmung der eigenen Kompetenz ermöglicht wird. Da in *KLU positive Interdependenz* (Merkmal (d)) Kooperation unverzichtbar macht (Wälti u. a., 2020a,b, 15), werden unterschiedliche Kooperationshandlungen wie *Vergleichen, Informieren, Erklären, ...* (Naujok, 2000, 164) initiiert, welche ebenfalls das Potential zum Kompetenzerleben in sich tragen.

Unterstützung sozialer Einbindung durch *KLU*

Das Erleben sozialer Eingebundenheit ist beim Arbeiten mit *KLU* in mehrerer Hinsicht möglich und wahrscheinlich. Da Kooperation unverzichtbar ist, wird individuelle Verantwortlichkeit (Johnson u. a. 2005) für den Lernerfolg der Gruppe erzeugt, was die Eingebundenheit in der Lerngruppe unterstützt. Auch die für die meisten *KLU* typische *spielerischen Bearbeitung* (Merkmal (e)) fördert die soziale Einbindung, wobei diese zumindest aufgrund eigener Beobachtungen bei rein kooperativen Varianten einer *KLU* meist ausgeprägter ausfällt als bei teil-kooperativen oder bei kompetitiven Varianten. Die Befriedigung des Bedürfnisses nach sozialer Eingebundenheit mit der Gruppe scheint mit dem Kompetenzerleben verknüpft. Erlebt sich der einzelne Schüler im Rahmen der verschie-

denen Kooperationshandlungen als kompetent, dürfte dies die Einbindung in die Gruppe stärken. Diese Vermutung wurde gemäss dem Wissensstand des Verfassenden bislang empirisch noch nicht angegangen.

KLU eignen sich auch für das Erleben sozialer Eingebundenheit mit der Lehrkraft. Nach deren Inszenierung (Phase 1) erfolgt gemäss den Empfehlungen für das Unterrichten mit substantiellen Lernumgebungen (Hirt und Wälti, 2012, 17) die längere Phase der Gruppenaktivitäten. Während dieser zweiten Phase bietet sich der Lehrkraft ausreichend Zeit für Beobachtungen, für die wertschätzende fachliche Begleitung der einzelnen Lerngruppen und für Rückmeldungen (Prenzel u. a., 2000, 170). Auch die dritte und letzte Phase beim Unterrichten mit *KLU* kann die Eingebundenheit mit der Lehrperson unterstützen. Im der jeweiligen Situation angepassten Austausch werden die Ansätze Einzelner oder von Gruppen aufgenommen, verglichen und diskutiert. Rückmeldungen (Merkmal (g)), eine fachliche Einordnung des durch die einzelnen Gruppen und durch die Klasse geleisteten und möglicherweise ein Ausblick runden die *KLU* ab und machen den Schülern das Interesse des Lehrers an ihrem Lernen bewusst (Dubs, 2009, 97f).

Wälti u. a. (2020a,b, 16) versuchen mit ihren *KLU* gezielt, das Erleben der drei psychologischen Grundbedürfnisse beim Arbeiten mit den Lernumgebungen zu unterstützen. Im folgenden Kapitel 4 wird unter anderem darauf eingegangen, inwiefern die Lernumgebung «Schatzinsel» diese Unterstützung gewährleistet und in Kapitel 6 werden die Ergebnisse der Wahrnehmung dieser Grundbedürfnisse im Unterricht mit der Lernumgebung «Schatzinsel» präsentiert.

Kapitel 4

Kooperative Lernumgebung «Schatzinsel»

In diesem Kapitel wird zunächst die für die empirische Untersuchung verwendete Lernumgebung «Schatzinsel» beschrieben, einer fachdidaktischen Analyse unterzogen und im Schweizer Lehrplan 21 verortet. Anschliessend werden die bei der Arbeit mit der Lernumgebung möglichen und beobachtbaren Kooperationshandlungen in Beziehung zu den interaktionsanalytischen Arbeiten von Naujok (2000) und Lange (2014) gesetzt. Das Kapitel schliesst mit der Beantwortung der beiden untergeordneten Fragestellungen hinsichtlich der Gelingensbedingungen des kooperativen Lernens und der Kriterien für kooperative Mathematik-Lernumgebungen.

4.1 Beschreibung der Lernumgebung «Schatzinsel»

Die für die Untersuchung verwendete kooperative Mathematik-Lernumgebung «Schatzinsel» ist ein Produkt eines Kooperationsprojekts zur Entwicklung mathematischer Lernumgebungen von Wälti, Schütte und Friesen und ist in Praxisband 2 von *Mathematik kooperativ spielen, üben, begreifen* enthalten (Wälti u. a., 2020b). Die Lernumgebung wurde vom Autorenteam von ursprünglich «Schatzsuche» auf «Schatzinsel» umbenannt, weshalb auf einigen Dokumenten im Anhang dieser Arbeit noch der ursprüngliche Name «Schatzsuche» auftaucht.

«Schatzinsel» ist ein Lernspiel für drei oder vier Lernende ab dem 4. Schuljahr und kann sowohl in einer kooperativen als auch in einer kompetitiven Variante gespielt werden. In der vorliegenden Untersuchung kam die kooperative Version zum Einsatz, weshalb die folgende Beschreibung sich auf diese beschränkt.

Spielidee

Auf einem Spielplan starten die Lernenden von der Hauptinsel aus und versuchen mit ihren Heissluftballons die sich im Süden gelegene Schatzinsel zu erreichen und dort gemeinsam einen Schatz zu heben. Auf ihrer Fahrt dorthin gilt es, auf kleineren Inseln zwischenzulanden, um für die Bergung des Schatzes notwendige Gegenstände an Bord zu nehmen. Das Missionsziel gilt als erreicht, wenn alle Mitspieler die Schatzinsel erreicht haben und als Team die zur Hebung des Schatzes benötigten Gegenstände mit ihren Ballons auf die Schatzinsel transportieren konnten.

Spielverlauf

Die Lernenden bekommen der Reihe nach das Zugrecht. Ein einzelner Spielzug umfasst jeweils die folgenden sechs individuell (i) oder kooperativ (k) auszuführenden *Handlungen* und *Entscheidungsprozesse*.

- a) **Würfeln:** Die gewürfelte Augenzahl bestimmt die Wind- und somit auch die Fahrtrichtung (i).
- b) **Zugrecht wahrnehmen oder abgeben:** Die gewürfelte Augenzahl beeinflusst die Entscheidung, den Spielzug selber auszuführen (i) oder diesen an eine andere Mitspielerin zu "verschenken" (k).
- c) **Fahrtstrecke festlegen:** Aufgrund der gewürfelten Flugrichtung wird unter Einbezug des Spielplans (Abb. 4.1) und unter Berücksichtigung des aktuellen Spielstands entschieden, wie weit in diesem Spielzug geflogen wird (i oder k).
- d) **Fahrtgeschwindigkeit und Fahrtzeit festlegen:** Der Tabelle auf dem Spielprotokoll (Abb. 4.2) kann entnommen werden, welche Geschwindigkeiten und Zeiten (noch) zur Auswahl stehen. Es gilt, eine Geschwindigkeit und eine Zeit so zu wählen, dass die angestrebte Fahrtstrecke möglichst genau erreicht wird (i oder k). Einmal gewählte Werte stehen dem Spieler im weiteren Spielverlauf nicht mehr zur Verfügung.
- e) **Fahrtstrecke einzeichnen:** Mit einem farbigen Stift werden die zurückgelegte Strecke und der neue Standort auf dem gemeinsamen Spielplan im vorgegebenen Massstab eingezeichnet (i oder k).
- f) **Spielzug protokollieren:** Die Werte des ausgeführten Spielzugs (Würfelzahl, Fahrtrichtung, Geschwindigkeit, Zeit und Distanz) werden auf dem tabellarischen Spielprotokoll (Abb. 4.2) festgehalten und die verwendete Geschwindigkeit und Zeit auf den entsprechenden Auswahlzeilen notiert (i oder k).

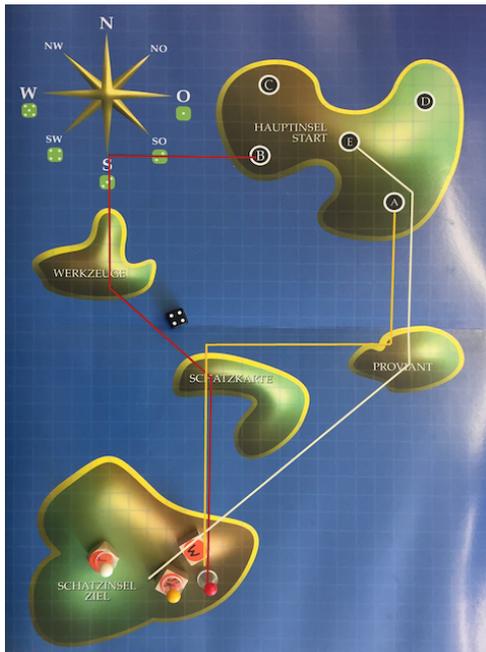


Abb. 4.1: Ziel erreicht: Alle drei Zwischeninseln wurden angefliegen und alle Ballons haben die Schatzinsel erreicht.

Spielrunde	A <i>Angela</i>				B <i>Britta</i>				C <i>Chantal</i>			
	Würfel/Flugrichtung	Geschwindigkeit (in km/h)	Zeit (in h)	Distanz (in mm)	Würfel/Flugrichtung	Geschwindigkeit (in km/h)	Zeit (in h)	Distanz (in mm)	Würfel/Flugrichtung	Geschwindigkeit (in km/h)	Zeit (in h)	Distanz (in mm)
1	3:S	36	4	144	4:SW	32	5	160	6:S	20	8	160
2	2:SO	6	3	18	1:O	12	6	72	1:O	0	6	0
3	4:SW	36	4	144								

Geschw.	0 km/h				4 km/h				6 km/h				10 km/h				12 km/h				20 km/h				24 km/h				32 km/h				36 km/h				40 km/h															
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D												
Zeit	0 h				1 h				2 h				2 h 30'				3 h				4 h				5 h				6 h				8 h				10 h															
Runde	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D

Abb. 4.2: Spielprotokoll mit den Angaben zur Augenzahl, Fahrtrichtung, Geschwindigkeit, Zeit und Distanz. Im unteren Teil ist ersichtlich, welche Geschwindigkeiten und Zeiten die Spieler der Gruppe bereits benutzt haben (Wälti u. a., 2020b).

Die in einem Spielzug zurückgelegte Strecke [km] ist abhängig von den drei Variablen Windrichtung (gewürfelt), Geschwindigkeit [km/h] und Flugzeit [h], wobei für die beiden letzteren Auswahlmöglichkeiten bestehen. Durch das geschickte Kombinieren dieser drei Variablen soll der einzelne Spielzug dem schnellstmöglichen Erreichen des übergeordneten Missionsziels der Gruppe dienen. Konkret bedeutet dies, dass sich der Ballon der Schatzinsel annähert, sich einer der kleinen Zwischeninseln annähert, auf einer der kleinen Zwischeninseln landet (um einen benötigten Gegenstand aufzuladen) oder auf der Schatzinsel landet. Die beiden für jeden Spielzug notwendigen Entscheidungen (Festlegung der Flugdistanz, Festlegung der Fluggeschwindigkeit und der -zeit) werden in den meisten Fällen in der Lerngruppe ausgehandelt.

Spielende

Das Spiel ist zu Ende, wenn alle Ballonfahrenden auf der Schatzinsel angekommen sind und als Gruppe die notwendigen Gegenstände zur Hebung des Schatzes auf die Insel bringen konnten. Auf dem Spielplan ist dies dadurch ersichtlich, wenn für jeden Ballon ein Streckenzug von der Startinsel zur Schatzinsel eingezeichnet wurde und sich auf jeder der drei kleinen Zwischeninseln mindestens ein Punkt eines der Streckenzüge befindet.

Mit dem Heben des Schatzes ist zwar das eigentliche Spiel, nicht aber die Arbeit mit der *KLU* «Schatzinsel» zu Ende. In der nachgeschalteten Phase *Auswertung und Reflexion* beim Unterrichten mit Lernumgebungen (Wälti u. a., 2020b, 32) können Ergebnisse, Lösungswege oder Strategien im Plenum zu Diskussion gestellt werden. Im Fokus der gemeinsamen Reflexion stehen sowohl die substanziellen mathematischen Inhalte der Lernumgebung als auch die in den verschiedenen Gruppen begangenen, kooperativen Lernwege.

4.2 Analyse der Lernumgebung «Schatzinsel»

Die folgende Sachanalyse dient als eine der Grundlagen für die Beantwortung der untergeordneten Forschungsfrage, ob die Lernumgebung «Schatzinsel» die geforderten Merkmale an geeignete Aufgaben zum kooperativen Mathematiklernen gemäss dem synthetischen Konzept "*Mathematiklernen kooperativ rahmen*" nach Wälti u. a. (2020b, 15-16) aufweist (vgl. Kap. 2.2.4). Diese Analyse erfolgt aus einer fachdidaktischen Perspektive und nimmt Bezug auf Schweizer Lehrplan 21.

Abbildung 4.3 stellt einen Versuch dar, die komplexen Zusammenhänge der in «Schatzinsel» enthaltenen zentralen Inhalte, Handlungen und Entscheidungen darzustellen.

Auf der ersten Ebene des Mindmaps finden sich die Sach- und Fachinhalte. Die **mathematischen Inhalte** sind **blau** und die **aussermathematischen Inhalte** grau hinterlegt. Ebenfalls auf der ersten Ebene angesiedelt sind die vom Spiel her vorgegebenen Aspekte *Protokoll* und *Strategie* (gestrichelt umrandet). Auf der zweiten resp. dritten Ebene sind jeweils umrandet die im Spielverlauf vorkommenden **fachlichen Handlungen grün** und die **strategischen Entscheidungen rot** hinterlegt. Die Handlungen im Fachinhalt *Strecken* finden auf dem *Spiel-Plan* (gestrichelt umrandet) statt.

Hinsichtlich des Kompetenzerwerbs bietet «Schatzinsel» Gelegenheit, an mathematischen, aussermathematischen und an überfachlichen Kompetenzen zu arbeiten. Dementsprechend sind auch die folgenden Ausführungen gegliedert.

Mathematische Inhalte der *KLU*

Mit der *KLU* «Schatzinsel» kann an Kompetenzen aus allen Kompetenzbereichen und Handlungsaspekten (vgl. Abb. 4.4) des Lehrplan 21 im Fach Mathematik (D-EDK 2016, 210) gearbeitet werden.

Im Kompetenzbereich *Zahl und Variable* stehen in «Schatzinsel» die Multiplikation, multiplikative Zerlegungen und das Überschlagen im Zentrum. Mit dem Zeichnen eines Stre-

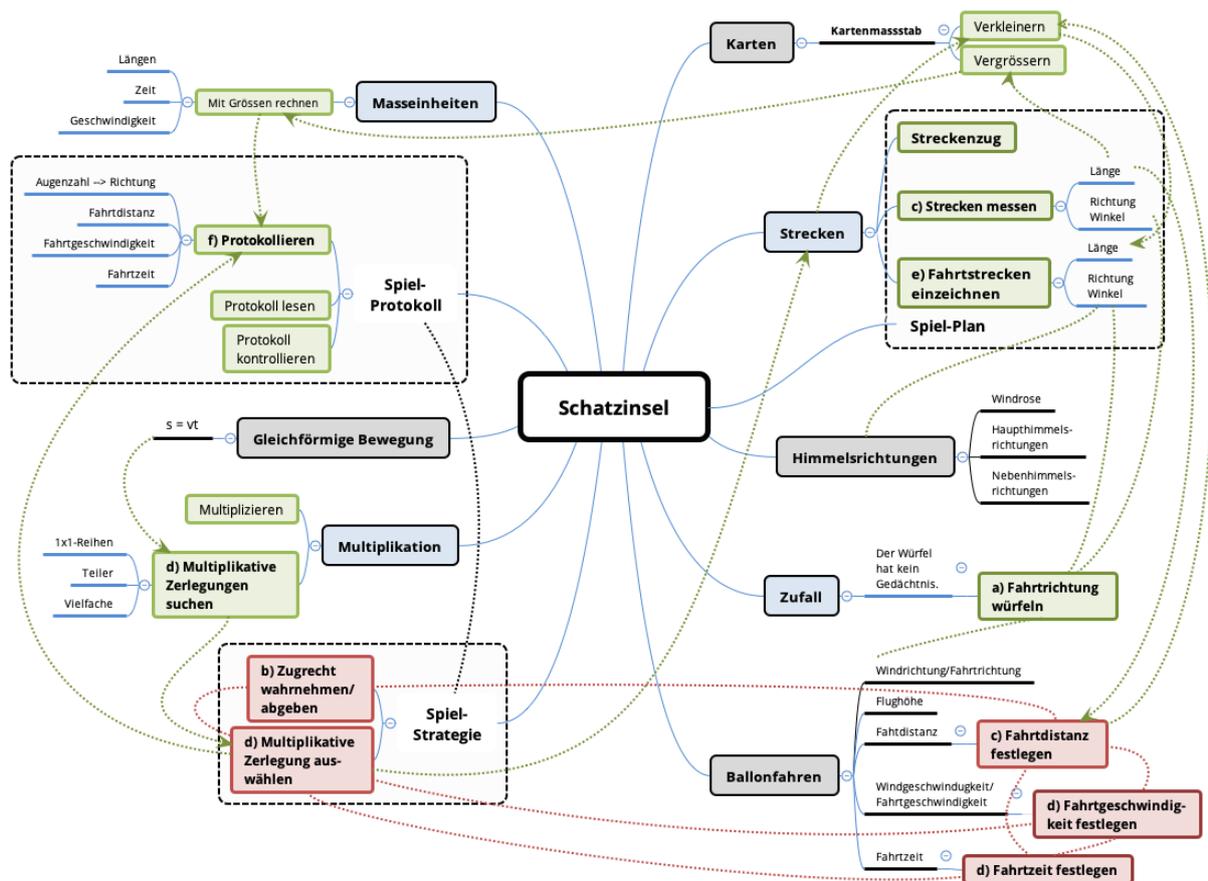


Abb. 4.3: Mindmap der KLU «Schatzinsel»:

Mathematische Inhalte sind blau, aussermathematische Inhalte grau hinterlegt. Fachliche Handlungen sind grün und strategische Entscheidungen rot eingefärbt. Die drei zentrale Spiel-Aspekte wurden gestrichelt umrandet.

ckenzugs (Fahrtweg des Ballons) auf dem Spielplan bewegen sich die Schülerinnen und Schüler im Kompetenzbereich *Form und Raum*. Das Messen von Strecken, das Rechnen mit Grössen und verschiedenen Masseinheiten sowie der Umgang mit dem Zufallsexperiment Würfeln sind im Kompetenzbereich *Grössen, Funktionen, Daten und Zufall* angesiedelt.

In den drei Kompetenzbereichen können im Spielverlauf Handlungen und Entscheidungsprozesse aus allen drei Handlungsaspekten *HA* auftreten. So wird beispielsweise beim Würfeln, Messen, multiplikativen Zerlegen und dem Umrechnen von Grössen im Austausch mit der Lerngruppe vielfältig operiert (*HA: Operieren und Benennen*). Vor allem die Entscheidungsprozesse bieten Anlass zu Diskussionen im Rahmen der Spielstrategie (*HA: Erforschen und Argumentieren*) und der Spielplan sowie das Spiel-Protokoll fordern dazu auf, den Spielverlauf festzuhalten (*HA: Mathematisieren und Darstellen*).

		Kompetenzbereiche		
		Zahl und Variable	Form und Raum	Grössen, Funktionen, Daten und Zufall
Handlungsaspekte	Operieren und Benennen			
	Erforschen und Argumentieren			
	Mathematisieren und Darstellen			

Abb. 4.4: Kompetenzbereiche und Handlungsaspekte im LP 21 (D-EDK 2016)

In der Folge werden nun die fachlichen und überfachlichen Aktivitäten beim Spielen von «Schatzinsel» in der 3x3-Matrix der Kompetenzbereiche und Handlungsaspekte des LP 21 (vgl. Abb. 4.5) verortet. Diese Ausführungen orientieren sich an den im Unterkapitel Spielverlauf (4.1) geschilderten sechs Handlungen und Entscheidungsprozessen a) bis f) eines jeden einzelnen Spielzugs.

- a) **Würfeln:** Die Wind- und Fahrtrichtung wird gewürfelt. In den Erprobungen beobachtete Äusserungen der Art: „*In den letzten Würfeln kam nie eine Drei, jetzt muss einfache eine Drei kommen.*“ tragen das Potenzial in sich, in den Lerngruppen oder während der Reflexion im Klassenrahmen über die Eigenschaften eines Laplace-Würfels zu diskutieren (Fachinhalt Zufall).
 → *KB:* Grössen, Funktionen, Daten und Zufall
 → *HA:* Operieren und Benennen, Erforschen und Argumentieren
- b) **Zugrecht wahrnehmen oder abgeben:** Ob das Zugrecht selber wahrgenommen oder "verschenkt" werden soll, basiert einerseits auf den beiden Variablen *Standorte der Spielfigur(en)* und der gewürfelten *Richtung* und ist andererseits davon abhängig, ob eine geeignete *Fahrdistanz* gefunden werden kann. Der Entscheid darüber wird (meist) in der Gruppe ausgehandelt. (Spiel-Aspekt: Spielplan)
 → *KB:* Aspekte aller drei *KB* können in den Entscheid einfließen
 → *HA:* Erforschen und Argumentieren
- c) **Fahrdistanz festlegen:** Das Festlegen der idealen Fahrdistanz basiert auf einer Messung des Abstands des Standorts der Spielfigur vom Zielort. (Fachinhalt Strecken)
 → *KB:* Figur und Raum
 → *HA:* Operieren und Benennen
- d) **Fahrtgeschwindigkeit und Fahrtzeit festlegen:** Das Festlegen der Fahrtgeschwindigkeit und Fahrtzeit erfordert das Finden einer oder idealerweise mehrerer

multiplikativer Zerlegungen der zur gemessenen Strecke gehörenden Masszahl in die beiden Faktoren Geschwindigkeit und Zeit. Eine Vielzahl von zur Auswahl stehender und (noch) verfügbarer Einzelfaktoren sind durch das Spiel-Protokoll vorgegeben. (Fachinhalt: Multiplikation, Spielaspekt: Protokoll)

→ *KB*: Zahl und Variable

→ *HA*: Operieren und Benennen

- e) **Fahrtstrecke einzeichnen:** Die gemessene Strecke wird dem Kartenmassstab entsprechend in ihre „realen“Grösse umgewandelt (Fachinhalt: Masseinheiten).

→ *KB*: Grössen, Funktionen, Daten und Zufall

→ *HA*: Operieren und Benennen

Das Einzeichnen der Fahrstrecke (Länge, Richtung) auf dem Spielplan wird in der Regel von den Mitspielern recht aufmerksam überwacht und bei (manchmal auch nur vermeintlicher) Inkorrektheit diskursfördernd bemängelt.

→ *KB*: Figur und Raum

→ *HA*: Operieren und B., E. und Argumentieren, M. und Darstellen

- f) **Spielzug protokollieren:** Das Finden einer Zerlegung ist zudem Voraussetzung für ein zielführendes Wahrnehmen des Zugrechts. Mehrere gefundene Zerlegungen eröffnen zusätzliche spielstrategische Optionen und bieten Anlass zu Diskussionen. (Fachinhalt: Multiplikation, Spielaspekt: Protokoll)

→ *KB*: Zahl und Variable

→ *HA*: Erforschen und Argumentieren

		Kompetenzbereiche		
		Zahl und Variable	Form und Raum	Grössen, Funktionen, Daten und Zufall
Handlungsaspekte	Operieren und Benennen	<i>d) Multiplikative Zerlegungen suchen</i>	<i>c) Strecken messen e) Strecke einzeichnen</i>	<i>a) Würfeln e) Grössen umwandeln</i>
	Erforschen und Argumentieren	<i>d) Multiplikative Zerlegung auswählen</i>	<i>e) Strecken einzeichnen b) Zugrecht wahrnehmen oder abgeben</i>	<i>a) Würfelergebnisse reflektieren</i>
	Mathematisieren und Darstellen	<i>f) Protokollieren</i>	<i>e) Strecken (Vektoren) einzeichnen</i>	<i>f) Würfelergebnisse protokollieren</i>

Abb. 4.5: Zuordnung der Handlungen und Entscheidungen eines Spielzugs zu den Handlungsaspekten und Kompetenzbereichen gemäss LP 21.

Aus den vorangehenden Ausführungen wird ersichtlich, dass die Komplexität eines einzelnen Spielzuges das Arbeiten an einer Vielzahl mathematischer Kompetenzen aus allen drei Kompetenzbereichen des LP 21 ermöglicht. Eine Auflistung der entsprechenden Kompetenzen und Kompetenzstufen findet sich im Anhang (vgl. Anhang C).

Aussermathematische Inhalte der *KLU*

Die in der *KLU* «Schatzinsel» enthaltenen aussermathematischen Sach- und Fachinhalte lassen sich im Schweizer Lehrplan 21 im Fachbereich *Natur, Mensch, Gesellschaft* (NMG) in den drei folgenden Kompetenzbereichen verorten.

Zyklus 1 und 2 (Schuljahre 1-6):

- NMG.3: Stoffe, Energie und Bewegungen beschreiben, untersuchen und nutzen
- NMG.4: Phänomene der belebten und unbelebten Natur erforschen und erklären

Zyklus 3 (Schuljahre 7-9):

- NT.5: Mechanische und elektrische Phänomene untersuchen

Die Fortbewegung erfolgt in «Schatzinsel» mittels Heissluftballons. Um das Verständnis für die Spielsituation sicherzustellen, gilt es erstmals im Rahmen der Inszenierung, am Vorwissen der Kinder anknüpfend auf die Abhängigkeit der Ballonfahrt von der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit einzugehen (Sachinhalt: Ballonfahren).

Die Nutzung des Spielplans (vgl. Abb. 4.1) greift auf Wissen über Karten als verkleinerte Abbildungen der (Um-)Welt zurück, was ebenso Inhalt der Inszenierung im Klassenrahmen ist wie die Benennung der Haupt- und Nebenhimmelsrichtungen anhand der auf dem Spielplan abgebildeten Windrose (Sachinhalte: Karten, Himmelsrichtungen).

Spätestens bei der Instruktion der Protokollführung wird die Geschwindigkeit als zusammengesetzte Grösse mit ihrer im Spiel verwendeten Einheit km/h zum Thema. Für die Berechnung der mit dem Ballon zurückgelegten Strecken kommt im Hintergrund die erst im 3. Zyklus zu thematisierende Bewegungsgleichung $s = v \cdot t$ zur Anwendung (Sachinhalt: Gleichförmige Bewegung).

Nicht nur inhaltlich, sondern auch didaktisch ist eine Passung der kooperativen Mathematik-Lernumgebung «Schatzinsel» und dem Lehrplan 21 im Fachbereich NMG vorhanden. So fordert letzterer in den didaktischen Hinweisen von Lernumgebungen seines Fachbereichs, dass diese Gelegenheit bieten, um «... *eigenständig und kooperativ Sachen nachzugehen, Vorhaben zu planen und darzustellen.*» (D-EDK, 2016, 251) und der Förderung der Entwicklung der Beziehungs-, Kooperations- und Konfliktfähigkeit dienen soll (2016, 253).

Überfachliche Kompetenzen

Nebst den fachlichen Kompetenzen spielen in der *KLU* «Schatzinsel» auch die im Kapitel Grundlagen des Lehrplan 21 geforderten überfachlichen Kompetenzen eine bedeutende Rolle. Auf den schulischen Kontext ausgerichtet, werden im LP 21 (D-EDK, 2016, 30)

personale, soziale und methodische Kompetenzen unterschieden, die sich nicht trennscharf voneinander abgrenzen lassen (vgl. Abb. 4.6). Der Fachlehrplan Mathematik setzt seine Schwerpunkte bei den methodischen und den personalen Kompetenzen (2016, 185).

Beim Arbeiten mit der *KLU* «Schatzinsel» können die Schüler zahlreiche der neun aufgeführten überfachlichen Kompetenzen und der insgesamt 56 (!) Kompetenzstufen aus allen drei Kategorien (weiter-)entwickeln. In den folgenden Ausführungen wird lediglich und in knapper Form exemplarisch auf nur je eine Kompetenz oder eine Kompetenzstufe aus den drei Kategorien eingegangen.

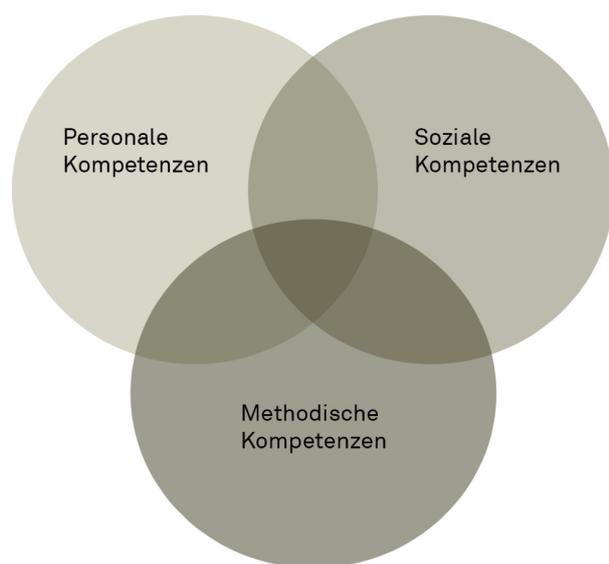


Abb. 4.6: Überfachliche Kompetenzen im LP 21 (D-EDK 2016)

In der Kategorie der methodischen Kompetenzen ist aus meiner Sicht die Passung mit der Kompetenzstufe *«Die Schülerinnen und Schüler können Lern- und Arbeitsprozesse durchführen, dokumentieren und reflektieren.»* (2016, 30) auffallend. Die einzelnen, individuell oder kooperativ auszuführenden sechs Schritte eines jeden Spielzugs stellen einen recht komplexen Arbeitsprozess dar. Dieser wird auf dem Spielplan zeichnerisch und mittels des Spiel-Protokolls tabellarisch dokumentiert. Der Spielplan und das Spiel-Protokoll können bereits während des Spiels oder in der abschliessenden Auswertung als Ausgangspunkte oder Stützen der Reflexion genutzt werden.

Die *Selbstreflexion* (2016, 31) gehört zu den personalen Kompetenzen und trägt dazu bei, die eigenen Ressourcen zu kennen und besser nutzen zu können. Bei mehreren der Handlungen und Entscheidungen (vgl. Kap. 4.1) eines Spielzugs muss sich der einzelne den Einschätzungen der Mitspieler stellen, womit an der Kompetenzstufe *«Die Schülerinnen und Schüler können eigene Einschätzungen und Beurteilungen mit solchen von aussen vergleichen und Schlüsse ziehen.»* gearbeitet werden kann.

«Schatzinsel» setzt ein gewisses Mass der sozialen Kompetenz der *Dialog- und Kooperationsfähigkeit* (2016, 32) voraus und kann diese fördern. Das Spiel erfordert bei jedem Spielzug den gegenseitigen Austausch und Zusammenarbeit. Die im Lehrplan aufgeführte Kompetenzstufe «*Die Schülerinnen und Schüler können je nach Situation eigene Interessen zu Gunsten der Zielerreichung der Gruppe zurückstellen oder durchsetzen.*» beschreibt exakt der jedem Spielzug inliegende Entscheidung, nach dem Würfeln das Zugrecht selber wahrzunehmen oder abzugeben (vgl. Kap. 4.1).

4.3 Kooperationshandlungen

Naujok (2000, 165-171) definiert in ihrer Studie den Begriff der fachlichen Kooperationshandlung, charakterisiert die von ihr beobachteten Kooperationshandlungen und stellt diese in einem dreidimensionalen Merkmalsraum nach den Kriterien *Austauschmodi (verbal/nonverbal)*, *thematischer Feinfokus (was/wie)* und *Kooperationsabsicht (Helfen/Vergleichen)* dar (vgl. Abb. 4.7). Sämtliche fünf Naujok'schen Kooperationshandlungen können in der Bearbeitung von «Schatzinsel» auftreten:

- **Abgucken:** Schüler A schaut zu, wie sich Schüler B anhand der Windrose orientiert und ihre Fahrtstrecke einzeichnet. Anschliessend kopiert er die Vorgehensweise.
- **Vergleichen:** Schüler B vergleicht die Syntax ihres Protokolleintrags mit derjenigen ihrer Mitschüler C.
- **Erfragen:** Schüler C fragt Schüler D, wie er seine multiplikative Zerlegung gefunden hat.
- **Erklären:** Schüler D erklärt Schüler C seine Vorgehensweise beim Finden multiplikativer Zerlegungen.
- **Vorsagen:** Schüler D sagt Schüler A, wie dieser seinen Spielzug protokollieren soll.

Naujok unterscheidet zudem zwischen drei Kooperationstypen, dem *Nebeneinander-Arbeiten*, dem *Helfen* und dem *Kollaborieren* (2000, 174-185). Ein Nebeneinander-Arbeiten wird mit «Schatzinsel» im Gegensatz zum Helfen und zum Kollaborieren nicht intendiert.

Lange (2014, 191-192) konnte in seiner Studie zum Kooperationsverhalten bei Problemlöseprozessen mehrere weitere fachliche Kooperationshandlungen rekonstruieren und ausdifferenzieren. Der thematische Feinfokus von Naujock (*was, wie*) wurde um die Unterkategorie *warum* (Begründung des *wie*) ergänzt. Den neu rekonstruierten Kooperationshandlungen liegen zudem drei zusätzliche Kooperationsabsichten *Überlegen*, *Informieren* und *Einschätzen* zugrunde. Die Kooperationshandlung *Aufgabe/Bearbeitung-Kommentieren* ordnete er keiner der fünf Absichten zu.

		Austauschmodus mit thematischem Feinfokus				
		nonverbal		verbal		
		... was	... wie	... was	...wie	...warum
Kooperationsabsicht	Helfen	Abgucken <i>Informationen-Schriftlich-an-den-Partner-Weitergeben</i>		Vorsagen Erklären Erfragen		
	Überlegen			<i>Was-Überlegung-in-den-Raum-Stellen</i>	<i>Wie/Warum-Überlegung-in-den-Raum-Stellen</i>	
	Informieren	Sich-Nonverbal-Informieren		Über-das-Was-Informieren	Über-das-Wie/Warum-Informieren	
	Vergleichen	Nonverbales Vergleichen		Was-Vergleichen	Wie/Warum-Vergleichen	
	Einschätzen			Überprüfen Auf-einen-Fehler-Hinweisen Beurteilen		



Abb. 4.7: Fachliche Kooperationshandlungen bei Naujok (2000) und Lange (2014)
 Naujok-Handlungen sind normal, Lange-Handlungen kursiv gesetzt.

Auch die von Lange postulierten, diesen Kooperationsabsichten zuordenbaren zusätzlichen Kooperationshandlungen können in der Bearbeitung von «Schatzinsel» auftreten:

- **Was/Wie/Warum-Überlegungen-in-den-Raum-Stellen:** Schüler A hat eine ungünstige Windrichtung gewürfelt und äussert Überlegungen, ob er seinen Zug verschenken soll, da die Windrichtung für eine Mitspielerin geeigneter wäre.
- **Sich-nonverbal-Informieren:** Schüler A informiert sich am Spielplan und im Protokoll, welche Zugmöglichkeiten Spieler B mit der von ihm gewürfelten Windrichtung hätte.
- **Über-das-Was/Wie/Warum-Informieren:** Schüler C informiert Schüler B aufgrund des Spielprotokolls, dass dieser die Geschwindigkeit 32 km/h nicht mehr zur Verfügung stehe.

- **Überprüfen:** Schüler C überprüft aufgrund des Spielprotokolls, ob Schüler D seinen Zug korrekt auf dem Spielplan eingezeichnet hat.
- **Auf-einen-Fehler-Hinweisen:** Schüler C weist Schüler D auf einen Fehler in seinem Protokolleintrag hin.
- **Beurteilen:** Schüler D taxiert das Verschenken des Zugrechts durch Schüler A als ungeschickt.

Die oben geschilderten, während der Erprobungen von «Schatzinsel» gemachten Beobachtungen weisen darauf hin, dass das Arbeiten mit der *KLU* zu einer Vielzahl der von Naujock und Lange beschriebenen Kooperationshandlungen führen kann.

4.4 Gelingensbedingungen und Merkmale von *KLU*

Basierend auf den Ausführungen in Kapitel 2 und den Überlegungen der vorangehenden Unterkapitel sollen nun die beiden untergeordneten Fragestellungen beantwortet werden. Zunächst wird überprüft, ob das Design von «Schatzinsel» die fünf Basiselemente / Gelingensbedingungen effektiven kooperativen Lernens (Johnson u. a., 2005) berücksichtigt:

- **Positive Interdependenz**

Da zur Erfüllung der Mission alle Schüler die Schatzinsel erreichen müssen, liegt dem Spiel *Aufgaben- und Gruppeninterdependenz* zugrunde. In der kooperativ-kompetitiven Variante wird zudem zusätzlich *Wettbewerbsinterdependenz* geschaffen.

- **Individuelle Verantwortung**

Da der einzelne Schüler mitverantwortlich für das Erreichen des Gruppenziels ist, erzeugt das Spiel *Gruppenverantwortung* (Johnson u. a., 2005). Der Einzelne muss diese eigenverantwortlich nachkommen. Diese *individuelle Verantwortung* kann durch eine Rückmeldung zur individuell erbrachten Leistung verstärkt werden.

- **Unterstützende Interaktion**

Die während des Spiels beobachtbaren fachlichen Kooperationshandlungen wie *Erfragen, Vergleichen, Informieren, Erklären, Infragestellen, Argumentieren etc.* (Naujock, 2000) sowie das gegenseitige *Ermutigen* oder *Loben* sind Formen unterstützender Interaktion unter den Lernenden. Kommt die Lehrperson während der kooperativen Phase der ihr zugeordneten beobachtend-begleitenden Rolle nach, ergeben sich weitere Momente unterstützender Interaktion.

- **Soziale Kompetenzen**

Das Funktionieren von «Schatzinsel» bedingt ein Mindestmass an sozialen Kompetenzen (vgl. Green und Green, 2005, 2018, 87f) und bietet Gelegenheit zu deren

Weiterentwicklung in allen vier von Borsch (2019, 31) beschriebenen Dimensionen kooperativer Fähigkeiten.

- **Evaluation**

Eine Evaluation ist in «Schatzinsel» explizit vorgesehen. Die Auswertung kann zudem Anstoss zu weiterführenden Aufgabenstellungen geben, welche unter Umständen auch zur Bewertung genutzt werden können (Beurteilungsumgebung).

Fazit

Somit kann festgehalten werden, dass das Design der *LU* «Schatzinsel» alle fünf Gelingenbedingungen effektiven kooperativen Lernens berücksichtigt.

Zwecks Beantwortung der zweiten untergeordneten Frage erfolgt eine Überprüfung, ob die *LU* «Schatzinsel» die gemäss dem Konzept *Mathematisches Lernen kooperativ rahmen* geforderten sieben Merkmale einer *KLU* aufweist.

- **Von substantiellen mathematischen Fragestellungen ausgehend**

Die Frage, welche verschiedenen Möglichkeiten multiplikativer Zerlegung eines Produkt (gemessene Streckenlänge der beabsichtigten Fahrtdistanz) in zwei Faktoren (Fahrtgeschwindigkeit und -zeit) bestehen, darf als substantiell betrachtet werden.

- **Eignung für jahrgangsgemischte und leistungsheterogene Klassen**

Die Erprobungen in vier Klassen (bis auf eine waren alle altersgemischt), an drei kulturell unterschiedlichen Schulen in zwei verschiedenen Staaten weisen auf eine entsprechende Eignung hin.

- **Komplexität ermöglicht vielfältige Bearbeitungswege**

Die Komplexität von «Schatzinsel» wurde in der Beschreibung und mit der Analyse in den Unterkapiteln 4.1 und 4.2 aufgezeigt.

- **Positive Interdependenz macht Kooperation unverzichtbar**

Das Design der Lernumgebung schafft *Aufgaben- und Gruppeninterdependenz*, die Mission von «Schatzinsel» ist nur durch Kooperation erfüllbar.

- **Spielerische Bearbeitung**

Mit den verwendeten Materialien (Spielplan, Würfel, Spielfiguren, Spielprotokoll) kommt «Schatzinsel» als Spiel daher und wird von den Schülern auch als solches wahrgenommen. Das Element des Einsammelns von Gegenständen, das seit den *point-and-click-adventures* der 1990er Jahre Teil vieler Computerspiele ist, verstärkt diese Wahrnehmung wohl zusätzlich.

- **Prägung durch stochastische Elemente und strategisches Denken**

Mit der ersten Handlung (Würfeln der Windrichtung) eines Spielzugs kommen Wahr-

scheinlichkeitsüberlegungen ins Spiel. Die Vielzahl der Möglichkeiten, als Gruppe (möglichst schnell) das Missionsziel zu erreichen, führt unweigerlich zu strategischen Überlegungen und Diskussionen.

- **Auswertung und Reflexion**

Wie bereits bei der Beantwortung der ersten untergeordneten Frage geschildert, ist eine Evaluation fester Bestandteil der Lernumgebung.

Fazit

Da die Lernumgebung alle der geforderten charakteristischen Merkmale aufweist, kann «Schatzinsel» als *kooperative Lernumgebung KLU* bezeichnet werden.

Kapitel 5

Untersuchung «Schatzinsel»

Im vorangehenden Kapitel wurde geklärt, dass es sich bei «Schatzinsel» um eine die Gelingensbedingungen kooperativen Lernens erfüllende kooperative Lernumgebung *KLU* nach dem Konzept *Mathematisches Lernen kooperativ rahmen* (Wälti u. a., 2020a,b) handelt. Da derartige Lernumgebungen bislang fachdidaktisch und lernpsychologisch kaum beforscht wurden, hat diese Arbeit einen primär explorativen Charakter. In der vorliegenden Untersuchung werden zwei klassische Teilgebiete der pädagogischen Psychologie (Selbstbestimmungstheorie, Interessenstheorie) mittels der *KLU* «Schatzinsel» mit einer konkreten, kooperativen Unterrichtssituation verknüpft. Im empirischen Teil soll geklärt werden, ob die Auseinandersetzung mit «Schatzinsel» das Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse ermöglicht und ob derartiges kooperatives Arbeiten bei den Schülern auf Interesse stösst.

Dieses Kapitel ist folgendermassen gegliedert: Den Ausführungen zu den untersuchungsleitenden Forschungsfragen folgt die Vorstellung des Untersuchungsdesigns, des Testinstruments und der angewandten Auswertungsmethoden. Anschliessend wird die Stichprobe beschrieben und Gedanken zur internen Konsistenz der erhobenen Daten führen abschliessend zur Präsentation der Ergebnisse im Folgekapitel über.

5.1 Forschungsfragen

Aus einer theoretischen Sicht sollte das Erleben der psychischen Grundbedürfnisse bei der Bearbeitung kooperativer Mathematik-Lernumgebungen aufgrund deren Design grundsätzlich möglich sein, falls innerhalb der einzelnen Lerngruppen die dafür notwendigen sozialen und kommunikativen Voraussetzungen vorhanden sind. Daraus resultiert die erste, zentrale Fragestellung dieser Untersuchung:

- **Unterstützt die praktische Auseinandersetzung mit der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» das Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse (Basic Needs)?**

Für die Entwickler von «Schatzinsel» standen bei den Erprobungen die Umsetzbarkeit im Schulalltag und die Weiterentwicklung der Lernumgebung im Zentrum. Der Fokus der vorliegenden Untersuchung ist jedoch motivationaler Art. Exemplarisch soll an der Auseinandersetzung mit «Schatzinsel» das Interesse an und die Motivation zum kooperativen Lernen im Mathematikunterricht beleuchtet werden. Die daraus abgeleitete zweite Forschungsfrage lautet:

- **Unterscheiden sich die Motivation und das allgemeine Interesse an Mathematik von der Motivation und dem Interesse an der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel»?**

Da aus einer einmaligen Intervention kaum eine Auswirkung des situationalen Interesses (an «Schatzinsel») auf das individuelle Interesse am Fach Mathematik zu erwarten ist, werden in den Ergebnissen lediglich allfällige Unterschiede beschrieben und analysiert.

Aufgrund der Konzeption Interessensentwicklung (vgl. Kap. 3.1.2) und entsprechender empirischer Studien (z.B. Lewalter und Willems 2009) sollte ein positiver Zusammenhang der beiden Interessensformen vorliegen.

5.2 Untersuchungsdesign

Die Daten zur Beantwortung der beiden Forschungsfragen wurden im Rahmen der insgesamt vier Erprobungen der *KLU* «Schatzinsel» im regulären Unterricht der beteiligten Schulklassen mittels zweier Fragebogen in einem pre/post-Design erhoben. Auf ein Kontrollgruppendesign wurde aufgrund der Stossrichtung der Forschungsfragen bewusst verzichtet. Diese zielen nicht auf die Wirkung der Intervention ab, sondern sollen das motivationale *Erleben* der kooperativen Auseinandersetzung mit «Schatzinsel» beleuchten und eventuelle Differenzen zum Erleben der «normalen» Schulmathematik aufzeigen.

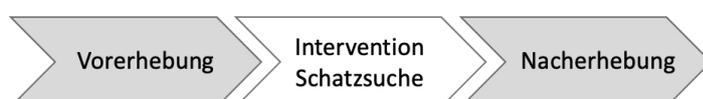


Abb. 5.1: Design der Untersuchung

Einen Überblick über die zu den beiden Erhebungszeitpunkten erhobenen Daten gibt Tab. 5.1. Die Vorerhebung erfolgte jeweils ohne Zeitdruck unmittelbar vor der eigentlichen Intervention «Schatzinsel» und erfasste nebst den personenbezogenen Daten das individuelle Interesse am Fach Mathematik und die Motivation im gewohnten Mathematikunterricht. Die jeweils anwesenden Klassenlehrerpersonen leisteten beim Ausfüllen des Fragebogens im Falle vereinzelt auftretender, sprachlich bedingter Verständnisprobleme (solche traten vor allem bei jüngsten Schülern der involvierten Mehrjahrgangsklassen auf) der Testleitung jeweils punktuell wertvolle Unterstützung.

Erhobene Aspekte	pre	post
Personendaten	✓	✓
Individuelles Interesse (Fachinteresse Mathematik)	✓	
Situationales Interesse (an Schatzinsel)		✓
Motivation Mathematikunterricht	✓	
Motivation Schatzinsel		✓
Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse		✓

Tab. 5.1: Erhobene Aspekte

Die Durchführung der eigentlichen Intervention erfolgte in allen Klassen durch denselben Erprober nach gleichbleibendem Ablaufschema:

- Kurze Vorstellung
- Inszenierung
- Arbeit an «Schatzinsel» mit adaptiver Lernbegleitung durch den Erprober
- Auswertung und Reflexion

Unmittelbar im Anschluss an die Auswertung und die Reflexion der Auseinandersetzung mit der *KLU* «Schatzinsel» erfolgte wiederum ohne Zeitdruck die Nacherhebung, welche die personenbezogenen Daten, das situationale Interesse, die Motivation sowie das Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse beim Arbeiten an der kooperativen Lernumgebung umfasste.

Die beiden Fragebögen sind im Anhang B unter Fragebogen pre (B.1) und Fragebogen post (B.2) dokumentiert.

5.3 Fragebogenkonstruktion

Das Testinstrument wurde nicht selbst entwickelt. Die Fragebögen enthalten Skalen und Items, welche Beumann in ihrer Untersuchung zur Förderung von Motivation und Interesse durch mathematische Schülerexperimente (Beumann, 2017) nutzte und entstammen allesamt getesteten Studien. Den Items liegt jeweils eine vierstufige Likert-Skala zugrunde, wobei Beumann Ablehnung mit dem Wert 1, Zustimmung mit dem Wert 4 kodierte. In dieser Arbeit wird eine Kodierung mit den Werten 0 bis 3 verwendet, um bei Säulendiagrammen verzerrende oder manipulative Darstellungen zu vermeiden.

5.3.1 Interesse an Mathematik und «Schatzinsel»

Unter Fachinteresse wird in der vorliegenden Arbeit das individuelle Interesse im Sinne von Krapp und Prenzel (1992) aufgefasst. Darunter wird das Interesse am gesamten Unterricht im jeweiligen Schulfach verstanden und umfasst sowohl inhaltliche, methodische als auch soziale Aspekte. Zur Erhebung des Fachinteresses wurde die komplette, auf Items von Buff 2005 basierende Skala verwendet, die auch in der Pythagoras-Studie von Klieme, Pauli und Reusser (Rakoczy u. a., 2005) zur Anwendung kam. Das Fachinteresse wurde vor der Intervention mit dem Fragebogen pre erhoben. Beispiel-Items finden sich in Tab. 5.2, die Gesamtskala ist dem Fragebogen pre im Anhang B.1 entnehmbar.

Item	Variable	Subskala
Mathematik ist spannend.	AnMa1	Anreiz Ma
Freiwillig würde ich mich nie mit Mathematik beschäftigen.	rNuMa1	Nützlichkeit Ma
Mathematik ist mir persönlich sehr wichtig.	WiMa1	Wichtigkeit Ma
Mathematik macht mir keinen Spass.	rFrMa1	Freude an Ma
....		

Tab. 5.2: Beispiel-Items der Skala Fachinteresse Mathematik (Fragebogen pre)

Da das Interesse an «Schatzinsel» lediglich auf den während der Intervention gemachten Erfahrungen bei der Bearbeitung der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» basiert, wurde mit der Skala *Interesse Schatzinsel* das situative Interesse (Krapp und Prenzel, 1992) an «Schatzinsel» nach der Intervention erhoben. Es kamen die identischen Items wie für die Skala *Fachinteresse Mathematik* zur Anwendung, wobei der Begriff «Mathematik» im Fragebogen jeweils durch «Schatzsuche» oder durch «Mathematik-Spiele wie Schatzsuche» ersetzt wurden. «Schatzsuche» war der ursprüngliche Name der in dieser Arbeit verwendeten und heute mit «Schatzinsel» benannten kooperativen Lernumgebung.

Item	Variable	Subskala
«Schatzsuche» ist spannend.	AnSs1	Anreiz Ss
Freiwillig würde ich nie ein Mathematik-Spiel wie «Schatzsuche» machen.	rNuSs1	Nützlichkeit Ss
....		

Tab. 5.3: Beispiel-Items der Skala Interesse Schatzinsel (Fragebogen post)

5.3.2 Motivation für Mathematik und «Schatzinsel»

Analog zur Arbeit von Beumann (2017) und zur Pythagoras-Studie von Klieme, Pauli und Reusser wurde die Motivation bezüglich des Mathematikunterrichts im allgemeinen und bezüglich der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» im Speziellen mithilfe des 15-teiligen Itemspools von Prenzel u. a. (1996) erhoben, welcher die verschiedenen Formen der Lernmotivation (amotiviert, external, introjiert, identifiziert und intrinsisch) nach Deci und Ryan 1996 abbildet.

In meinen Mathematikstunden ...	Variable	Subskala
... strenge ich mich an, weil mir die Themen persönlich wichtig erscheinen.	MFidMa1	identifiziert
... bin ich aufmerksam, weil ich immer aufpasse.	MFinMa1	introjiert
... mache ich nur mit, damit ich keinen Ärger bekomme.	MFamMa1	amotiviert
... macht das Lernen/Arbeiten Spass.	MFitMa1	intrinsisch
... tue ich nur das, wozu mich die Lehrerin auffordert.	MFexMa1	external
...		

Tab. 5.4: Beispiel-Items der Skala Motivationsfaktoren Mathematik (Fragebogen pre)

Im Fragebogen post (Anhang B.2) wurde der im Fragebogen pre verwendete Satzbeginn der Items «In meinen Mathematikstunden ...» durch «In der Mathematiklektion «Schatzsuche» ...» ersetzt. Zudem wurden die Item-Aussagen aus der Gegenwartsform (Präsens) in die jeweils entsprechende Vergangenheitsform (Perfekt oder Präteritum) umformuliert.

In der Mathematiklektion «Schatzsuche» ...	Variable	Subskala
... habe ich mich beteiligte, weil ich es immer so mache.	MFinMa3	introjiert
... habe ich mitgearbeitet, weil ich die Inhalte später bestimmt brauchen kann.	MFidMa2	identifiziert
... habe ich nur das getan, was von mir verlangt wurde.	MFexMa2	external
... hatte ich keine Lust, mich zu beteiligen.	MFamMa4	amotiviert
... verging die Zeit wie im Flug.	MFitMa4	intrinsisch
...		

Tab. 5.5: Beispiel-Items der Skala Motivationsfaktoren Schatzinsel (Fragebogen post)

5.3.3 Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse

Die Items der drei Skalen *Autonomie*, *Kompetenz* und *Soziale Eingebundenheit* wurden analog zum Vorgehen von Beumann (2017) alle der Arbeit von Willems (2011) entnommen. Punktuell mussten einzelne Formulierungen sprachlich leicht angepasst werden, um die Stimmigkeit mit der Intervention «Schatzinsel» zu gewährleisten. Da das Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse hinsichtlich der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» erst nach der Intervention beurteilt werden kann, sind diese Skalen lediglich im Fragebogen post enthalten.

Autonomie

Es kamen alle vier Items des zweiten Teils «Selbstbestimmung» der Skala von Willems (2011) zur Anwendung. Der erste Teil «Persönliche Wünsche und Ziele» der entsprechenden Skala blieb unberücksichtigt. Da der Fokus dieser Arbeit auf dem kooperativen Arbeiten liegt, wurden die jeweiligen Item-Formulierungen mit dem Passus *... zusammen mit meiner Lerngruppe ...* ergänzt.

In der gesamten Mathematiklektion «Schatzsuche» hatte ich das Gefühl, dass ...	Variable	Skala
... ich zusammen mit meiner Lerngruppe eigene Lösungswege entwickeln konnte.	Auto1	Autonomie
... ich zusammen mit meiner Lerngruppe mitentscheiden konnte, wie wir die Aufgabe bearbeiteten.	Auto2	Autonomie

Tab. 5.6: Beispiel-Items der Skala Autonomie (Fragebogen post)

Kompetenz

Alle vier Items der Skala von Willems (2011) wurden ebenfalls vollständig übernommen. Bei zwei der Items waren wiederum geringfügige Umformulierung zwecks Herstellung des Bezugs zur Lerngruppe notwendig, bei einem Item wurde der Begriff «*Unterricht*» durch «*Lernspiel Schatzsuche*» ersetzt. Das vierte Item «*... ich auch den schwierigen Stoff verstanden habe.*» blieb unverändert.

In der gesamten Mathematiklektion «Schatzinsel» hatte ich das Gefühl, dass ...	Variable	Skala
... ich im Rahmen der Lerngruppe auch schwierige Aufgaben selbständig lösen konnte.	Komp1	Kompetenz
... ich in der Lage war, die Aufgaben in der Lerngruppe zu bearbeiten.	Komp2	Kompetenz

Tab. 5.7: Beispiel-Items der Skala Kompetenz (Fragebogen post)

Soziale Eingebundenheit

Die Items dieser Skala sind ebenfalls der Arbeit von Willems vollständig entnommen. Willems und Beumann unterscheiden im schulischen Kontext zwischen zwei Bezugsgruppen sozialer Eingebundenheit (Beumann, 2017, 77), was sich in den beiden Subskalen *Soziale Eingebundenheit mit dem Lehrer* und *Soziale Eingebundenheit mit der Lerngruppe* äussert. Im Kontext der vorliegenden Unterrichtssituation «Schatzinsel» wird in dieser Arbeit mit *Lerngruppe* sowohl die Gruppe, in der die kooperative Lernumgebung bearbeitet wurde, als auch die Schulklasse als Ganzes aufgefasst. Beide Subskalen werden mit je drei Items erfasst (vgl. Tab. 5.8).

In der gesamten Mathematiklektion «Schatzinsel» hatte ich das Gefühl, dass ...	Variable	Subskala
... der Lehrer mich an schwierigen Stellen unterstützt hat.	SozLP1	Eingebundenheit LP
... der Lehrer mich ernst genommen hat.	SozLP2	Eingebundenheit LP
... meine Mitschülerinnen und Mitschüler meine Leistungen anerkannt haben.	SozSuS2	Eingebundenheit LG
...		

Tab. 5.8: Items der Skala soziale Eingebundenheit (Fragebogen post)

5.4 Untersuchungs- und Störvariablen

Untersuchungsvariablen

Die vorliegende Untersuchung hat das Ziel, das motivationale Erleben der Arbeit mit der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» zu beschreiben. Die entsprechenden abhängigen Variablen sind *Interesse*, *Motivation* und *psychologische Grundbedürfnisse*.

Die Ausprägung der abhängigen Variablen wird hinsichtlich der gesamten Stichprobe und deren Untergruppen nach *Geschlecht*, *Alter*, *Schuljahr* und *Schulort* (unabhängige Variablen) untersucht.

Unabhängige Variablen	Abhängige Variablen
Geschlecht	Interesse
Alter	Motivation
Schuljahr	psychologische Grundbedürfnisse
Schulort	

Tab. 5.9: Untersuchungsvariablen

Störvariablen

Dem Charakter einer Feldstudie entsprechend ist ein Einfluss diverser Störvariablen auf die Ergebnisse wahrscheinlich. Mit den Störvariablen wurde folgendermassen umgegangen:

Regionale/Kommunale Unterrichtskultur: Auswirkungen auf das motivationale Erleben von Unterricht durch verschiedene Bildungspläne und entsprechend unterschiedlicher Unterrichtskulturen können nicht ausgeschlossen werden. Deshalb wurde *Schulort* zusätzlich bei den unabhängigen Variablen aufgenommen.

Interventionsdauer: Trotz unterschiedlicher Lektionsdauer an den verschiedenen Schulorten wurde die Gesamtdauer der effektiven Intervention bei allen vier Klassen identisch gehalten, wobei die Dauer der einzelnen Phasen der Intervention (Inszenierung, Arbeit in der Lerngruppe, Evaluation) adaptiv angepasst wurde.

Schwierigkeitsgrad: Alle Klassen und Lerngruppen bearbeiteten dieselbe kooperative Version von «Schatzinsel» aus Wälti u. a. (2020b). Die kooperativ-kompetitive Version der *KLU* kam nicht zum Einsatz. In der Wahl aus unterschiedlich schwierigen Zugängen waren die einzelnen Lerngruppen frei.

Tester: Die Intervention wurde in allen Klassen durch den gleichen Tester (=Erprober) durchgeführt. Diesbezüglich ist die Durchführungsobjektivität gewährleistet.

Klassenlehrerin: Die Klassenlehrerinnen war während der ganzen Intervention als Aufsichtspersonen anwesend. In unterschiedlichem Ausmass gaben sie einzelnen Lerngruppen Hilfestellungen, was einer Einschränkung der Durchführungsobjektivität gleichkommt.

Vorwissen der Schüler: Allen Schülern war die kooperative Lernumgebung «Schatzinsel» zuvor nicht bekannt. Unterschiede im Vorwissen und in der Leistungsfähigkeit können Auswirkungen auf motivationale Aspekte des Erlebens der Arbeit mit der Lernumgebung bewirken. Aufgrund des explorativen Charakters der Untersuchung wurde jedoch auf die vorgängige Erhebung der Noten der Schüler verzichtet, womit diese Variable nicht kontrolliert werden kann.

Schülerpersönlichkeiten: Einzelne Schüler können aufgrund ihrer Persönlichkeit Einfluss auf das motivationale Erleben der anderen Mitglieder der jeweiligen Lerngruppe haben. Diese Variable kann aufgrund der Bedingungen der Feldstudie nicht kontrolliert werden.

Die Auflistung möglicher Störvariablen ist nicht abschliessend. Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs können die genannten Störvariablen nicht eliminiert oder konstant gehalten werden, was aber aufgrund des explorativen Charakters der Untersuchung in Kauf genommen wird.

Gütekriterien

Auf die drei Gütekriterien Validität, Objektivität und Reliabilität wird im Folgenden nur ganz knapp eingegangen. Die Reliabilität wird im Kapitel 6 zusammen mit den einzelnen Ergebnissen thematisiert.

Validität

Die verwendeten Items entstammen durchwegs getesteten und anerkannten Studien, womit von einem validen Testinstrument ausgegangen werden kann.

Objektivität

Die Daten der Untersuchung wurden im Rahmen von Erprobungen der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» im Feld erhoben. Aus organisatorischen Gründen waren bei den Vorerhebungen drei und bei der Nacherhebung zwei verschiedene Tester im Einsatz. Trotz Testleitermanual ist ein Einfluss auf die Durchführungsobjektivität nicht ganz auszuschliessen. Die eigentliche Intervention wurde immer vom selben Tester (=Erprober) geleitet. Die Klassenlehrerin war dabei als Aufsichtsperson anwesend, gestaltete jedoch den Unterricht nicht mit. Die Auswertungs- und die Interpretationsobjektivität ist hingegen insofern gewährleistet, als diese Schritte vom Verfasser persönlich ausgeführt wurden.

Reliabilität

Da die Rahmenbedingungen der durchgeführten Feldstudie und der beschränkte Stichprobenumfang eine Reliabilitätsprüfung via Retest, Paralleltest oder Testhalbierung nicht zulassen, wurde zwecks Reabilitätsanalyse die interne Konsistenz (Cronbach's α) berechnet.

5.5 Statistische Auswertung

Die Auswertungen erfolgten mithilfe der Statistiksoftware SPSS 28 für Mac. Dem explorativen Charakter der Untersuchung entsprechend wurden die vorliegenden Daten zunächst deskriptiv analysiert. Die Kodierung der einzelnen Items der Skalen Interesse, Motivation und Psychologische Grundbedürfnisse besitzt lediglich Ordinalskalenniveau. Da die Abstandsgleichheit innerhalb einer Likert-Skala nicht gegeben ist, kann für die oben genannten Skalen und Subskalen nicht von Intervallskalenniveau ausgegangen werden.

Gängige Analyseverfahren gelten jedoch als recht robust gegenüber Verletzungen des Skalenniveaus (Rudolf und Buse, 2020), weshalb analog zur Arbeit von Beumann (2017) Intervallskalierung angenommen wird. Dementsprechend wurden die Mittelwerte und die Standardabweichungen der Variablen für die Gesamtstichprobe und für einzelne Untergruppen berechnet und die entsprechenden Diagramme generiert.

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden verschiedene Testverfahren verwendet, deren Auswahl von den jeweiligen Fragestellungen sowie der Stichprobengrösse, dem Skalenniveau der Daten und von Verteilungsannahmen abhängt. Für die Anwendung der Testverfahren wurden aus den Subskalen durch Mittelwertbildung (arithmetisches Mittel) neue Variablen berechnet, welche in die Analysen einfließen.

Die Überprüfung, ob für die Daten Normalverteilung angenommen werden kann, erfolgt grafisch mittels Histogramm und Verteilungskurve sowie mit den Werten von Schiefe und Exzess. Zusätzlich wurde der Shapiro-Wilk-Test, welcher bei kleinem Stichprobenumfang eine grössere Teststärke aufweist als der von Beumann (2017, 104) verwendete Kolmogorov-Smirnov-Test, angewandt.

Sind die Voraussetzungen für einen t-Test nicht gegeben, kam für die Beurteilung von Unterschieden mit dem Wilcoxon-Test das entsprechende nicht parametrische Verfahren zur Anwendung. Für die Zusammenhangs-Analysen der ordinalskalierten Daten wurde mit der Rangkorrelation nach Spearman ebenfalls ein nicht parametrisches Verfahren angewandt.

5.6 Stichprobe

Die Daten für diese Studie konnten im Rahmen von Erprobungen der Lernumgebungen der beiden Bände *Mathematik kooperativ spielen, üben, begreifen* Wälti u. a. (2020a,b) während des regulären Unterrichts im Verlauf des Monats Mai 2019 erhoben werden. Insgesamt nahmen 55 Schülerinnen und Schüler aus vier Klassen an drei verschiedenen Schulstandorten in der Schweiz (CH) und im Südtirol (I) teil. Die Fragebögen von drei der Teilnehmenden konnten aus unterschiedlichen Gründen nicht berücksichtigt werden.

Bei drei der vier Erprobungsklassen (2 aus Uerkeim und eine aus Welsberg) handelte es sich um Mehrjahrgangsklassen, die vierte (Ausserpichl) war eine altershomogene 4. Grundschulklasse (vgl. Tab. 5.10 und 5.11). Von den insgesamt $n=52$ berücksichtigten Schülerinnen und Schüler waren 46,2% weiblich und 53,8% männlich. Das Durchschnittsalter der Teilnehmenden betrug 11.2 Jahre ($SD=1.42$).

	Schuljahr	Mädchen	Knaben	Total
Primarschule Uerkheim (CH)	4-6	17	14	31
Grundschule Ausserpichl (I)	4	4	6	10
Oberschule Welsberg (I)	6-8	3	8	11
Total		24	28	52

Tab. 5.10: Stichprobe nach Schulort, Schuljahr und Geschlecht

Alter	9	10	11	12	13	14	Total
Mädchen	3	8	4	6	3	0	24
Knaben	5	3	5	7	7	1	28
Total	8	11	9	13	10	1	52

Tab. 5.11: Stichprobe nach Geschlecht und Alter

Fehlende Werte und Mehrfach-Ankreuzungen

Anlässlich der ersten oberflächlichen Sichtung der ausgefüllten Fragebögen aus Uerkheim fielen einige fehlende Werte und vereinzelt mehrfache Ankreuzungen bei einzelnen Fragen auf. Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs wurde kurzfristig eine Nacherhebung am Folgetag angesetzt, mittels derer die meisten dieser Lücken und Mehrfachnennungen bereinigt werden konnten. Eine Nachbesserung und Verfeinerung des Leitfadens half, fehlende oder doppelte Werte in den drei Wochen später erfolgten Erhebungen im Südtirol weitgehend zu vermeiden.

Zwei Teilnehmende konnten aus schulorganisatorischen Gründen den Fragebogen post nach der Intervention nicht ausfüllen. Deren Fragebögen pre wurden ausgeschieden. Die Fragebögen eines einzelnen Teilnehmers wiesen Muster beim Ankreuzen und auffallende Inkonsistenzen in den Antworten aus. Nach Rücksprache mit der Klassenlehrerin wurde dieser Datensatz aufgrund der eingeschränkten Sprachkompetenz des entsprechenden Schülers mit Förderbedarf (geistige Behinderung) nicht berücksichtigt.

Einzelne nicht gemachte Ankreuzungen wurden als fehlende Werte codiert und flossen nicht in die Berechnung der entsprechenden Skalenwerte ein. Alle Fragebögen mit weniger als vier fehlenden Items wurden als vollständig ausgefüllt behandelt und für die Analysen berücksichtigt. Aufgrund dieses Kriteriums mussten keine weiteren Datensätze ausgeschieden werden.

Kapitel 6

Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse orientiert sich an den beiden untersuchungsleitenden Fragestellungen und umfasst deskriptive, vergleichende und vereinzelt korrelative Analysen innerhalb der Gesamtstichprobe:

1. Unterstützt die praktische Auseinandersetzung mit der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» das Erleben der drei motivations-psychologischen Grundbedürfnisse (Basic Needs) der Lernenden?
2. Unterscheiden sich die Motivation und das individuelle Interesse an Mathematik von der Motivation und dem situationalen Interesse an der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel»?

Die vergleichenden Analysen verschiedener Teilstichproben beschränken sich aufgrund der geringen Stichprobengrösse auf die unabhängigen Variablen Geschlecht, Schulort und Alter/Schuljahr.

6.1 Psychologische Grundbedürfnisse

In diesem Kapitel wird das Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse bei der Bearbeitung der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» beschrieben und analysiert. Die deskriptiven Werte der drei Skalen *Autonomie*, *Kompetenz* und *soziale Eingebundenheit* sind in Tabelle 6.1 aufgeführt, wobei die beiden Subskalen der sozialen Eingebundenheit (mit der Lehrperson und mit der Klasse) zu einer einzigen Skala zusammengefasst wurden.

Die zwecks Reliabilitätsbestimmung berechnete interne Konsistenz (Cronbach α) ergibt für die Subskala *Eingebundenheit mit der Lehrperson* ($\alpha=0.15$) und für die Skala *Soziale Eingebundenheit* ($\alpha=0.54$) nicht akzeptable Werte. Durch das Weglassen eines einzelnen

Items (... der Lehrer mich an schwierigen Stellen unterstützt hat.) kann für die Skala *Soziale Eingebundenheit* eine akzeptable und für die Gesamtskala der *Basic Needs* eine gute interne Reliabilität ausgewiesen werden (vgl. 6.1). Die Werte der internen Konsistenz bewegen sich eher am unteren Rand der zum Vergleich hingezogenen Arbeiten von Willems (2011) und Beumann (2017), was aufgrund des geringen Stichprobenumfangs ($N=52$) und der Inhomogenität der Teilstichproben (Schweiz/Südtirol) wenig überrascht und in Kauf genommen wird.

	Items	N	Min.	Max.	M	SD	α
Autonomie	4	52	1.50	3.00	2.49	0.44	0.73
Kompetenz	4	52	1.25	3.00	2.35	0.54	0.67
Soziale Eingebundenheit	5	52	1.60	3.00	2.63	0.39	0.69
Gesamtskala <i>Basic Needs</i>	13	52	1.62	3.00	2.50	0.37	0.84

Tab. 6.1: Deskriptive Statistik: Psychologische Grundbedürfnisse

Auffallend sind die durchwegs hohen Mittelwerte für alle drei psychologischen Grundbedürfnisse, welche drei bis fünf Zehntel höher zu liegen kommen als die (hinsichtlich der Kodierung angepassten) Werte in Beumanns Untersuchung zu Schülerexperimenten (2017), welche mit demselben Instrument erhoben wurden. Dementsprechend hoch fallen auch die deskriptiven Werte der Gesamtskala *Basic Needs* aus. Diese hohen Werte (vgl. Tab. 6.2) und der Blick auf die verschiedenen Häufigkeitsverteilungen (vgl. Abb. 6.2, 6.3, 6.4 und 6.6) legen die Vermutung eines Deckeneffekts nahe. Die Überprüfung der Mittelwerte der einzelnen Items ergibt, dass gemäss den Kriterien von Hirsig (2006) bei 9 von 13 Items der Skala *Basic Needs* ein Deckeneffekt vorliegt, wobei alle drei Dimensionen der psychologischen Grundbedürfnisse betroffen sind. Auf die Auswirkungen dieses Befunds wird in der Diskussion der Ergebnisse (vgl. Kap. 7.1.1) näher eingegangen.

Gesamtskala *Basic Needs*

Die nähere Betrachtung der deskriptiven Statistik der Gesamtskala zeigt, dass bei beinahe identischen Mittelwerten die Werte der Knaben stärker streuen als diejenigen der Mädchen (vgl. Tab. 6.2 und Abb. 6.1). Hinsichtlich der anderen unabhängigen Variablen *Schulort*, *Alter* und *Schuljahr* sind keine divergierenden Tendenzen feststellbar.

Die Resultate des Shapiro-Wilk-Tests ergeben, dass bei den Mädchen ($p=0.385$, $n=24$) von Normalverteilung ausgegangen werden kann. Die Verteilung bei den Knaben unterscheidet sich dagegen aufgrund des Deckeneffekts signifikant von einer Normalverteilung ($p=0.002$,

Basic Needs (Gesamtskala)	N	Min.	Max.	M	SD
Mädchen	24	2.00	2.92	2.47	0.27
Knaben	28	1.62	3.00	2.53	0.45

Tab. 6.2: Deskriptive Statistik: Basic Needs nach Geschlecht

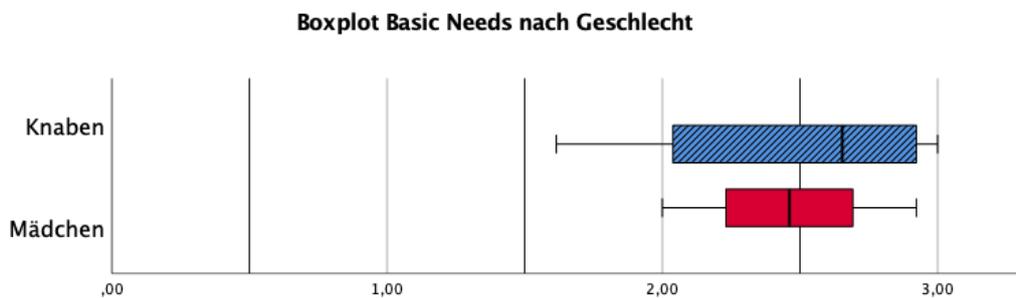


Abb. 6.1: Erleben der Basic Needs nach Geschlecht

n=28). Dieser Unterschied und die grössere Standardabweichung bei den Knaben (vgl. Tab. 6.2) könnte die Vermutung unterschiedlicher Tendenzen bei den Mädchen und den Knaben nahelegen. Der zwecks Signifikanzprüfung durchgeführte Mann-Whitney-U-Test (zweiseitig, $z=-0.996$, $p=0.319$) zeigt jedoch, dass sich die beiden zentralen Tendenzen statistisch nicht unterscheiden.

Erleben von Autonomie

Der Wert der deskriptiven Statistik zum Erleben von Autonomie fällt in Anbetracht der verwendeten Skala von 0 bis 3 mit einem Mittelwert von $M=2.49$ für die Gesamtstichprobe sehr hoch aus und liegt um 5 Zehntel über den Werten von Beumann (2017). Aufgrund des oben beschriebenen Deckeneffekts sind die Mittelwerte der Skala Autonomie für die Gesamtstichprobe ebenfalls nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test: $p<0.001$, $n=52$).

Die beiden Histogramme der Häufigkeitsverteilungen nach Geschlecht (vgl. Abb. 6.2 und 6.3) zeigen, dass der Deckeneffekt bei den Knaben (mehr als die Hälfte ihrer Mittelwerte des Autonomie-Erlebens betragen 2.75 oder 3.00) stärker ausgeprägt ist als bei den Mädchen, deren Histogramm mit einer gewissen statistischen Toleranz dem einer linksschiefen Normalverteilung recht nahekommt.

Da aufgrund der fehlenden Normalverteilung die Voraussetzungen für einen t-Test nicht erfüllt sind, kommt zur Überprüfung eines allfällig unterschiedlichen Autonomie-Erlebens von Mädchen und Knaben wiederum der nichtparametrische Mann-Whitney-U-Test zur Anwendung. Mit einem z-Wert von $z=0.617$ und $p=0.537$ liegt keinerlei asymptotische Signifikanz (2-seitig) vor. Mädchen und Knaben berichten demnach gleichermassen von

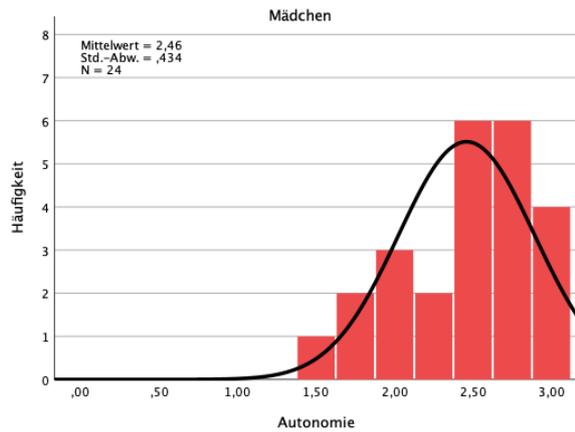


Abb. 6.2: Verteilung Autonomie Mädchen

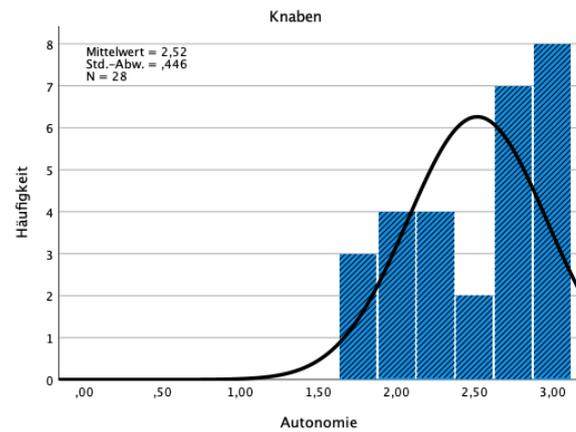


Abb. 6.3: Verteilung Autonomie Knaben

einem ausgeprägten Autonomie-Erleben beim Arbeiten mit der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel». Analoge Analysen bezüglich der anderen unabhängigen Variablen liefern für die untersuchte Stichprobe keinerlei Hinweise auf einen Einfluss dieser Variablen auf das Autonomie-Erleben beim Arbeiten mit der *KLU* «Schatzinsel».

Erleben von Kompetenz

Auch für das Erleben von Kompetenz resultiert für die Gesamtstichprobe mit $M=2.35$ ($SD=0.54$) ein hoher Wert, welcher drei Zehntel über demjenigen von Beumann ($M=2.04$) zu liegen kommt (Beumann, 2017). Wie bei der Autonomie sind die Daten nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test: $p<0.001$, $n=52$). Die Häufigkeitsverteilung ähnelt einer bimodalen Verteilung (vgl. Abb. 6.4), was die Vermutung zulässt, dass der untersuchten Population zwei verschiedene Gruppen unterliegen.

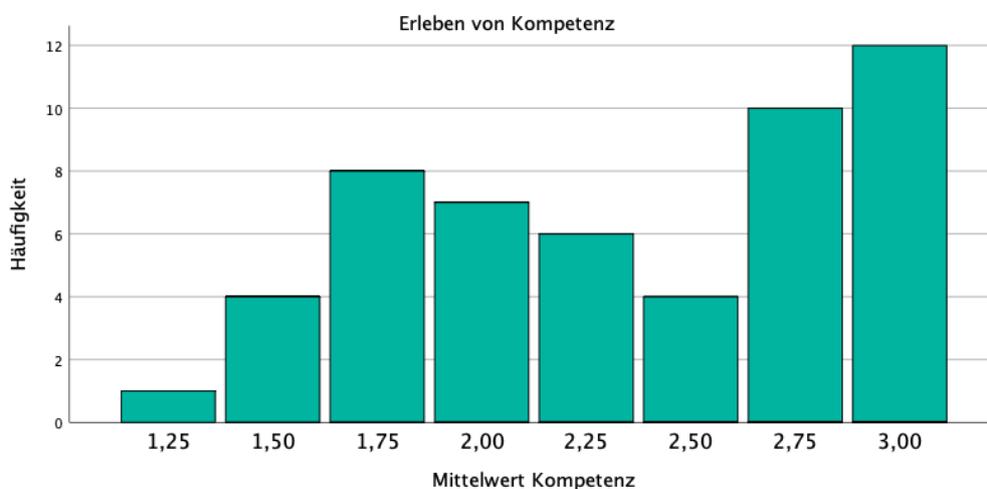


Abb. 6.4: Häufigkeitsverteilung Kompetenz

Die Analyse der Daten und der Histogramme hinsichtlich eines Einflusses der unabhängigen Variablen *Alter/Schuljahr* und *Schulort* ergibt jedoch keine Hinweise bezüglich verschiedener Gruppen. Da drei der vier Items der Skala Kompetenz die Kriterien für einen Deckeneffekt erfüllen (Hirsig, 2006), kann diesem der zweite Peak der Verteilung zugeschrieben werden.

Die Tabelle der deskriptiven Statistik des Kompetenzerlebens (vgl. Tab. 6.3) weist jedoch auf einen möglichen Unterschied zwischen Mädchen und Knaben hin. Die Mädchen ($M=2.24$) scheinen sich augenscheinlich weniger kompetent zu erleben als die Knaben ($M=2.45$), deren Werte auch etwas stärker streuen.

Kompetenzerleben	N	Min.	Max.	M	SD
Mädchen	24	1.50	3.00	2.24	0.43
Knaben	28	1.75	3.00	2.45	0.60

Tab. 6.3: Deskriptive Statistik: Kompetenz nach Geschlecht

15 der insgesamt 28 teilnehmenden Knaben schätzen ihr Erleben von Kompetenz auf der Skala von 0 bis 3 mit einer 2.75 oder einer 3.00 ein. Der resultierende Median ($Md=2.75$) kommt um 0.50 über demjenigen der Mädchen ($Md=2.25$) zu liegen, was ebenfalls die Annahme eines unterschiedlichen Kompetenz-Erlebens von Mädchen und Knaben beim Arbeiten mit der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» stützt (vgl. Boxplot in Abb. 6.5).

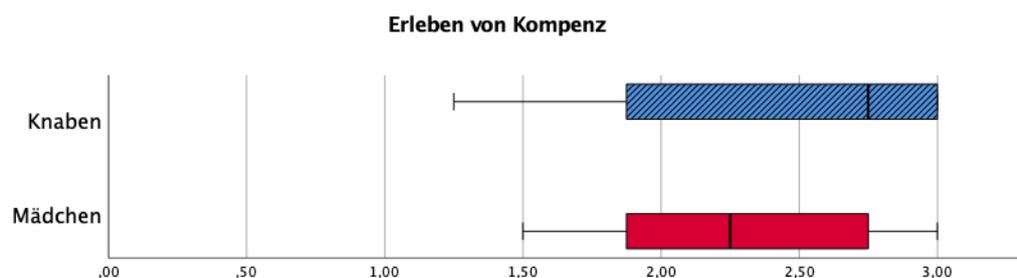


Abb. 6.5: Erleben von Kompetenz nach Geschlecht

Aufgrund der fehlenden Normalverteilung sind auch für die Variable *Kompetenz* die Voraussetzungen für einen t-Test nicht gegeben, weshalb zwecks Signifikanzprüfung wiederum der Mann-Whitney-U-Test zur Anwendung kommt. Mit $z=1.666$ und $p=0.096$ (2-seitig) erweist sich der Unterschied im Kompetenzerleben von Mädchen und Knaben als nicht signifikant.

Erleben sozialer Eingebundenheit

Im Vergleich unter den Facetten der Basic Needs erfährt in den teilnehmenden Klassen das Erleben der sozialen Eingebundenheit die stärkste Ausprägung ($M = 2.63$), was sich mit der Untersuchung von Beumann (2017) deckt, welche allerdings einen um 5 Zehntel geringeren Mittelwert ausweist. Dass für mehr als die Hälfte der Teilnehmenden für die Gesamtskala Werte von 2.80 oder 3.00 resultieren (vgl. Abb. 6.6), spricht wiederum für einen Deckeneffekt, dem tatsächlich vier der fünf Items der Skala unterliegen. Damit liegt auch bei der sozialen Eingebundenheit keine Normalverteilung vor (Shapiro-Wilk-Test: $p < 0.001$, $n = 52$).

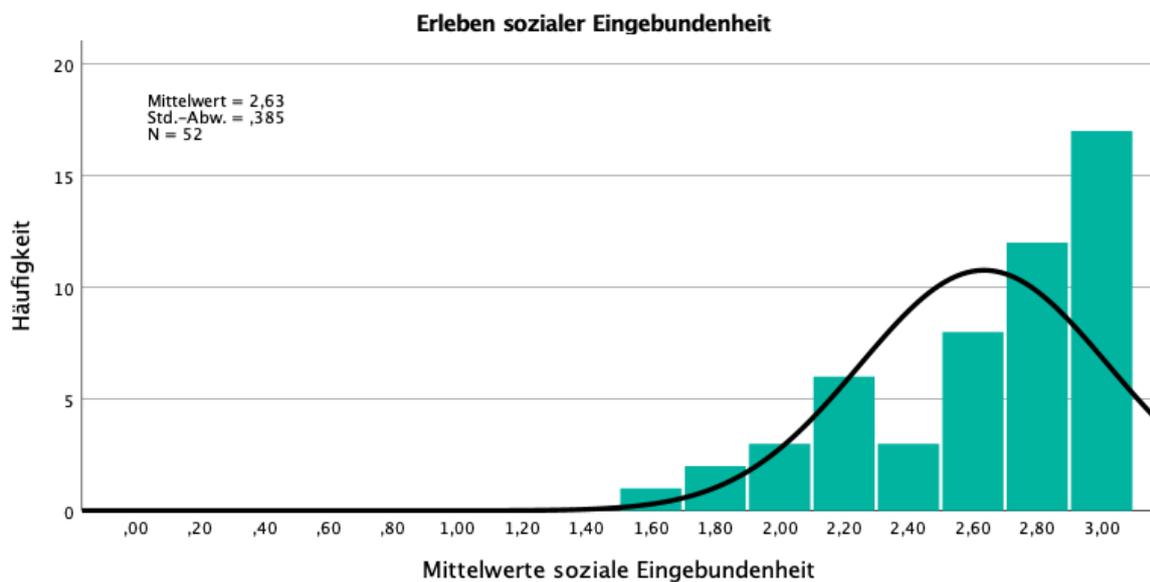


Abb. 6.6: Häufigkeitsverteilung der sozialen Eingebundenheit

Die hohen Zustimmungswerte erweisen sich als unabhängig vom Geschlecht, dem Schulort, dem Alter und dem Schuljahr der Untersuchungsteilnehmer. Die Lernenden nehmen sich beim Arbeiten mit der *KLU* «Schatzinsel» als sozial eingebunden wahr.

Zusammenhänge innerhalb der Basic Needs

Tabelle 6.4 zeigt die Faktorinterkorrelationen des Erlebens der verschiedenen psychologischen Grundbedürfnisse. Aufgrund der fehlenden Normalverteilung wurde die Spearman-Korrelationen r_S berechnet. In Analogie zur Untersuchung von Beumann (2017) zu mathematischen Schülerexperimenten korrelieren die Werte aller drei Grundbedürfnisse untereinander hochsignifikant (zweiseitig). Es kann jeweils von einem positiven, linearen Zusammenhang des Erlebens der psychologischen Grundbedürfnisse ausgegangen werden.

	Auto.	Komp.	Soz. E.
Autonomie	1.000	0.705**	0.450**
Kompetenz	0.705**	1.000	0.476**
Soziale Eingebundenheit	0.045**	0.476**	1.000

Tab. 6.4: Faktorinterkorrelationen (Spearman) der Basic Needs, ** $p < 0.01$ (zweiseitig)

Gemäss der Selbstbestimmungstheorie ist das Erleben von Autonomie eine Voraussetzung für das Kompetenzerleben (Krapp, 2005), die beiden Bedürfnisse sollten aus theoretischer Warte in einem engen Verhältnis stehen. Die vorliegenden Daten bestätigen dies mit einer starken zweiseitigen Korrelation nach Spearman ($r_S = 0.705$, $p < 0.01$, $n = 52$). Damit handelt es sich nach Cohen um einen starken Effekt. Die Interkorrelation Autonomie-Eingebundenheit ist mit $r_S = 0.450$ ($p < 0.01$, $n = 52$) gerade noch stark, diejenige von Kompetenz-Eingebundenheit ($r_S = 0.476$, $p < 0.01$, $n = 52$) entspricht nach Cohen (1988) einem mittleren Effekt.

Zusammenfassend kann vermerkt werden, dass das Arbeiten mit der *KLU* «Schatzinsel» das Erleben aller drei psychologischen Grundbedürfnisse zu unterstützen scheint. Dieses Erleben ist unabhängig von den Variablen Geschlecht, Alter/Schulklasse und Schulort. Zudem wurde festgestellt, dass die drei Grundbedürfnisse miteinander korrelieren, wobei der Zusammenhang zwischen den Grundbedürfnissen *Autonomie* und *Kompetenz* in Übereinstimmung mit der Theorie am stärksten ausfällt.

6.2 Interesse und Motivation

6.2.1 Individuelles und situationales Interesse

Dieses Unterkapitel beschreibt das individuelle (Fach-)Interesse an Mathematik und das durch äussere Anregungsbedingungen ausgelöste situationale Interesse der Untersuchungsteilnehmenden an der *KLU* «Schatzinsel». Dazu werden zunächst die deskriptiven Werte berechnet, beschrieben und auf Tendenzen hinsichtlich der unabhängigen Variablen analysiert. Anschliessend werden die Werte für das individuelle und das situationale Interesse miteinander verglichen und auf Zusammenhänge untersucht.

Reliabilität Interesse

Die interne Konsistenz für das Fachinteresse weist mit einem Cronbach $\alpha=0.922$ einen guten Wert auf, welcher im Bereich des angegebenen Werts der Pythagoras-Studie (0.91) liegt. Auch der Wert für das individuelle Interesse an «Schatzinsel» ist mit 0.870 gut: Als Vergleich kann Beumanns Arbeit hinzugezogen werden, welche Werte von 0.789 und 0.835 ausweist (Beumann, 2017).

	Zeitpunkt	Anz. Items	Cronbach's α
Fachinteresse Mathematik	pre	8	0.922
Situatives Interesse Schatzinsel	post	8	0.870

Tab. 6.5: Interne Konsistenz Interesse

Individuelles Interesse an Mathematik

Die Mittelwerte der vier Subskalen des individuellen Interesses (Anreiz, Nützlichkeit, Wichtigkeit und Freude) am Fach Mathematik unterscheiden sich mit 1.94 - 2.09 (bei Skalenwerten von 0 - 3) jeweils nur unwesentlich voneinander. Dasselbe gilt für die Standardabweichungen von 0.77 - 0.99. Durch Mittelwertbildung wurden die vier Subskalen zur Gesamtskala Fachinteresse Mathematik zusammengefasst. Deren Mittelwert fällt mit 2.02 gut drei Zehntel höher aus als es Beumann (2017) in ihrer Studie zu mathematischen Schülerexperimenten ausgewiesen hat. Dieser Wert kann als Hinweis auf ein grundsätzlich intaktes individuelles Interesse der an der Untersuchung beteiligten Schüler am Fach Mathematik gedeutet werden. Die Standardabweichung des individuellen Fachinteresses ist mit 0.78 vergleichbar mit Beumanns Wert von 0.74 (vgl. Tab. 6.6).

Individuelles Interesse	N	Min.	Max.	MW	SD
Anreiz Mathematik	52	0.00	3.00	2.04	0.77
Nützlichkeit Mathematik	52	0.00	3.00	2.02	0.85
Wichtigkeit Mathematik	52	0.50	3.00	2.09	0.84
Freude Mathematik	52	0.00	3.00	1.94	0.99
Individuelles Interesse am Fach Mathematik	52	0.13	3.00	2.02	0.78

Tab. 6.6: Deskriptive Statistik des individuellen Interesses am Fach Mathematik

Die Untersuchung der Daten des individuellen Interesses hinsichtlich der verschiedenen unabhängigen Variablen weisen mit Ausnahme der Variable Geschlechts keine Auffälligkeiten auf. Die deskriptive Statistik nach Geschlecht weist auf die Möglichkeit eines geschlechtsspezifischen Unterschieds hin, beträgt doch die Differenz der beiden Mittelwerte 0.43, dies bei jeweils beinahe identischer Standardabweichung (vgl. Tab. 6.7).

Individuelles Interesse nach Geschlecht	N	Min.	Max.	MW	SD
Mädchen	24	0.13	2.88	1.79	0.75
Knaben	28	0.38	2.63	2.22	0.76

Tab. 6.7: Deskriptive Statistik des individuellen Interesses nach Geschlecht

Da die Bedingungen für einen t-Test nicht erfüllt sind (keine Normalverteilung), wird mit dem Mann-Whitney-U-Test überprüft, ob die zentralen Tendenzen der beiden Teilstichproben verschieden sind. Mit einem z-Wert von $z = -2.338$ mit $p = 0.019$ erweist sich der Unterschied im individuellen Interesse der beiden Geschlechter als signifikant. Die Mädchen ($Mdn = 1.88$) bezeugen ein geringeres individuelles Interesse am Fach Mathematik als die Knaben ($Mdn = 2.63$). Die Effektstärke nach Cohen (1992) beträgt $r = 0.32$, was einem mittleren Effekt entspricht (vgl. Boxplot in Abb. 6.7).

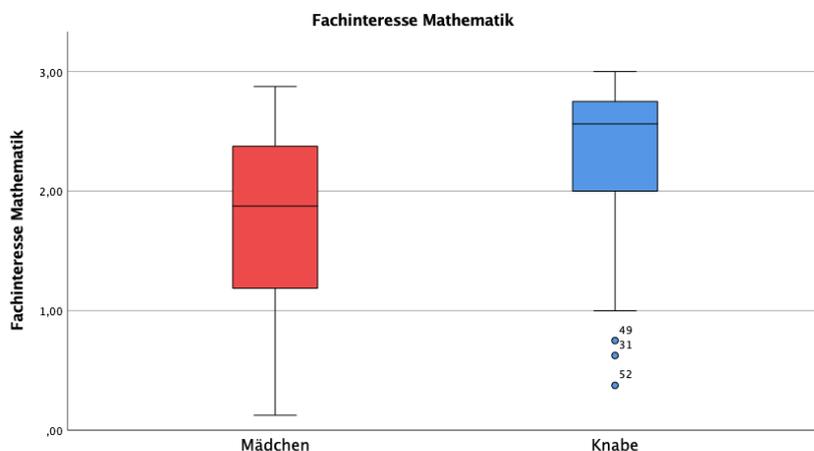


Abb. 6.7: Individuelles Interesse von Mädchen ($Mdn=1.88$) und Knaben ($Mdn=2.63$)

Situationales Interesse an «Schatzinsel»

Analog zum individuellen Interesse am Fach Mathematik wurden die vier Subskalen des situationalen Interesses durch Mittelwertbildung zur Skala situationales Interesse an «Schatzinsel» zusammengefasst. Der entsprechende Mittelwert von 2.48 fällt mit einer Standardabweichung von 0.47 recht hoch aus und liegt um knapp vier Zehntel höher als bei Beumanns Untersuchung mathematischer Schülerexperimente (2.09 bei identischer Skalierung). Dieser hohe Wert resultiert in erster Linie aus der Zustimmung zu den Subskalen Anreiz (2.71) und Freude (2.65), wurde doch das Arbeiten mit der kooperativen Lernumgebung grossmehrheitlich als «spannend» und «Freude bereitend» beurteilt (vgl. Tab. 6.8).

Situationales Interesse	N	Min.	Max.	MW	SD
Anreiz Schatzinsel	52	1.50	3.00	2.71	0.42
Nützlichkeit Schatzinsel	52	1.00	3.00	2.36	0.61
Wichtigkeit Schatzinsel	52	0.50	3.00	2.21	0.61
Freude Schatzinsel	52	1.00	3.00	2.65	0.53
Situationales Interesse an Schatzinsel	52	1.13	3.00	2.48	0.47

Tab. 6.8: Deskriptive Statistik des situationalen Interesses an «Schatzinsel»

Auch die Daten des situationalen Interesses wurden hinsichtlich der unabhängigen Variablen untersucht. Im Gegensatz zum individuellen Interesse sind beim situationalen Interesse keine geschlechtsspezifischen Unterschiede feststellbar. Das kurzfristige Interesse am Arbeiten mit der *KLU* «Schatzinsel» ist bei den Mädchen und Knaben in der catch-Phase (Mitchell 1993, vgl. Kap. 3.1.2) des situationalen Interesses gleichermassen hoch.

Individuelles und situationales Interesse im Vergleich

Das durch äussere Anregungsbedingungen ausgelöste situationale Interesse an der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» fällt höher aus als am Fach Mathematik selbst (vgl. Tab. 6.9 und Boxplot Abb. 6.8).

Vergleich Interesse	N	Min.	Max.	MW	SD
individuelles Interesse	52	0.13	3.00	2.02	0.78
situationales Interesse	52	1.13	3.00	2.48	0.47

Tab. 6.9: Vergleich individuelles und situationales Interesse

Da wiederum keine Normalverteilung vorliegt und aufgrund der Interessentheorie (vgl. 3.1.2) davon ausgegangen werden kann, dass die beiden Variablen des individuellen und

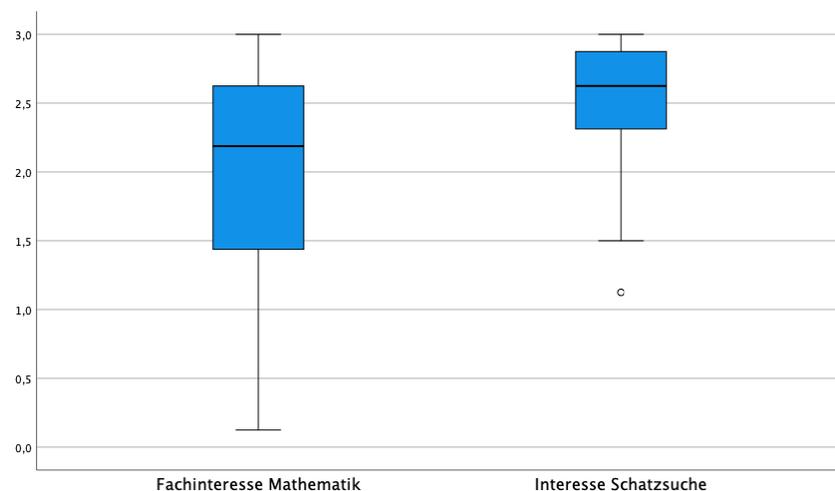


Abb. 6.8: Boxplot individuelles (Mdn=2.19) und situationales (Mdn=2.63) Interesse

des situationalen Interesses nicht unabhängig sind, kommt für die Signifikanzprüfung der Wilcoxon-Test für abhängige Stichproben zur Anwendung. Mit einem z-Wert von $z=-4.205$ und dem zugehörigen $p<0.001$ ist der Unterschied zwischen dem Fachinteresse (Mdn=2.19) und dem situationalen Interesse an «Schatzinsel» (Mdn=2.63) signifikant (vgl. Abb. 6.8). Die Effektstärke liegt bei $r=0.583$ und entspricht nach Cohen (1988) einem starken Effekt.

Das Streudiagramm der beiden Variablen Fachinteresse Mathematik und situationales Interesse Schatzinsel lässt auf einen linearen Zusammenhang schließen (vgl. Abb. 6.9).

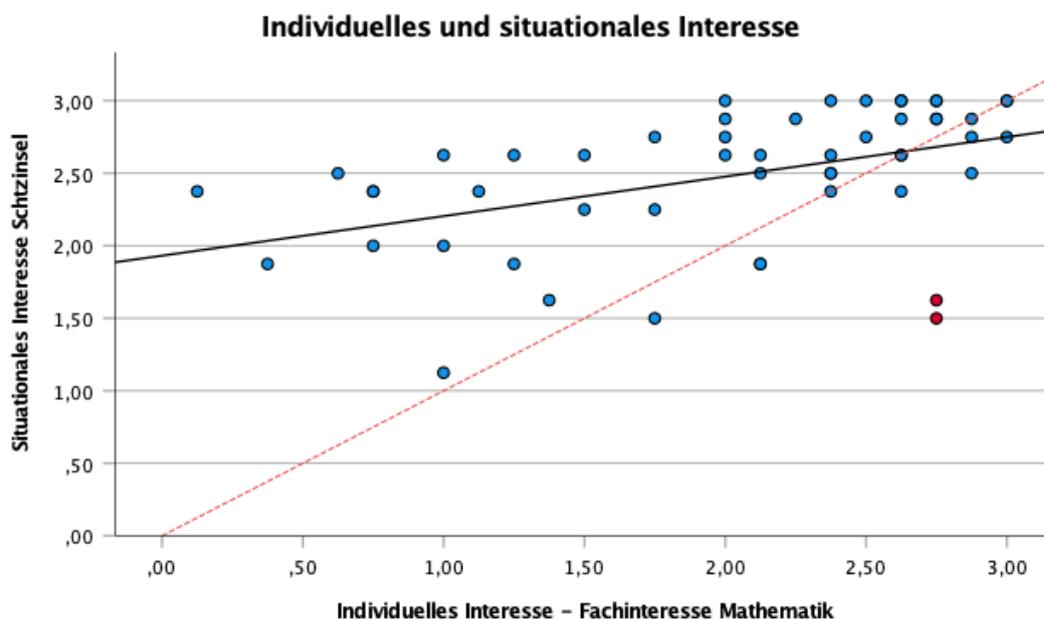


Abb. 6.9: Streuung und Regression: Individuelles und situationales Interesse mit Regressionsgerade (-) und $y=x$ (-)

Auffallend sind im Streudiagramm zwei Ausreisser (rot markiert), welche ihr Fachinteresse deutlich höher taxieren als ihr Interesse an «Schatzinsel». Aufgrund von Nachbesprechungen mit einzelnen Gruppen liegt die Vermutung nahe, dass es sich bei diesen Ausreissern um eine leistungsstarke Schülerin und einen starken Schüler handelt, welche das Prinzip von «Schatzinsel» schnell durchschauten und den Spielverlauf als eher schleppend empfanden. Da in der vorliegenden Untersuchung keinerlei Leistungs-Noten erhoben wurden, kann jedoch auf diese Vermutung in diesem Rahmen nicht eingegangen werden.

Um die Stärke des Zusammenhangs zwischen dem Fachinteresse und dem Interesse an «Schatzinsel» zu beurteilen, wird aufgrund der fehlenden Normalverteilung der Rangkorrelationstest nach Spearman angewandt. Mit einem Rangkorrelationskoeffizienten von $r=0.530$ und einem p-Wert <0.01 ist die positive Korrelation statistisch signifikant. Dabei handelt es sich nach Cohen (1988) um einen starken Effekt. Die beiden Variablen stehen in einer, starken, gleichsinnigen Beziehung.

	Fachinteresse Mathematik	Interesse Schatzinsel
Fachinteresse Mathematik	1.00	0.530**
Interesse Schatzinsel	0.530**	1.00

Tab. 6.10: Rangkorrelation Interesse, ** $p<0.01$ (zweiseitig)

Das Hauptergebnis dieses Unterkapitel ist, dass das situationale Interesse an der Arbeit mit der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» höher ausfällt als das individuelle Interesse am Fach Mathematik. Gemäss dem Vier-Phasen-Modell der Interessensentwicklung von Hidi und Renninger (2006) ist gewecktes und aufrechterhaltenes situationales Interesse eine Voraussetzung für den Aufbau eines *gut entwickelten individuellen Interesses*. Die *KLU* «Schatzinsel» scheint das Potenzial zu haben, zur Realisierung dieser notwendigen Voraussetzung beitragen zu können.

6.2.2 Motivation

In diesem Unterkapitel wird aufgezeigt, welche Formen der Motivation die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler dem gewohnten Mathematikunterricht und dem Arbeiten mit der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» zuschreiben. Von besonderem Interesse ist, ob sich die Ausprägungen der erhobenen Motivationsformen für den Mathematikunterricht und für die kooperative Lernumgebung unterscheiden und ob Zusammenhänge zwischen einzelnen Formen der Motivation auftreten.

Reliabilität Motivation

Die Reliabilitätsanalyse der Motivationsformen fällt ernüchternd aus. Lediglich für die Skala der externalen Motivation kann mit 0.800 (Mathematik) und 0.823 (Schatzinsel) eine sehr gute interne Konsistenz ausgewiesen werden. Gut sind die Werte für die Skala Motivation intrinsisch (0.734 und 0.706), welche zwischen den Werten der Untersuchung von Beumann (2017) und denjenigen der Pythagoras-Studie liegen. Die Reliabilität der Skala der introjizierten Motivation ist für das Fach Mathematik zufriedenstellend (0.688), für Schatzinsel jedoch mangelhaft (0.529). Als teilweise mangelhaft (Skala amotiviert) und gar als inakzeptabel muss die interne Konsistenz der Skala der identifizierten Motivation beurteilt werden. Die entsprechenden Werte sind durchwegs deutlich schlechter als die der Pythagoras-Studie und bei Beumann.

Reliabilität Motivation (interne Konsistenz)	Anzahl Items	Cronbach's α Mathematik	Cronbach's α Schatzinsel
intrinsisch	4	0.734	0.711
identifiziert	2	0.178	0.460
introjiziert	3	0.688	0.529
external	2	0.800	0.823
amotiviert	4	0.600	0.571

Tab. 6.11: Interne Konsistenz Motivationsformen Mathematik und «Schatzinsel»

Da die verwendeten Skalen sich in verschiedenen Studien bewährt haben, wurde versucht, durch das Weglassen einzelner Items die interne Konsistenz auf ein akzeptables Niveau zu bringen, was jedoch nicht gelang. Aufgrund der Kürze einiger der Skalen und aufgrund des geringen Stichprobenumfangs (N=52) wurde die Homogenität der Stichprobe untersucht. Die inakzeptablen Reliabilitätswerte der Skala der identifizierten Motivation resultieren aus einigen Datensätzen aus Uerkheim.

Als Konsequenz dieser nicht vorhandenen internen Konsistenz werden in dieser Arbeit keine belastbaren Aussagen zur identifizierten Motivation gemacht.

Motivationsformen Fach Mathematik

Für das Fach Mathematik resultiert mit einem Mittelwert $M=2.15$ bei einer Standardabweichung $SD=0.61$ die stärkste Ausprägung für die introjiziert regulierte Form der extrinsischen Motivation. 36 von insgesamt 52 Teilnehmenden wiesen für die introjizierte Motivation einen Wert von 2.00 - 3.00 (auf der Skala von 0 bis 3) aus, deren 11 stimmten mit 3.00 gar vollumfänglich zu. Diese eher fremdbestimmte Motivation von zwei Drittel der Schülerinnen und Schüler im Fach Mathematik basiert gemäss dem Konzept des Kontinuums der Selbstbestimmung der Motivation von Ryan und Deci (2000) auf der Vermeidung von Schuld und Scham (vgl. Kap. 3.2.1).

Motivationsformen Mathematik	N	Min.	Max.	M	SD	Mdn
intrinsisch	52	0.75	3.00	1.95	0.61	2.00
introjiziert	52	0.33	3.00	2.15	0.67	2.33
external	52	0.00	3.00	1.37	0.97	1.50
amotiviert	52	0.00	2.50	0.57	0.55	0.50

Tab. 6.12: Deskriptive Statistik Motivationsformen Fach Mathematik

Insgesamt 31 der 52 Teilnehmenden äussern sich mit Zustimmungswerten von 2.00 - 3.00 als intrinsisch motiviert am Mathematikunterricht teilzunehmen ($M=1.95$, $SD=0.61$). Dieser Mittelwert liegt um drei Zehntel höher als der Wert intrinsisch pre in der Untersuchung zu mathematischen Schülerexperimenten von Beumann (2017). Deutlich weniger ausgeprägt fallen die entsprechenden Werte für die am wenigsten selbstbestimmt regulierte Form der extrinsischen Motivation, die externale Motivation, aus ($M=1.37$, $SD=0.97$). Am geringsten ausgeprägt ist die Amotivation ($M=0.57$, $SD=0.55$). Nur zwei Teilnehmende bezeichnen sich mit je einem Wert von 2.00 respektive von 2.50 als gegenüber dem Mathematikunterricht als amotiviert (vgl. Tab. 6.12). Der Mittelwert der Amotivation liegt um rund zwei Zehntel niedriger als derjenige in Beumanns Studie.

Von Aussagen zu den Werten der identifizierten Motivation muss an dieser Stelle aus Reliabilitätsgründen (vgl. Tab. 6.11) abgesehen werden.

Motivationsformen Schatzinsel

Auch hinsichtlich der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» ist die introjizierte Motivation ($M=2.35$, $SD=0.60$) die am stärksten ausgeprägte Motivationsform. Beinahe ebenso hoch fällt die Zustimmung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer zur intrinsischen Motivation mit einem Mittelwert $M=2.24$ bei einer Standardabweichung $SD=0.53$ aus. Dieser

Wert übersteigt denjenigen aus Beumanns Untersuchung um vier Zehntel. Wenig ausgeprägt scheint hingegen die external regulierte Form der extrinsischen Motivation zu sein ($M=1.10$, $SD=0.97$).

Der Mittelwert der Amotivation fällt mit $M=0.30$ bei einer verwendeten Skala von 0 bis 3 tief aus. Lediglich ein Schüler äussert sich mit einem Wert von 1.75 als eher amotiviert, einundzwanzig der Teilnehmenden taxieren die Amotivation mit 0.25 - 1.00 und deren einunddreissig verneinen mit einem Wert von 0.00 (*stimmt nicht*) Amotivation beim Arbeiten mit der *KLU* «Schatzinsel» (vgl. Tab. 6.13).

Motivationsformen Schatzinsel	N	Min.	Max.	M	SD	Mdn
intrinsisch	52	0.75	3.00	2.24	0.53	2.25
introjiziert	52	0.67	3.00	2.35	0.60	2.50
external	52	0.00	3.00	1.10	0.97	1.00
amotiviert	52	0.00	1.75	0.30	0.42	0.00

Tab. 6.13: Deskriptive Statistik Motivationsformen Schatzinsel

Aus Reliabilitätsgründen (vgl. Tab. 6.11) werden hier ebenfalls keine Aussagen zur identifizierten Motivation beim Arbeiten mit der *KLU* gemacht.

Motivationsformen - Zusammenhänge und Unterschiede

Weil die deskriptiven Statistiken der verschiedenen Motivationsformen hinsichtlich des Fachs Mathematik im allgemeinen und der kooperativen Lernumgebung im speziellen jeweils recht ähnlich ausfallen (vgl. Tab. 6.12, 6.13), wurden die Motivationsformen einer Rangkorrelationsanalyse nach Spearman unterzogen. Deren Resultate sind der Tab. 6.14 entnehmbar.

Korrelationen		r	p	n
Motivation intrinsisch Fach Mathematik	Motivation intrinsisch Schatzinsel	0.555	0.001 ***	52
Motivation introjiziert Fach Mathematik	Motivation introjiziert Schatzinsel	0.685	0.013 *	52
Motivation external Fach Mathematik	Motivation external Schatzinsel	0.528	0.001 ***	52
Motivation amotiviert Fach Mathematik	Motivation amotiviert Schatzinsel	0.528	0.001 ***	52

Tab. 6.14: Korrelationen innerhalb der Motivationsformen (Spearman),
*** $p < 0.001$, * $p < 0.05$ (zweiseitig)

Für alle vier Motivationsformen liegt jeweils ein linearer, gleichsinniger Zusammenhang zwischen den entsprechenden Ausprägungen für das Fach Mathematik und für die kooperative Lernumgebung vor. Die Korrelationen sind sowohl für die intrinsische und die externale Motivation, als auch für die Amotivation auf dem 0.001-Niveau signifikant (zweiseitig). Für die introjizierte Motivation liegt das Signifikanzniveau bei 0.05. Alle Korrelationskoeffizienten liegen über dem Wert von 0.5, was gemäss der Einteilung von Cohen (1988) einem starken Effekt entspricht.

Die Berechnung der Interkorrelationen der verschiedenen Motivationsformen für das Fach Mathematik führt zu vergleichbaren Ergebnissen wie diejenige für die *KLU* «Schatzinsel». Wie theoretisch zu erwarten, korreliert jeweils die intrinsische Motivation sowohl im Mathematikunterricht ($r=-0.495$) als auch beim Arbeiten mit «Schatzinsel» ($r=-0.475$) auf dem 0.01-Niveau signifikant negativ mit der Amotivation (mittlere Effekte gemäss Cohen, 1988).

Starke Effekte resultieren für die jeweils gleichsinnigen Korrelationen von $r=0.527$ (Mathematik) und $r=0.526$ (Schatzinsel) zwischen der intrinsisch und der introjiziert regulierten Form der extrinsischen Motivation (vgl. Tab. 6.15 und 6.16).

Motivation Mathematik	intrinsisch	introjiziert	external	amotiviert
intrinsisch	1	0,527**	-0.024	-0.492**
introjiziert	0.527**	1	-0.197	-0.523**
external	-0.024	-0.197	1	0.273
amotiviert	-0.492**	-0.523**	0.273	1

Tab. 6.15: Korrelationen Motivationsformen Mathematik, ** $p<0.01$ (zweiseitig)

Motivation Schatzinsel	intrinsisch	introjiziert	external	amotiviert
intrinsisch	1	0,526**	-0.165	-0.475**
introjiziert	0.526**	1	-0.163	-0.312*
external	-0.165	-0.163	1	0.283*
amotiviert	-0.475***	-0.312*	0.283*	1

Tab. 6.16: Korrelationen Motivationsformen Schatzinsel, ** $p<0.01$, * $p<0.05$ (zweiseitig)

Im folgenden Abschnitt wird nun versucht, die Forschungsfrage nach Unterschieden der Motivation am Fach Mathematik und der Motivation an der Arbeit mit der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» zu beantworten.

Der Blick auf die beiden Tabellen der deskriptiven Statistiken der Motivationsformen (vgl. Tab. 6.12 und 6.13 sowie Abb. 6.10) zeigt, dass die numerisch grössten Unterschiede zwischen dem motivationalen Erleben des Fachs Mathematik respektive der Arbeit mit der

kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» an den jeweiligen Enden des Motivationskontinuums nach Ryan und Deci (2000) auftreten. Der Mittelwert der intrinsischen Motivation liegt für die kooperative Lernumgebung «Schatzinsel» ($M=2.24$) um knapp drei Zehntel höher als für das Fach Mathematik ($M=1.95$), die Grösse des Unterschieds entspricht etwa der Hälfte der beiden Standardabweichungen.

Gerade umgekehrt verhält es sich mit der Amotivation, für welche der Mittelwert von «Schatzinsel» ($M=0.30$) knapp drei Zehntel tiefer zu liegen kommt als der entsprechende Wert für das Fach Mathematik ($M=0.57$). Weniger ausgeprägt sind die Differenzen der Mittelwertsunterschiede der introjizierten und der externalen Motivation im Rahmen von knapp zwei Zehnteln (vgl. Abb. 6.10).

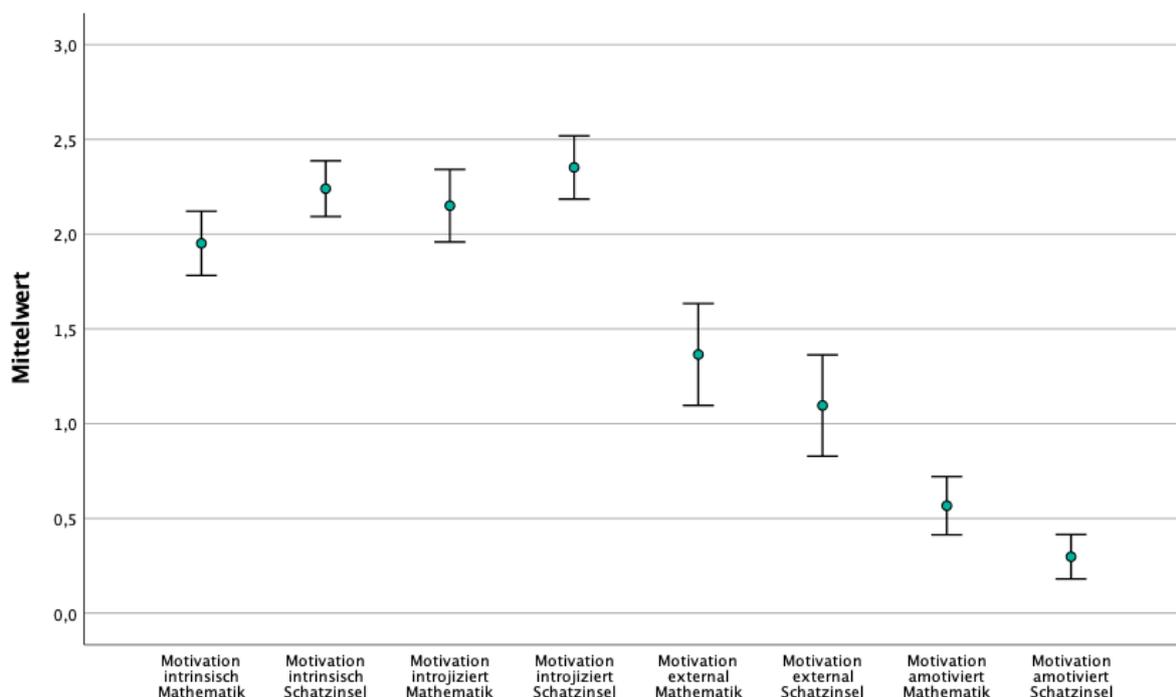


Abb. 6.10: Vergleich Motivationsformen (Konfidenzintervall der Fehlerbalken: 0.95)

Sowohl der Kolmogorov-Smirnov-Test als auch der Shapiro-Wilk-Test zeigen, dass für die Daten der verschiedenen Motivationsformen jeweils keine Normalverteilung vorliegt. Deshalb kam für die Signifikanzprüfung der Mittelwertsunterschiede anstelle des t-Testes der nicht parametrische Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben zur Anwendung.

Die intrinsische Motivation der an der Untersuchung teilnehmenden Schülerinnen und Schüler erweist sich beim Arbeiten mit der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» ($M=2.24$) als signifikant höher ($p<0.001$) als im gewohnten Mathematikunterricht ($M=1.95$). Die Effektstärke liegt bei $r = 0.460$ und entspricht nach Cohen (1988) einem starken Effekt (vgl. Tab. 6.17). Ebenfalls signifikant auf dem 0.01-Niveau ($p<0.001$) ist der Unterschied

von 0.27 der beiden Mittelwerte der Amotivation, wobei die Effektstärke $r=0.522$ einem starken Effekt entspricht. Auch die jeweiligen Unterschiede zwischen den beiden Ausprägungen der introjizierten Motivation und der externalen Motivation sind signifikant, dies auf 0.05-Niveau und bei jeweils mittleren Effektstärken (vgl. Tab. 6.17)

Wilcoxon-Test		Z-Wert	p	Effektstärke
Motivation intrinsisch Fach Mathematik	Motivation intrinsisch Schatzinsel	-3.317	0.001 **	0.460
Motivation introjiziert Fach Mathematik	Motivation introjiziert Schatzinsel	-2.48	0.013 *	0.344
Motivation external Fach Mathematik	Motivation external Schatzinsel	-2.000	0.046 *	0.277
Motivation amotiviert Fach Mathematik	Motivation amotiviert Schatzinsel	-3.762	0.001 **	0.522

Tab. 6.17: Signifikanz der Unterschiede innerhalb der Motivationsformen, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$ (zweiseitig)

Zusammenfassend kann einerseits festgehalten werden, dass die Werte innerhalb der gleichen Motivationsform für das Fach Mathematik und das Arbeiten mit «Schatzinsel» jeweils korrelieren. Wer die intrinsische Motivation am Fach Mathematik positiv bewertet, arbeitet tendenziell auch intrinsisch motiviert an «Schatzinsel» und umgekehrt.

Andererseits unterscheiden sich trotz dieser Korrelationen insbesondere die Mittelwerte der intrinsischen Motivation als auch die Mittelwerte der Amotivation signifikant auf 0.01-Niveau. Die Schülerinnen und Schüler taxieren ihre intrinsische Motivation beim Arbeiten mit der kooperativen Lernumgebung höher als diejenige im normalen Fachunterricht. Dementsprechend fällt die Amotivation bei «Schatzinsel» geringer aus. Auch die Unterschiede zwischen den Mittelwerten der introjizierten als auch der externalen Motivation sind jeweils signifikant.

Kapitel 7

Diskussion und Ausblick

Im abschliessenden Kapitel werden die Ergebnisse aus Kapitel 6 zusammengefasst, diskutiert und zur Theorie der beiden Kap. 2 und 3 in Beziehung gesetzt, wobei auch auf die Limitierungen dieser Untersuchung eingegangen wird. Analog zum Aufbau des vorangegangenen Kapitels setzt sich der erste Teil mit dem Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse beim Arbeiten mit der kooperativen Lernumgebung auseinander. Im zweiten Teil wird versucht, die Ergebnisse hinsichtlich des Interesses und der Motivation an «Schatzinsel» in einen grösseren Rahmen zu stellen. Das Kapitel schliesst mit einer persönlichen Einordnung der Ergebnisse, der gemachten Erfahrungen und einigen weiterführenden Gedanken.

7.1 Diskussion der Ergebnisse

Da *KLU* bislang kaum fachdidaktisch oder psychologisch beforscht wurden, hat diese Untersuchung explorativen Charakter. Sie bezweckt, aufgrund lediglich je einer einzelnen Intervention erste Aussagen zum kurzfristigen motivationalen Erleben der Schüler beim Arbeiten mit einer *KLU* unter Bedingungen des regulären Unterrichts zu machen. Die Rahmenbedingungen der Feldstudie erlaubten es organisatorisch nicht, das in anderen Untersuchungen bewährte Untersuchungsinstrument in einer Erprobungsklasse vorgängig auszutesten. So konnte der Autor die in der späteren Auswertung aufgetretenen statistischen Unschönheiten nicht antizipieren. Die festgestellten Deckeneffekte und die z.T. inakzeptablen internen Konsistenzen finden folglich Eingang in die Diskussion der einzelnen Ergebnisse.

7.1.1 Psychologische Grundbedürfnisse

Aufgetretene Deckeneffekte

Die Untersuchungsteilnehmenden berichten mit Mittelwerten um 2.50 (auf der Skala von 0 bis 3) von einem ausgeprägten Erleben für alle drei psychologischen Grundbedürfnisse. Diese starke Zustimmung übersteigt die mit demselben Instrument erhobenen Werte der zum Vergleich beigezogenen Arbeiten von Beumann (2017) oder von Willems (2011) um drei bis fünf Zehntel. Diese hohen Werte sind das Resultat eines Deckeneffekts, erfüllen doch 9 der 13 verwendeten Items die Kriterien eines Deckeneffekts (vgl. Hirsig 2006). Weder Beumann noch Willems berichten in ihren Arbeiten über auftretende Deckeneffekte. Als mögliche Ursachen für das Auftreten des Deckeneffekts stehen für den Verfasser mehrere, im Nachgang kaum mehr zu überprüfende Vermutungen zur Diskussion:

- **Erprobungssituation:** Die Situation ist für die Kinder speziell. Sie zeigen sich hinsichtlich Engagement und Sozialverhalten vorbildlich, was sich im Erleben von Kompetenz und sozialer Eingebundenheit positiv niederschlagen kann.
- **Klassenlehrperson:** Die Klassenlehrerinnen sind bezüglich kooperativer Lernformen sehr offen und bieten ihren Kindern im Unterricht entsprechende Lerngelegenheiten im Bereich der kooperativen Kompetenzen.
- **Vorhandene kooperative Fähigkeiten der Schüler:** Während den Interventionen gemachte, subjektive Beobachtungen weisen darauf hin, dass die Mehrheit der Schüler über das von Green und Green (2005, 2018) geforderte Mindestmass der für ein effektives *KL* vorausgesetzten kooperativen Fähigkeiten zu verfügen scheint.
- **Erprober:** Der die Intervention «Schatzinsel» durchführende Erprober konnte durch gelungene Inszenierungen die Schüler begeistern und unterstützte durch sein Lehrerverhalten das Erleben der Grundbedürfnisse aktiv.

Eine nur vierstufige Skala der Items kann zudem zu vollständiger Zustimmung oder Ablehnung verleiten. Im Rückblick wäre es deshalb wohl angebracht gewesen, mit einer Voruntersuchung das in anderen Studien bewährte Instrument im Setting mit einer Erprobungsklassen hinsichtlich potenzieller Deckeneffekte auszutesten und eventuell die Anwendung einer sechsstufigen Skala in Betracht zu ziehen.

Das Auftreten der Deckenwerte ist zwar unschön, da es aber bei fehlender Normalverteilung entsprechende nicht-parametrischen Verfahren gibt, sind trotzdem weiterführende Unterschieds- und Zusammenhangsanalysen für die betroffenen Variablen möglich.

Autonomie und Kompetenz

Der auf Basis der Selbstbestimmungstheorie zu erwartende Zusammenhang zwischen dem Autonomie- und dem Kompetenz-Erleben (Krapp 2005; Beumann 2017) konnte mit der vorliegenden Untersuchung mit der *KLU* «Schatzinsel» bestätigt werden. Da die Ergebnisse für das Autonomie- und das Kompetenz-Erleben grosse Ähnlichkeiten aufweisen, werden sie im folgenden gemeinsam diskutiert.

Die Untersuchungsteilnehmenden berichten von einem starken Erleben von Autonomie ($M=2.49$) und von Kompetenz ($M=2.35$) beim Arbeiten mit der *KLU* «Schatzinsel». Obwohl sich das Autonomie-Erleben als auch das Kompetenz-Erleben von Mädchen und Knaben statistisch nicht unterscheiden (vgl. Kap. 6.1), kann das stärkere Auftreten des Deckeneffekts bei beiden Grundbedürfnissen bei den Knaben als Hinweis interpretiert werden, dass sich Knaben häufiger als *sehr autonom* und *sehr kompetent* erlebt haben als die Mädchen. Dies deckt sich mit während der Erprobungen gemachten subjektiven Beobachtungen, dass bei der Bearbeitung von «Schatzinsel» in gemischt-geschlechtlichen Gruppen oftmals (jedoch nicht ausschliesslich) Knaben die Führung innerhalb der kooperativen Gruppen übernahmen und somit auch Autonomie für sich selber beanspruchten.

Für weiterführende Untersuchungen hinsichtlich der geschlechtsspezifischen Wahrnehmung des Autonomie- und Kompetenz-Erlebens beim Arbeiten mit *KLU*, würde sich für die Zusammensetzung der einzelnen kooperativen Gruppen eine zusätzliche unabhängige Variable (*geschlechtsgemischt* - *geschlechtergetrennt*) aufdrängen, was allerdings einen bedeutend grösseren Stichprobenumfang bedingen würde. Zudem könnte mit den Mitteln der Interaktionsanalyse (vgl. Krummheuer 2011) untersucht werden, ob sich Unterschiede zwischen den Geschlechtern in der Anwendung der verschiedenen Kooperationshandlungen nach Lange (2014) und Naujok (2000) manifestieren und ob Zusammenhänge zwischen den beobachtbaren Kooperationshandlungen und dem Erleben von Autonomie und Kompetenz bestehen.

Soziale Eingebundenheit

Besonders ausgeprägt wurde in allen vier teilnehmenden Klassen die soziale Eingebundenheit erlebt ($M = 2.63$). Inwiefern dieses starke Erleben der Eingebundenheit Ausdruck eines vorhandenen und funktionierenden Sozialgefüges innerhalb der Klassen ist und resp. oder durch die der Lernumgebung «Schatzinsel» zugrunde liegenden kooperative Arbeitsweise unterstützt wurde, kann mittels des verwendeten Untersuchungsinstruments nicht beurteilt werden. Dasselbe gilt für den allfälligen Einfluss der in einzelnen

der Erprobungsklassen z.T. vorhandenen Vorerfahrungen mit kooperativen Mathematik-Lernumgebungen.

Dass kein einziges der an der Untersuchung teilnehmenden Kinder sein Erleben der sozialen Eingebundenheit auf der Skala von 0 bis 3 mit einem Mittelwert kleiner als 1.60 ausweist, legt nahe, dem Arbeiten mit der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» unterstützende Wirkung hinsichtlich des Erlebens sozialer Eingebundenheit zuzuschreiben. In diesem Zusammenhang wäre es von Interesse zu untersuchen, ob sich dieses Erleben auch im Erreichen der sozialen Zielsetzungen des schulischen Unterrichts (Borsch 2019) beim *KL* niederschlägt.

7.1.2 Interesse und Motivation

Individuelles und situationales Interesse

Die im Rahmen des Vortests erhobenen Werte für das *individuelle Interesse* (Fachinteresse Mathematik) zeugen von einem grundsätzlich intakten Interesse der meisten Untersuchungsteilnehmenden am Fach Mathematik. Der ausgewiesene signifikante Unterschied im individuellen Interesse der Mädchen und der Knaben steht in Übereinstimmung mit Aussagen und Ergebnissen anderer Autoren. Budde berichtet ohne Quellenangaben von einem geringeren Fachinteresse der Mädchen beim Eintritt in die 5. Klasse (Budde, 2008, 29) und verweist auf die PISA-Studien, welche wiederholt eine starke Ausprägung der Interessensdifferenz zwischen den Geschlechtern in Deutschland und in der Schweiz dokumentierten. Bergmann weist in seiner Dissertation (N=397) in Klassenstufe 5 ein geringeres Mathematikinteresse der Mädchen aus (Bergmann, 2020, 197). Die Ursachen der geschlechtstypischen Interessensdifferenz im Fach Mathematik verorten Lazarides und Ittel in erster Linie im Elternhaus und in der wahrgenommenen Unterstützung durch die Mathematik-Lehrperson (Lazarides und Ittel, 2011, 319).

Aufgrund der starken Zustimmung zu den Subskalen Anreiz und Freude fällt der Mittelwert des *situationalen Interesses* an «Schatzinsel» signifikant höher aus als der entsprechende Wert des *individuellen Interesses* (vgl. Kap. 6.2.1). Inwiefern dieses Resultat seine Ursache in der Konzeption der *KL*U «Schatzinsel» hat oder der speziellen Situation, dass ein fremder (für einige der Erprobungsklassen gar aus dem Ausland kommender) Erprober die Kinder mit einer für sie neuartigen Lernumgebung unterrichtet oder anderen Ursachen zuzuschreiben ist, kann kaum beurteilt werden.

Im Gegensatz zum individuellen Interesse ergeben sich im Rahmen dieser Untersuchung mit der *KL*U «Schatzinsel» keine geschlechtsspezifischen Befundmuster für das situa-

tionale Interesse. Dies deckt sich mit Ergebnissen der Studien von Tsai u. a. (2008) in den Fächern Mathematik, Deutsch und zweite Fremdsprache oder von Willems im Fach Mathematik (Willems, 2022, 384). Letztere zeigt zudem, dass Schülerinnen und Schüler mit einem vorwiegend situational interessierten Profil den Mathematikunterricht positiver wahrnehmen als solche mit einem fachspezifisch interessierten Profil (Willems, 2022, 394-395).

Das Vier-Phasen-Modell der Interessensentwicklung von Hidi und Renninger (2006) propagiert gewecktes und aufrechterhaltenes situationales Interesse als Voraussetzung für die Entwicklung eines gut entwickelten individuellen Interesses. Da zumindest die an dieser Untersuchung beteiligten Mädchen ein geringeres individuelles Interesse am Fach Mathematik ausweisen als die Knaben, besteht bei den Mädchen ein grösseres Entwicklungspotential hinsichtlich des individuellen Interesses. Die Klärung der weiterführenden Frage, ob das Arbeiten mit kooperativen Mathematik-Lernumgebungen zu einer derartigen Interessensentwicklung (nicht nur bei den Mädchen) beitragen kann, sprengt den Rahmen der vorliegenden Arbeit und würde eine Studie über einen bedeutend längeren Zeitraum erfordern.

Motivation

Die Selbstbestimmungstheorie besagt, dass unterschiedlich regulierte Formen der extrinsischen Motivation und die intrinsische Motivation gleichzeitig auftreten können und sich nicht gegenseitig ausschliessen (Ryan und Deci 2017). Die in dieser Arbeit ausgewiesenen Interkorrelationen (vgl. Tab. 6.15 und 6.16) zwischen den von den Untersuchungsteilnehmenden erlebten Ausprägungen der Regulationsformen der Motivation stehen im Einklang mit dem Konzept des Kontinuums der Selbstbestimmung der Motivation (vgl. Abb. 3.4).

Bedauerlicherweise klafft in den in Kap. 6 geschilderten Ergebnissen eine Lücke in diesem Kontinuum, da die Werte für die identifizierte Regulationsform der Motivation aufgrund der nicht gegebenen internen Konsistenz (Cronbach α) nicht in die Auswertung einfließen (vgl. Kap. 6.2.2). Die mangelhafte Reliabilität ist aus der Sicht des Autors der Kürze der verwendeten Skala (lediglich 2 Items) und der geringen Stichprobengrösse ($N=52$) zuzuschreiben.

Für das Fach Mathematik und die *KLU* «Schatzinsel» fallen die Skalenwerte für die auf dem Motivationskontinuum weit auseinander liegenden introjizierte Motivation und die intrinsische Motivation am höchsten aus, wobei die Werte für die introjizierte Motivation jeweils um zwei Zehntel über den der intrinsischen Motivation zu liegen kommen (vgl. Tab. 6.12 und 6.13). Zudem interkorrelieren diese beiden Motivationsformen sowohl bezüglich

des Fachs Mathematik als auch der *KLU* signifikant (vgl. Tab. 6.15 und 6.16). Von einer analogen Korrelation berichtet z.B. Ramseier (2004, 84) in seiner Analyse im Rahmen des Projekts TIMMS⁺. Mit Verweis auf Vallerand u. a. (1993, 165) sieht Ramseier die Ursache für diese Korrelation darin, dass die intrinsische Motivation, etwas *zu leisten*, vereinbar ist mit der introjizierten Ausprägung extrinsischer Motivation, weil das Erbringen von Leistung zur Vermeidung von Scham beitragen kann.

Die Unterschiede der Werte aller vier in die Auswertung eingeflossenen Motivationsformen für das Fach Mathematik und «Schatzinsel» sind jeweils signifikant. Die intrinsische Motivation der Schülerinnen und Schüler an der *KLU* ist stärker als an der Mathematik im allgemeinen und geht mit einem ausgeprägten Erleben der drei psychologischen Grundbedürfnisse einher. Dass es sich mit der Amotivation gerade umgekehrt verhält (vgl. Abb. 6.10), scheint naheliegend.

Die gemachten Vergleiche sind jedoch in zumindest zweierlei Hinsicht problematisch. Erstens wird eine langfristig entstandene Motivationsausprägung (am Fach Mathematik) mit einer kurzfristigen Ausprägung verglichen, welche lediglich auf einem einmaligen Erlebnis basiert. Welcher Anteil des Unterschieds dabei auf die Neuartigkeit der Interventionssituation zurück zu führen ist, kann kaum abgeschätzt werden. Zweitens ist nicht bekannt, wie kooperativ der «normale» Mathematikunterricht der Interventionsklassen, der in dieser Untersuchung mit dem Arbeiten mit der *KLU* verglichen wird, geprägt ist.

7.2 Zusammenfassender Rück- und Ausblick

Die vorliegende Arbeit versuchte, im Rahmen einer explorativen Feldstudie das motivationale Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse beim Arbeiten mit einer kooperativen Mathematik-Lernumgebung empirisch zu beleuchten. Obwohl die Rahmenbedingungen der zur Datenerhebung genutzten Erprobungen der kooperativen Lernumgebung «Schatzinsel» sich in mehrfacher Hinsicht als limitierend erwiesen (geringer Stichprobenumfang, keine Möglichkeit einer Voruntersuchung mit dem Testinstrument) und der im Kapitel 6 Ergebnisse erwähnten, statistischen Unschönheiten konnten einige Erkenntnisse gewonnen werden.

Wenig überraschend ist, dass die Lernumgebung «Schatzinsel» die Gelingensbedingungen/Basiselemente für effektives kooperatives Lernen gemäss Johnson und Johnson (2011) oder Green und Green (2005, 2018) erfüllt, da das Konzept *Mathematiklernen kooperativ rahmen* von (Wälti u. a., 2020a,b, 15-16) explizit Bezug auf diese nimmt. Dasselbe gilt für die sieben Merkmale kooperativer Mathematik-Lernumgebungen, gelingt es doch dem Designerteam der Lernumgebung exemplarisch, diese in «Schatzinsel» zu integrieren.

Anlässlich der Interventionen im Zusammenhang mit dieser Untersuchung und auch während den Erprobungen anderer kooperativer Lernumgebungen überraschte hingegen den Autor das gut beobachtbare, beinahe ausnahmslos grosse Engagement der beteiligten Schüler. Die Intensität der fachlichen Auseinandersetzung und die oftmals impulsiv ausgetragenen mathematischen Diskurse ermüdeten die Schüler dabei beachtlich, was sich auch in der folgenden Aussage widerspiegelt:

«Nach eurer kooperativen Mathematik war die Klasse in der Folgelektion kaum mehr zu gebrauchen.» (Fachlehrperson einer der Erprobungsklasse, 2019)

Ob dieses subjektiv wahrgenommene Engagement auch Ausdruck generellen schulischen Wohlbefindens und des von den Schülern wahrgenommenen Erlebens der psychologischen Grundbedürfnisse beim Arbeiten mit der *KLU* ist, kann und will diese Arbeit nicht klären. Klar ist hingegen, dass die an der Untersuchung beteiligten Schüler von einem starken Erleben der psychologischen Grundbedürfnisse beim Arbeiten mit der *KLU* berichten, was gemäss der Selbstbestimmungstheorie dem Wohlbefinden und der persönlichen Entwicklung der Schüler förderlich ist (Ryan und Deci, 2000; Krapp, 2005).

Während beim Erleben der sozialen Eingebundenheit das Geschlecht keine Rolle zu spielen scheint, gibt es einige statistisch nicht erhärtete Hinweise auf ein sich unterscheidendes Autonomie- und Kompetenzerleben von Mädchen und Knaben beim Arbeiten mit *KLU*. Für eine weiterführende Beforschung dieses Aspekts wäre der Beizug weiterer unabhängiger Variablen (Art der Gruppenzusammensetzung, Mathematiknote) denkbar und auch ein grösserer Stichprobenumfang wünschenswert.

Der in dieser Arbeit resultierende Unterschied im mathematischen Fachinteresse von Mädchen und Knaben entspricht den theoretischen Erwartungen (vgl. Lazarides und Ittel 2011, 321f). In der catch-Phase (Mitchell, 1993) erweist sich hingegen das situationale Interesse an «Schatzinsel» als geschlechtsunabhängig. Der signifikante Unterschied zwischen dem individuellen Interesse am Fach Mathematik und dem situationalen Interesse an der *KLU* kann seine Ursache in der als speziell erlebten Interventionssituation haben. Um dies auszuschliessen, sollten mögliche weiterführende Untersuchungen mit *KLU* unbedingt über einen längeren Zeitraum erfolgen. Damit wäre es auch möglich, die hold-Phase des situationalen Interesses einzubeziehen. Dies eröffnete die Möglichkeit zu überprüfen, ob sich ein allfällig höheres Interesse während der hold-Phase auf das individuelle Interesse auswirkt, wie dies in der Theorie der Interessensentwicklung von Hidi und Renninger (2006) propagiert wird.

Das Resultat, dass die Schüler im Vergleich mit dem gewohnten Mathematikunterricht für das Arbeiten mit der *KLU* «Schatzinsel» von einer stärkeren Ausprägung der intrinsischen Motivation und eine geringeren Amotivation berichten, unterliegt den gleichen Mängeln wie der oben ausgeführte Vergleich des individuellen mit dem situationalen Interesse, wird doch eine langfristig etablierte Form der Motivation mit einer nur kurzfristig, in einer speziellen Unterrichtssituation erlebten verglichen. Um das motivationale Potenzial von kooperativen Mathematik-Lernumgebungen auszuloten, müsste wohl unter Beizug qualitativer Methoden über einen längeren Zeitraum hinweg der Einsatz von *KLU* empirisch beforcht werden.

Bewusst nicht berücksichtigt wurde im Rahmen dieser Arbeit die Perspektive der Lehrpersonen. Für eine erfolgreiche Implementierung des kooperativen Mathematiklernens im allgemeinen oder von kooperativen Mathematik-Lernumgebungen nach dem Konzept *Mathematisches Lernen kooperativ rahmen* von Wälti u. a. (2020a,b) im Speziellen müssen die etablierten und die angehenden Lehrpersonen gewonnen werden. Somit sind primär die Entscheidungsträger der Lehreraus- und Weiterbildungseinrichtungen gefordert, die Thematik des kooperativen Mathematik-Lernens in angemessenem Rahmen in ihren Ausbildungsgängen zu berücksichtigen und auch entsprechende Weiterbildungsangebote zu initiieren.

Danksagung

In ihren unterschiedlichsten Rollen und Funktionen als ...

... Arbeitskollegen, Betreuer, Dozenten, Fachlehrer, Familienangehörige, Freunde, Klassenlehrer, Lektoren, Mitstudierende, Schüler, Schulleiter, Vorgesetzte, Zweitgutachter ...

... haben zahlreiche Personen direkt oder indirekt zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

So danke ich:

Alex, Alexander, Anna, Beat, Beatrix, Beppi, Beni, Christof, Christoph, Clara, Daja, Dean, Emil, Emma, Enrica, Felix, Fionn, Gaby, Gina, Greta, Henrike, Irene, Irène jun., Irène sen., Jakob, Jennifer, Jenny, Jessica, Kajo, Kristian, Leana, Lena, Leon, Leona, Leonie, Linus, Livia, Mael, Marc, Mareen, Marco, Matthias, Melvin, Michaela, Michelle, Muriel, Nick, Nicolas, Nina, Lars, Luzia, Mara, Miriam, Paul, Rebecca, Ronja, Samuel, Sepp (†), Silas, Simon, Sinisha, Soraya, Stefan, Tobias, Tom, Vinzenz, Viviana, Wolfgang und Xhyzide

Literaturverzeichnis

- Barkley, Elizabeth F.; Major, Claire Howell und Cross, K. Patricia (2014): *Collaborative learning techniques: a handbook for college faculty*. The Jossey-Bass Higher and Adult Education series, 2. Auflage. San Francisco: Jossey-Bass & Pfeiffer Imprints, Wiley.
- Becker, Bastian und Ewering, Tanja (2021): *Praxisleitfaden kooperatives Lernen und Heterogenität: aktivierende Klassenführung für Inklusion und gemeinsames Lernen: große Methodensammlung für gelingenden Unterricht*. Pädagogik, 1. Auflage. Weinheim Basel: Beltz.
- Bergmann, A. (2020): *Mathematisch-naturwissenschaftliches Fachinteresse durch Profilunterricht fördern – Theoriebasierte Evaluation eines Thüringer Schulversuchs in der Sekundarstufe I*. Universitätsbibliothek Leipzig. URL <https://books.google.ch/books?id=F6LuzQEACAAJ>.
- Beumann, Sarah (2017): *Versuch's doch mal*. doctoralthesis, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsbibliothek.
- Bikner-Ahsbals, Angelika (2019): *Mathematikunterricht inklusiv gestalten: ein Unterrichtsprinzip für die Klassen 5 bis 10*. Mathematik lehren, 1. auflage. Auflage. Klett | Kallmeyer.
- Borsch, Frank (2004): *Der Einsatz des Gruppenpuzzles in der Grundschule*. Hamburg: Kovač.
- Borsch, Frank (2019): *Kooperatives Lernen: Theorie - Anwendung - Wirksamkeit*. Lehren und Lernen, 3. Auflage. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Budde, Jürgen (2008): Mathematikunterricht und Geschlecht: Empirische Ergebnisse und pädagogische Ansätze. doi:10.2314/GBV:601293495. URL <https://www.tib.eu/de/suchen/id/TIBKAT3A601293495>. Bonn.
- Cohen, Elizabeth G. (1993): Bedingungen für produktive Kleingruppen. In: *Grundlagen der Schulpädagogik*, 6, S. 45–53.
- Cohen, Elizabeth G. (1994): Restructuring the Classroom: Conditions for Productive Small Groups. In: *Review of Educational Research*, 64(1), S. 1–35. URL <http://www.jstor.org/stable/1170744>.
- Cohen, Jacob (1988): *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Lawrence Erlbaum Associates.
- D-EDK (2016): *Lehrplan 21. Gesamtausgabe. Bereinigte Fassung*. Luzern: D-EDK Geschäftsstelle. URL https://v-ef.lehrplan.ch/container/V_EF_DE_Gesamtausgabe.pdf.

- Deci, Edward L. (1971): Effects of externally mediated rewards on intrinsic motivation. In: *Journal of Personality and Social Psychology*, 18(1), S. 105–115. doi:10.1037/h0030644. URL <http://content.apa.org/journals/psp/18/1/105>.
- Deci, Edward L. und Ryan, Richard M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 38, S. 223–238. doi:10.25656/01:11173.
- Deutsch, Morton (1949): A Theory of Co-operation and Competition. In: *Human Relations*, 2(2), S. 129–152. doi:10.1177/001872674900200204.
- DeVries, David L. und Edwards, Keith J. (1973): Learning Games and Student Teams: Their Effects on Classroom Process. In: *American Educational Research Journal*, 10(4), S. 307–318. doi:10.3102/00028312010004307. URL <https://doi.org/10.3102/00028312010004307>.
- Dewey, John (1913, 2011): *Demokratie und Erziehung: Eine Einleitung in die philosophische Pädagogik*. Beltz Taschenbuch. Essay 57, 5. Auflage. Weinheim: Beltz.
- Dorsch, Friedrich und Wirtz, Markus Antonius (Hrsg.) (2021): *Dorsch - Lexikon der Psychologie*. 20. Auflage. Bern: Hogrefe.
- Dubs, Rolf (2009): *Lehrerverhalten: ein Beitrag zur Interaktion von Lehrenden und Lernenden im Unterricht*. Pädagogik, 2., überarb. Auflage. Stuttgart: Steiner.
- Friedrich, Helmut F. und Mandl, Heinz (1997): Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens. In: Weinert, Franz E. und Mandl, Heinz (Hrsg.): *Psychologie der Erwachsenenbildung*, Nr. Themenbereich D, Praxisgebiete. Bd. 4 in Enzyklopädie der Psychologie ; Serie I, Pädagogische Psychologie. Göttingen ; Seattle: Hogrefe-Verlag für Psychologie, S. 237–293.
- Gallin, Peter (2012): *Die Praxis des Dialogischen Mathematikunterrichts in der Grundschule*. Kiel: IPN Leibniz-Institut f. d. Pädagogik d. Naturwissenschaften an d. Universität Kiel. OCLC: 864641389.
- Gallin, Peter (Hrsg.) (2019): *Dialogisches Lernen aus der Sicht des Mathematikunterrichts. Folien zum Vortrag an der Pädagogischen Hochschule Bern 15.05.2019*. URL https://www.lerndialoge.ch/files/pdf/unterrichtsdokumente/190515DialogischesLernenMathematik_Gallin.pdf.
- Ginsburg-Block, Marika D.; Rohrbeck, Cynthia A. und Fantuzzo, John W. (2006): A meta-analytic review of social, self-concept, and behavioral outcomes of peer-assisted learning. In: *Journal of Educational Psychology*, 98(4), S. 732–749. doi:10.1037/0022-0663.98.4.732.
- Green, Norm und Green, Kathy (2005, 2018): *Kooperatives Lernen im Klassenraum und im Kollegium: Das Trainingsbuch*. 1./8. Auflage. Seelze: Kallmeyer.
- Grunder, Hans-Ulrich (2008): Lancasterschulen. In: *Historisches Lexikon der Schweiz (HLS)*. URL <https://hls-dhs-dss.ch/de/articles/010427/2008-11-11/>.
- Gummels, Ilka (2020): *Wie kooperatives Lernen im inklusiven Unterricht gelingt: Entwicklung und Evaluation einer Lernumgebung für den Mathematikunterricht*. Research. Wiesbaden [Heidelberg]: Springer Spektrum.

- Hasselhorn, Marcus und Gold, Andreas (2017): *Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren*. Kohlhammer Standards Psychologie, 4. Auflage. Stuttgart: Kohlhammer.
- Hattie, John (2014): *Lernen sichtbar machen für Lehrpersonen*. Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe, 1. Auflage. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH.
- Helm, Christoph (2016): Lernen in offenen und traditionellen UnterrichtsSettings (LOTUS) : Empirische Analysen zur Kompetenzentwicklung im Fach Rechnungswesen sowie zum kooperativen, offenen Lernen. URL <http://d-nb.info/1118742575/04>.
- Hengartner, Elmar; Hirt, Ueli und Wälti, Beat (2006): *Lernumgebungen für Rechenschwache bis Hochbegabte: natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht*. 1. Auflage. Zug: Klett und Balmer.
- Herbart, Johann Friedrich (1806): *Allgemeine Pädagogik aus dem Zweck der Erziehung abgeleitet*. Göttingen: Röwer. URL <https://www.digitale-sammlungen.de/de/view/bsb10926689?page=1>.
- Hidi, Suzanne und Renninger, K. Ann (2006): The Four-Phase Model of Interest Development. In: *Educational Psychologist*, 41(2), S. 111–127.
- Hirsig, René (2006): *Statistische Methoden in den Sozialwissenschaften. Band 1*. 5. überarb. Auflage. Zürich: Seismo-Verlag.
- Hirt, Ueli und Wälti, Beat (2012): *Lernumgebungen im Mathematikunterricht: natürliche Differenzierung für Rechenschwache bis Hochbegabte*. 3. Auflage. Hannover: Klett Kallmeyer.
- Huber, Anne A. und Haag, Ludwig (Hrsg.) (2011): *Kooperatives Lernen - kein Problem: effektive Methoden der Partner- und Gruppenarbeit (für Schule und Erwachsenenbildung)*. Schulpädagogik, 3. Auflage. Seelze: Kallmeyer in Verbindung mit Klett.
- Huber, Günter L. (1987): Kooperatives Lernen: Theoretische und praktische Herausforderungen für die Pädagogische Psychologie. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 19, S. 340–362.
- Huber, Günter L. (1993): Europäische Perspektive für kooperatives Lernen. In: Huber, Günter L. (Hrsg.): *Neue Perspektiven der Kooperation: ausgewählte Beiträge der Internationalen Konferenz 1992 über Kooperatives Lernen*, Nr. 6 in Grundlagen der Schulpädagogik. Schneider-Verl. Hohengehren, S. 244–259.
- Huber, Günter L. (1995): Lernprozesse in Kleingruppen: Wie kooperieren die Lerner? In: *Unterrichtswissenschaft*, 23, S. 316–331. doi:10.25656/01:8136. URL https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=8136.
- Häsel-Weide, Uta (2016): *Vom Zählen zum Rechnen: struktur-fokussierende Deutungen in kooperativen Lernumgebungen*. Nr. 21 in Dortmunder Beiträge zur Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts. Springer Spektrum.
- Johnson, David W. und Johnson, Roger T. (1989): *Cooperation and competition: theory and research*. 2. Auflage. Edina, Minn: Interaction Book Co.

- Johnson, David W. und Johnson, Roger T. (1992): Implementing Cooperative Learning. In: *Contemporary Education*, 63, S. 173. URL <https://www.proquest.com/scholarly-journals/implementing-cooperative-learning/docview/1291667353/se-2>.
- Johnson, David W. und Johnson, Roger T. (2008): Wie kooperatives lernen funktioniert. Über die Elemente einer pädagogischen Erfolgsgeschichte. In: *Friedrich-Jahresheft*, 26, S. 16–20.
- Johnson, David W. und Johnson, Roger T. (2011): *Learning together and alone: cooperative, competitive, and individualistic learning*. 5. ed. Auflage. Boston: Allyn and Bacon.
- Johnson, David W.; Johnson, Roger T. und Holubec, Edythe (2005): *Kooperatives Lernen, kooperative Schule: Tipps - Praxishilfen - Konzepte*. Mülheim an der Ruhr: Verlag an der Ruhr.
- Johnson, David W.; Johnson, Roger T. und Smith, Karl A. (1998): Cooperative Learning Returns To College What Evidence Is There That It Works? In: *Change: The Magazine of Higher Learning*, 30(4), S. 26–35. doi:10.1080/00091389809602629. URL <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00091389809602629>.
- Johnson, David W.; Maruyama, Geoffrey; Johnson, Roger T.; Nelson, Deborah und Skon, Linda (1981): Effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures on achievement: A meta-analysis. In: *Psychological Bulletin* 89, S. 47–62.
- Jurkowski, Susanne (2011): *Soziale Kompetenzen und Lernerfolg beim kooperativen Lernen*. Kassel Univ. Press.
- Konrad, Klaus und Bernhart, Dominik (2010): Kooperatives Lernen als Unterrichtsform. In: *Lehren & Lernen*, 36(1), S. 7–15.
- Konrad, Klaus und Traub, Silke (2005): *Kooperatives Lernen: Theorie und Praxis in Schule, Hochschule und Erwachsenenbildung*. 2., überarb. Auflage. Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren.
- Korff, Natascha (2018): *Inklusiver Mathematikunterricht in der Primarstufe: Erfahrungen, Perspektiven und Herausforderungen*. Nr. 31 in Basiswissen Grundschule, 3. Auflage. Schneider Verlag Hohengehren.
- Korten, Laura (2020): *Gemeinsame Lernsituationen im inklusiven Mathematikunterricht : Zieldifferentes Lernen am gemeinsamen Lerngegenstand des flexiblen Rechnens in der Grundschule*. Dortmunder Beiträge zur Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts Band 44. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Kramer, Klaudia (2002): *Die Förderung von motivationsunterstützendem Unterricht - Ansatzpunkte und Barrieren*. Ph.D. thesis, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. URL <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:8-diss-7528>.
- Krapp, Andreas (1998): Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 45, S. 186–203.
- Krapp, Andreas (1999): Intrinsische Lernmotivation und Interesse. Forschungsansätze und konzeptuelle Überlegungen. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 45, S. 387–406. doi:10.25656/01:5958.

- Krapp, Andreas (2005): Das Konzept der grundlegenden psychologischen Bedürfnisse. Ein Erklärungsansatz für die positiven Effekte von Wohlbefinden und intrinsischer Motivation im Lehr-Lerngeschehen. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 51, S. 626–641. doi:10.25656/01:4772.
- Krapp, Andreas und Prenzel, Manfred (1992): Interesse, Lernen und Leistung. Neue Forschungsansätze in der Pädagogischen Psychologie. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 38, S. 747–770. doi:10.25656/01:13977.
- Krapp, Andreas und Ryan, Richard M. (2002): Selbstwirksamkeit und Lernmotivation. In: *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft*, 44, S. 54–82. doi:10.25656/01:4772.
- Krause, Ulrike-Marie (2007): *Feedback und kooperatives Lernen*. Waxmann.
- Krauthausen, Günter und Scherer, Petra (2019): *Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht: Konzepte und Praxisbeispiele aus der Grundschule*. 3. Auflage. Seelze: Klett/Kallmeyer.
- Krummheuer, Götz (2007): Kooperatives Lernen im Mathematikunterricht der Grundschule. In: Rabenstein, Kerstin und Reh, Sabine (Hrsg.): *Kooperatives und selbstständiges Arbeiten von Schülern*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 61–86. URL <https://doi.org/2F978-3-531-90418-4>.
- Krummheuer, Götz (2011): Interaktionsanalyse. URL http://www.fallarchiv.uni-kassel.de/backup/wp-content/plugins.old/lbg_chameleon_videoplayer/lbg_vp2/videos//krummheuer_interaktionsanalyse.pdf.
- Kyndt, Eva; Raes, Elisabeth; Lismont, Bart; Timmers, Fran; Cascallar, Eduardo und Dochy, Filip (2013): A meta-analysis of the effects of face-to-face cooperative learning. Do recent studies falsify or verify earlier findings? In: *Educational Research Review*, 10, S. 133–149. doi:<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.02.002>. URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X13000122>.
- Lange, Diemut (2014): Kooperationsarten in mathematischen Problemlöseprozessen. In: *Journal für Mathematik-Didaktik*, 35(2), S. 173–204. URL <https://doi.org/10.1007/s13138-014-0063-8>.
- Lazarides, Rebecca und Ittel, Angela (2011): Soziale und individuelle Bedeutungsfaktoren für mathematisches Fachinteresse und geschlechtsspezifische Varianzen. In: Hadjar, Andreas (Hrsg.): *Geschlechtsspezifische Bildungsungleichheiten*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 309–330. doi:10.1007/978-3-531-92779-4. URL <http://link.springer.com/10.1007/978-3-531-92779-4>.
- Lewalter, Doris und Willems, Ariane S. (2009): Die Bedeutung des motivationsrelevanten Erlebens und des individuellen Fachinteresses für das situationale Interesse im Mathematikunterricht. In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 56(4), S. 243–257.
- Lewin, Kurt (1935): PSYCHO-SOCIOLOGICAL PROBLEMS OF A MINORITY GROUP. In: *Journal of Personality*, 3(3), S. 175–187. doi:10.1111/j.1467-6494.1935.tb01996.x. URL <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-6494.1935.tb01996.x>.
- Lyman, Frank (1981): The Responsive Classroom Discussion. In: Anderson, Audrey S. (Hrsg.): *Mainstreaming Digest: A Collection of Faculty and Student Papers*. College Park, MD: University of Maryland College of Education, S. 109–113.

- Martin, Jean-Pol (1985): *Zum Aufbau didaktischer Teilkompetenzen beim Schüler: Fremdsprachenunterricht auf der lerntheoretischen Basis des Informationsverarbeitungsansatzes*. Gießener Beiträge zur Fremdsprachendidaktik. Tübingen: Narr.
- Meyer, Ernst und Meyer, Gerhard (1954, 1996): *Gruppenunterricht: Grundlegung und Beispiel*. 9.. Auflage. Schneider-Verlag Hohengehren.
- Miller, Max H. (1986): *Kollektive Lernprozesse: Studien zur Grundlegung einer soziologischen Lerntheorie*. Beiträge zur Soziogenese der Handlungsfähigkeit, 1. Auflage. Suhrkamp.
- Mitchell, Mathew (1993): Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. In: *Journal of Educational Psychology*, 85(3), S. 424–436. doi:10.1037/0022-0663.85.3.424.
- Naujok, Natascha (2000): *Schülerkooperation im Rahmen von Wochenplanunterricht: Analyse von Unterrichtsausschnitten aus der Grundschule*. Weinheim: Dt. Studien-Verl. OCLC: 76243831.
- Piaget, Jean (1976): *Psychologie der Intelligenz*. Kindler.
- Piaget, Jean (1998): *Der Aufbau der Wirklichkeit beim Kinde*. Nr. 2 in Gesammelte Werke / Jean Piaget, 2. Auflage. Klett-Cotta.
- Prenzel, M; Kristen, A; Dengler, P; Ettl, R und Beer, T (1996): Selbstbestimmt motiviertes und interessiertes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, S. 108–27.
- Prenzel, Manfred (1988): *Die Wirkungsweise von Interesse: Ein pädagogisch-psychologisches Erklärungsmodell*. Nr. 13 in Beiträge zur psychologischen Forschung. Westdeutscher Verlag.
- Prenzel, Manfred; Drechsel, Barbara; Kliewe, Anke; Kramer, Klaudia und Röber, Nicola (2000): Lernmotivation in der Aus- und Weiterbildung: Merkmale und Bedingungen. In: *Kompodium Weiterbildung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 163–173.
- Prenzel, Manfred; Krapp, Andreas und Schiefele, Hans (1986): Grundzüge einer pädagogischen Interessentheorie. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 32, S. 163–173. doi:10.25656/01:14383.
- Rademacher, Sandra (2017): Zur Praxis des individualisierten Grundschulunterrichts. In: Heinzl, Friederike und Koch, Katja (Hrsg.): *Individualisierung im Grundschulunterricht. Anspruch, Realisierung und Risiken*, 21. Springer VS, S. 32–40.
- Rakoczy, Katrin; Buff, Alex und Lipowsky, Frank (2005): Befragungsinstrumente. In: Klieme, Eckhard; Pauli, Christine und Reusser, Kurt (Hrsg.): *Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente zur schweizerisch-deutschen Videostudie "Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis"*, Nr. 13 in Materialien zur Bildungsforschung. Frankfurt a.M.: DIPF [u.a.], S. 31–32.
- Ramseier, Erich (2004): *Motivation als Ergebnis und als Determinante schulischen Lernens: eine Analyse im Rahmen von TIMSS*. Ph.D. thesis, University of Zurich, Zürich. URL <https://doi.org/10.5167/uzh-163168>.

- Renkl, Alexander (1997): *Lernen durch Lehren: zentrale Wirkmechanismen beim kooperativen Lernen*. DUV Psychologie. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. [u.a.]. doi:10.1007/978-3-663-08696-3.
- Renkl, Alexander und Mandl, Heinz (1995): Kooperatives Lernen: Die Frage nach dem Notwendigen und dem Ersetzbaren. In: *Unterrichtswissenschaft*, 23, S. 292–300. doi:10.25656/01:8134. URL https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=8134.
- Rohrbeck, Cynthia A.; Ginsburg-Block, Marika D.; Fantuzzo, John W. und Miller, Traci R. (2003): Peer-assisted learning interventions with elementary school students: A meta-analytic review. In: *Journal of Educational Psychology*, 95(2), S. 240–257. doi:10.1037/0022-0663.95.2.240. URL <http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/0022-0663.95.2.240>.
- Rothenbächer, Nicole (2016): *Kooperatives Lernen im inklusiven Mathematikunterricht*. Nr. 85 in *Texte zur mathematischen Forschung und Lehre*, 1. Auflage. Franzbecker.
- Rudolf, Matthias und Buse, Johannes (2020): *Multivariate Verfahren: eine praxisorientierte Einführung mit Anwendungsbeispielen*. 3. Auflage. Hogrefe Verlag. doi:10.1026/02900-000.
- Ruf, Urs und Gallin, Peter (2018): *Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik. Band 1: Austausch unter Ungleichem*. 6. Auflage. Seelze: Klett/Kallmeyer.
- Ryan, Richard M. und Deci, Edward L. (2000): Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. In: *American Psychologist*, 55, S. 68–78.
- Ryan, Richard M. und Deci, Edward L. (2017): *Self-determination theory: basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. Guilford Press.
- Röhr, Martina (1995): *Kooperatives Lernen im Mathematikunterricht der Primarstufe: Entwicklung und Evaluation eines fachdidaktischen Konzepts zur Förderung der Kooperationsfähigkeit von Schülern*. phdthesis, Universität Dortmund. URL <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-322-90019-7>.
- Schiefele, Ulrich (1996): *Motivation und Lernen mit Texten*. Hogrefe.
- Schüler, Julia; Wegner, Mirko und Plessner, Henning (Hrsg.) (2020): *Sportpsychologie: Grundlagen und Anwendung*. Lehrbuch. Berlin: Springer. doi:10.1007/978-3-662-56802-6.
- Seidel, Tina und Krapp, Andreas (Hrsg.) (2014): *Pädagogische Psychologie: mit Online-Materialien*. 6., überarb. Auflage. Beltz.
- Slavin, Robert E (1993): Kooperatives Lernen und Leistung: Eine empirisch fundierte Theorie. In: *Neue Perspektiven der Kooperation*, S. 151–170.
- Slavin, Robert E. (1995): *Cooperative learning: theory, research, and practice*. 2. Auflage. Allyn and Bacon.
- Sommer, Karin (2018): Der Einfluss der Motivation von Lehrkräften auf die Schülermotivation im Unterrichtsfach Rechnungswesen. URL <https://resolver.obvsg.at/urn:nbn:at:at-ubl:1-26102>.

- Tsai, Yi-Miau; Kunter, Mareike; Lüdtke, Oliver; Trautwein, Ulrich und Ryan, Richard M. (2008): What makes lessons interesting? The role of situational and individual factors in three school subjects. In: *Journal of Educational Psychology*, 100(2), S. 460–472. doi:10.1037/0022-0663.100.2.460. URL <http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/0022-0663.100.2.460>.
- Unger, Harlow G. (2007): *Encyclopedia of American education*. Facts on File library of American history, 3. Auflage. Facts On File. OCLC: ocm70335076.
- Vallerand, Robert J.; Pelletier, Luc G.; Blais, Marc R.; Briere, Nathalie M.; Senecal, Caroline und Valieres, Evelyne F. (1993): On the Assessment of Intrinsic, Extrinsic, and Amotivation in Education: Evidence on the Concurrent and Construct Validity of the Academic Motivation Scale. In: *Educational and Psychological Measurement*, 53(1), S. 159–172. doi:10.1177/0013164493053001018. URL <https://doi.org/10.1177/0013164493053001018>. _eprint: <https://doi.org/10.1177/0013164493053001018>.
- Vogt, H. und Krüger, D. (2007): *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. URL <https://doi.org/10.1007/978-3-540-68166-3>. OCLC: 315738601.
- Vygotsky, Lev Semyonovich (1978): *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press. URL <http://www.jstor.org/stable/j.ctvjf9vz4>.
- Waldis, Monika (2012): *Interesse an Mathematik: zum Einfluss des Unterrichts auf das Interesse von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I*. Nr. Band 34 in Empirische Erziehungswissenschaft. Waxmann.
- Wälti, Beat; Schütte, Marcus und Friesen, Rachel-Ann (2020a): *Mathematik kooperativ spielen, üben, begreifen. Band 1 - Lernumgebungen für heterogene Gruppen (Schwerpunkt 3. bis 5. Schuljahr)*. Seelze: Kallmeyer.
- Wälti, Beat; Schütte, Marcus und Friesen, Rachel-Ann (2020b): *Mathematik kooperativ spielen, üben, begreifen. Band 2 - Lernumgebungen für heterogene Gruppen (Schwerpunkt 5. bis 7. Schuljahr)*. Seelze: Kallmeyer.
- Weidner, Margit (2019): *Kooperatives Lernen im Unterricht: das Arbeitsbuch*. 9. Auflage. Klett | Kallmeyer.
- Wild, Elke und Möller, Jens (2015): *Pädagogische Psychologie*. Springer-Lehrbuch. Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-41291-2.
- Willems, Ariane S. (2011): *Bedingungen des situationalen Interesses im Mathematikunterricht: eine mehrebenenanalytische Perspektive*. Nr. 30 in Empirische Erziehungswissenschaft. Waxmann.
- Willems, Ariane S. (2022): Individuelle Schüler*innenprofile des situationalen und dispositionalen Interesses und ihre Bedeutung für die Wahrnehmung der Unterrichtsqualität im Fach Mathematik. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 25(2), S. 377–404. doi:10.1007/s11618-022-01094-z.
- Winter, Heinrich W. (2016): *Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht: Einblicke in die Ideengeschichte und ihre Bedeutung für die Pädagogik*. 3. Auflage. Wiesbaden: Springer Spektrum. doi: 10.1007/978-3-658-10604-1.

- Wittich, Claudia; Moser Opitz, Elisabeth und Nührenböcker, Marcus (2017): *Mathematische Förderung durch kooperativ-strukturiertes Lernen: eine Interventionsstudie zur Ablösung vom zählenden Rechnen an Grund- und Förderschulen*. Nr. Band 28 in Dortmund Beiträge zur Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts. Springer Spektrum.
- Wittmann, Christian E. (1998): Design und Erforschung von Lernumgebungen als Kern der Mathematikdidaktik. In: *Design und Erforschung von Lernumgebungen als Kern der Mathematikdidaktik*, 16, S. 329–342. doi:10.25656/01:13385.
- Wittmann, Erich Ch. und Müller, Gerhard M. (1990): *Handbuch produktiver Rechenübungen. 1: Vom Einspluseins zum Einmaleins*. 1. Auflage. Klett-Grundsulverlag.
- Wittmann, Erich Ch. und Müller, Gerhard M. (1992): *Handbuch produktiver Rechenübungen. 2: Vom halbschriftlichen zum schriftlichen Rechnen*. 1. Auflage. Klett-Schulbuchverlag.
- Wollring, Bernd (2008): Kennzeichnung von Lernumgebungen für den Mathematikunterricht in der Grundschule. In: *Lernumgebungen auf dem Prüfstand*, Lehren - Lernen - Literacy Bericht 2. Kassel: Kassel Univ. Press, S. 9–26. URL <https://portal.ub.uni-kassel.de/kup/d/9783899583946>.
- Yackel, Erna; Cobb, Paul und Wood, Terry (1991): Small-Group Interactions as a Source of Learning Opportunities in Second-Grade Mathematics. In: *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(5), S. 390. doi:10.2307/749187. URL <https://www.jstor.org/stable/749187?origin=crossref>.

Abbildungsverzeichnis

2.1	Konzepte kooperativen Lernens (aus Wälti u. a., 2020b)	15
2.2	Kreislauf des Dialogischen Lernens (Gallin, 2012)	20
2.3	Auftrag zur Kernidee «Kleine und grosse Flächen» (nach Gallin, 2019) . .	20
2.4	Lenkungstypen beim kooperativen Lernen (Röhr, 1995)	22
3.1	Relationale Struktur des Interesseskonstrukts (Krapp und Prenzel, 1992) .	35
3.2	Rahmenmodell des Interesses (Krapp, 1998)	36
3.3	catch- und hold-Phase des situationalen Interesses (Mitchell, 1993)	37
3.4	Kontinuum der Selbstbestimmung der Motivation (aus Schüler 2020, 169; nach Ryan und Deci, 2000)	39
3.5	Selbstbestimmte Motivation durch Unterstützung der Grundbedürfnisse (nach Ryan und Deci, 2017)	44
4.1	Ziel erreicht (eigene Aufnahme)	49
4.2	Spielprotokoll mit den Angaben zur Augenzahl, Fahrtrichtung, Geschwin- digkeit, Zeit und Distanz (Wälti u. a., 2020b).	49
4.3	Mindmap der <i>KLU</i> «Schatzinsel» (Eigenkreation)	51
4.4	Kompetenzbereiche und Handlungsaspekte im LP 21 (D-EDK 2016)	52
4.5	Zuordnung der Handlungen und Entscheidungen eines Spielzugs zu den Handlungsaspekten und Kompetenzbereichen gemäss LP 21. (Eigenkreation)	53
4.6	Überfachliche Kompetenzen im LP 21 (D-EDK 2016)	55
4.7	Fachliche Kooperationshandlungen bei Naujok (2000) und Lange (2014) . .	57
5.1	Design der Untersuchung (Eigenkreation)	62

6.1	Erleben der Basic Needs nach Geschlecht (Diagramm SPSS)	74
6.2	Verteilung Autonomie Mädchen (Diagramm SPSS)	75
6.3	Verteilung Autonomie Knaben (Diagramm SPSS)	75
6.4	Häufigkeitsverteilung Kompetenz (Diagramm SPSS)	75
6.5	Erleben von Kompetenz nach Geschlecht (Diagramm SPSS)	76
6.6	Häufigkeitsverteilung der sozialen Eingebundenheit (Diagramm SPSS) . .	77
6.7	Individuelles Interesse von Mädchen (Mdn=1.88) und Knaben (Mdn=2.63) (Diagramm SPSS)	80
6.8	Boxplot individuelles (Mdn=2.19) und situationales (Mdn=2.63) Interesse (Diagramm SPSS)	82
6.9	Streuung und Regression: Individuelles und situationales Interesse mit Re- gressionsgerade (-) und $y=x$ (-) (Diagramm SPSS)	82
6.10	Vergleich Motivationsformen (Konfidenzintervall der Fehlerbalken: 0.95) (Diagramm SPSS)	88

Tabellenverzeichnis

2.1	Zielsetzungen schulischen Unterrichts beim <i>KL</i> (Borsch, 2019, 107)	28
2.2	Effektstärken in verschiedenen Metaanalysen zum <i>KL</i>	29
2.3	Mittlere Effekte hinsichtlich sozialer, motivationaler und emotionaler Variablen	30
5.1	Erhobene Aspekte	63
5.2	Beispiel-Items der Skala Fachinteresse Mathematik (Fragebogen pre) . . .	64
5.3	Beispiel-Items der Skala Interesse Schatzinsel (Fragebogen post)	65
5.4	Beispiel-Items der Skala Motivationsfaktoren Mathematik (Fragebogen pre)	65
5.5	Beispiel-Items der Skala Motivationsfaktoren Schatzinsel (Fragebogen post)	65
5.6	Beispiel-Items der Skala Autonomie (Fragebogen post)	66
5.7	Beispiel-Items der Skala Kompetenz (Fragebogen post)	66
5.8	Items der Skala soziale Eingebundenheit (Fragebogen post)	67
5.9	Untersuchungsvariablen	67
5.10	Stichprobe nach Schulort, Schuljahr und Geschlecht	71
5.11	Stichprobe nach Geschlecht und Alter	71
6.1	Deskriptive Statistik: Psychologische Grundbedürfnisse	73
6.2	Deskriptive Statistik: Basic Needs nach Geschlecht	74
6.3	Deskriptive Statistik: Kompetenz nach Geschlecht	76
6.4	Faktorinterkorrelationen (Spearman) der Basic Needs	78
6.5	Interne Konsistenz Interesse	79
6.6	Deskriptive Statistik des individuellen Interesses am Fach Mathematik . . .	80

6.7	Deskriptive Statistik des individuellen Interesses nach Geschlecht	80
6.8	Deskriptive Statistik des situationalen Interesses an «Schatzinsel»	81
6.9	Vergleich individuelles und situationales Interesse	81
6.10	Rangkorrelation Interesse	83
6.11	Interne Konsistenz Motivationsformen Mathematik und «Schatzinsel» . . .	84
6.12	Deskriptive Statistik Motivationsformen Fach Mathematik	85
6.13	Deskriptive Statistik Motivationsformen Schatzinsel	86
6.14	Korrelationen innerhalb der Motivationsformen (Spearman)	86
6.15	Korrelationen Motivationsformen Mathematik	87
6.16	Korrelationen Motivationsformen Schatzinsel	87
6.17	Signifikanz der Unterschiede innerhalb der Motivationsformen	89

Anhang

Anhang A

Lernumgebung Schatzinsel

Die Lernumgebung «Schatzinsel» kann folgender Publikation entnommen werden:

Wälti, Beat; Schütte, Marcus und Friesen, Rachel-Ann (2020): Mathematik kooperativ spielen, üben, begreifen. Band 2 - Lernumgebungen für heterogene Gruppen (Schwerpunkt 5. bis 7. Schuljahr). Seelze: Kallmeyer. S. 180-187.

Anhang B

Untersuchungsinstrument

B.1 Fragebogen pre

Umfrage zur Motivation für Mathematik

In diesem Fragebogen geht es um deine **Sicht auf Mathematik**, dein **Interesse für die Mathematik** und deine **Motivation**.

Diese Umfrage ist anonym. Ich bin an deiner ehrlichen Meinung interessiert.

Wichtig dabei ist, dass du deine Erfahrungen und deine eigene Meinung angibst. Es ist für mich deshalb wichtig, dass du den Fragebogen seriös ausfüllst. Bitte kreuze nur ein Kästchen pro Aussage an.

Damit ich diese Vorher-Umfrage deiner Nachher-Umfrage zuordnen kann, bitte ich dich, deinen Code hier einzutragen:

	Erster und zweiter Buchstabe des Vornamens deiner Mutter	Erster und zweiter Buchstabe des Vornamens deines Vaters	Tag und Monat deines Geburtstages
Dein Code			
<i>Beispielcode</i>	Ma (Martina)	St (Stefan)	06.11. (6. November)

Ich bin Jahre alt und ein	<input type="checkbox"/> Mädchen
	<input type="checkbox"/> Knabe
Ich besuche die -te Klasse der Schule	

Wie findest du Mathematik?	stimmt nicht	stimmt eher nicht	stimmt eher	stimmt genau
Mathematik ist spannend.				
Freiwillig würde ich mich nie mit Mathematik beschäftigen.				
Mathematik ist mir persönlich sehr wichtig.				
Mathematik macht mir keinen Spass.				
Mathematik ist sehr nützlich für mich.				
Wenn ich ehrlich bin, ist mir Mathematik egal.				
Ich habe Mathematik gern.				
Mathematik ist langweilig.				

In meinen Mathematikstunden ...	stimmt nicht	stimmt eher nicht	stimmt eher	stimmt genau
... strenge ich mich an, weil mir die Themen persönlich wichtig erscheinen.				
... bin ich aufmerksam, weil ich immer aufpasse.				
... mache ich nur mit, damit ich keinen Ärger bekomme.				
... ist mir alles egal.				
... macht das Lernen/Arbeiten Spass.				
... tue ich nur das, wozu mich die Lehrerin auffordert.				
... arbeite ich mit, wie es von mir erwartet wird.				
... will ich selbst den Stoff wirklich verstehen.				
... bin ich mit meinen Gedanken woanders.				
... beteilige ich mich, weil ich es immer so mache.				
... faszinieren mich die Inhalte so, dass ich mich voll einsetze.				
... arbeite ich mit, weil ich die Inhalte später bestimmt brauchen kann.				
... tue ich nur das, was von mir verlangt wird.				
... habe ich keine Lust, mich zu beteiligen.				
... vergeht die Zeit wie im Flug.				

B.2 Fragebogen post

Wie findest du «Schatzsuche»?	stimmt nicht	stimmt eher nicht	stimmt eher	stimmt genau
«Schatzsuche» ist spannend.				
Freiwillig würde ich nie ein Mathematik-Spiel wie «Schatzsuche» machen.				
Mathematik-Spiele wie «Schatzsuche» sind mir persönlich sehr wichtig.				
«Schatzsuche» macht mir keinen Spass.				
Mathematik-Spiele wie «Schatzsuche» sind sehr nützlich für mich.				
Wenn ich ehrlich bin, ist mir «Schatzsuche» egal.				
Ich habe «Schatzsuche» gern.				
«Schatzsuche» ist langweilig.				

In der Mathematiklektion «Schatzsuche» ...	stimmt nicht	stimmt eher nicht	stimmt eher	stimmt genau
... habe ich mich angestrengt, weil mir die Themen persönlich wichtig erscheinen.				
... war ich aufmerksam, weil ich immer aufpasse.				
... habe ich nur mitgemacht, damit ich keinen Ärger bekomme.				
... war mir alles egal.				
... machte das Lernen/Arbeiten Spass.				
... habe ich nur das getan, wozu mich der Lehrer aufgefordert hat.				
... habe ich mitgearbeitet, wie es von mir erwartet wurde.				
... wollte ich selbst den Stoff wirklich verstehen.				
... war ich mit meinen Gedanken woanders.				
... habe ich mich beteiligt, weil ich es immer so mache.				
... haben mich die Inhalte so fasziniert, dass ich mich voll einsetzte.				
... habe ich mitgearbeitet, weil ich die Inhalte später bestimmt brauchen kann.				
... habe ich nur das getan, was von mir verlangt wurde.				
... hatte ich keine Lust, mich zu beteiligen.				
... verging die Zeit wie im Flug.				

In der gesamten Mathematiklektion «Schatzsuche» hatte ich das Gefühl, dass ...	stimmt nicht	stimmt eher nicht	stimmt eher	stimmt genau
... ich zusammen mit meiner Lerngruppe eigene Lösungswege entwickeln konnte.				
... ich zusammen mit meiner Lerngruppe mitentscheiden konnte, wie wir die Aufgabe bearbeiteten.				
... ich zusammen mit der Lerngruppe selbständig arbeiten konnte.				
... ich mit der Lerngruppe neue Inhalte selbständig erarbeiten konnte.				
... ich im Rahmen der Lerngruppe auch schwierige Aufgaben selbständig lösen konnte.				
... ich in der Lage war, die Aufgaben in der Lerngruppe zu bearbeiten.				
... ich auch den schwierigen Stoff verstanden habe.				
... ich den Anforderungen des Lernspiels «Schatzsuche» gewachsen war.				
... der Lehrer mich an schwierigen Stellen der «Schatzsuche» unterstützt hat.				
... der Lehrer mich ernst genommen hat.				
... mich meine Mitschülerinnen und Mitschüler ernst genommen haben.				
... meine Mitschülerinnen und Mitschüler meine Leistungen anerkannt haben.				
... insgesamt fühlte ich mich beim Lehrer wohl.				
... insgesamt fühlte ich mich in der Lerngruppe wohl.				

Anhang C

Mathematische Kompetenzen LP 21

Die folgende Auflistung zeigt (ohne Anspruch auf Vollständigkeit), an welchen Kompetenzen und Kompetenzstufen gemäss dem Schweizer Lehrplan 21 mit der *KLU* Schatzinsel gearbeitet werden kann.

Kompetenzbereich Zahl und Variable

MA.1.A Operieren und Benennen

Die Schülerinnen und Schüler ...

	Die Schülerinnen und Schüler können addieren, subtrahieren, multiplizieren, dividieren und potenzieren.
MA.1.A.3 2d	... können bis 4 Wertziffern multiplizieren (im Kopf oder mit Notieren eigener Rechenwege, z.B. $45 \cdot 240$).
MA.1.A.3 2e	... können natürliche Zahlen durch einstellige Divisoren dividieren (im Kopf oder mit Notieren eigener Rechenwege, z.B. $231:7$).
	Die Schülerinnen und Schüler können Terme vergleichen und umformen, Gleichungen lösen, Gesetze und Regeln anwenden.
MA.1.A.4 2e	... verstehen die Division als Umkehroperation der Multiplikation und den Zusammenhang zur Addition (z.B. $28:7 = 4 \rightarrow 28 = 4 \cdot 7 \rightarrow 28 = 7+7+7+7$).
MA.1.A.4 2f	... können Produkte durch Verdoppeln und Halbieren umformen (z.B. $8 \cdot 26 = 4 \cdot 52 = 2 \cdot 104$).
MA.1.A.4 2h	Erweiterung: können Teilbarkeitsregeln durch 3, 4, 6, 8, 9, 25, 50 nutzen und Teiler natürlicher Zahlen bestimmen.

MA.1.B Erforschen und Argumentieren

	Die Schülerinnen und Schüler können Zahl- und Operationsbeziehungen sowie arithmetische Muster erforschen und Erkenntnisse austauschen.
MA.1.B.1 2f	... lassen sich auf offene Aufgaben ein, erforschen Beziehungen, formulieren Vermutungen und suchen Lösungsalternativen.
	Die Schülerinnen und Schüler können Aussagen, Vermutungen und Ergebnisse zu Zahlen und Variablen erläutern, überprüfen, begründen.
MA.1.B.2 2g	können Ergebnisse zu Grundoperationen durch Vereinfachen (z.B. $8 \cdot 13 = 4 \cdot 26 = 2 \cdot 52$), Zerlegen (z.B. $17.8 + 23.5 = 17 + 3 + 20 + 1.3$) und Umkehroperationen überprüfen.

Kompetenzbereich Form und Raum

MA.2.A Operieren und Benennen

	Die Schülerinnen und Schüler verstehen und verwenden Begriffe und Symbole.
MA.2.A.1 2g	... verstehen und verwenden die Begriffe ... Strecke, ... Länge, ... Winkel ...
	Die Schülerinnen und Schüler können Längen, Flächen und Volumen bestimmen und berechnen.
MA.2.A.3 1b	... können Längen mit Hilfsgrößen (z.B. Fingerlänge oder Raster) vergleichen und auf 1 cm genau messen.

MA.2.C Mathematisieren und Darstellen

	Die Schülerinnen und Schüler können Figuren falten, skizzieren, zeichnen und konstruieren sowie Darstellungen zur ebenen Geometrie austauschen und überprüfen.
MA.2.C.2 2f	... können mit Rastern, Zirkel und Geodreieck zeichnen (z.B. parallele Linien, rechte Winkel, rechtwinklige Dreiecke, Quadrate und Rechtecke).

	Die Schülerinnen und Schüler können in einem Koordinatensystem die Koordinaten von Figuren und Körpern bestimmen bzw. Figuren und Körper aufgrund ihrer Koordinaten darstellen sowie Pläne lesen und zeichnen.
MA.2.C.4 1c	... können Objekte in einem Plan darstellen (z.B. Sitzordnung im Klassenzimmer).
MA.2.C.4 3h	... können Lagebeziehungen von Objekten massstabgetreu in einem Koordinatensystem darstellen (z.B. den Pausenplatz).

Grössen, Funktionen, Daten und Zufall

MA.3.A Operieren und Benennen

	Die Schülerinnen und Schüler verstehen und verwenden Begriffe und Symbole zu Grössen, Funktionen, Daten und Zufall.
MA.3.A.1 2e	... können Masseinheiten und deren Abkürzungen benennen und verwenden: Längen(km, dm, mm), ... , Zeit(h, min).
	Die Schülerinnen und Schüler können Grössen schätzen, messen, umwandeln, runden und mit ihnen rechnen.
MA.3.A.2 2f	... können Längen, ... und Zeitdauern schätzen und messen sowie mit einer geeigneten Masseinheit angeben.
MA.3.A.2 3k	... können Berechnungen mit zusammengesetzten Masszahlen durchführen ...).
	Die Schülerinnen und Schüler können funktionale Zusammenhänge beschreiben und Funktionswerte bestimmen.
MA.3.A.3 3h	... können Streckenlängen aufgrund von Massstabangaben bestimmen und umgekehrt.

MA.3.B Erforschen und Argumentieren

	Die Schülerinnen und Schüler können zu Grössenbeziehungen und funktionalen Zusammenhängen Fragen formulieren, diese erforschen sowie Ergebnisse überprüfen und begründen.
MA.3.B.1 2g	... können funktionale Zusammenhänge, insbesondere zu ... Weg-Zeit, formulieren und begründen

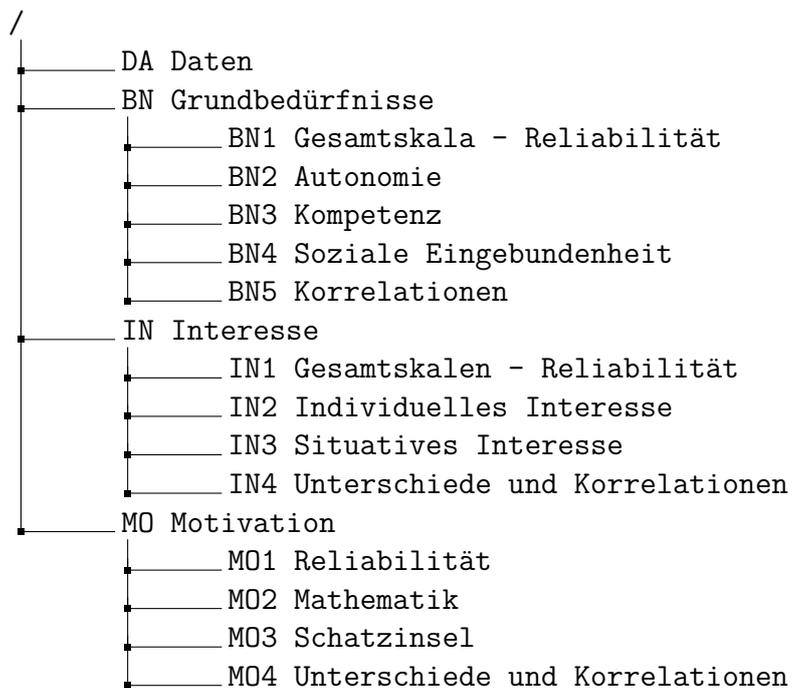
MA.3.C Mathematisieren und Darstellen

	Die Schülerinnen und Schüler können Daten zu Statistik, Kombinatorik und Wahrscheinlichkeit erheben, ordnen, darstellen, auswerten und interpretieren.
MA.3.C.1 2d	... können Zufallsexperimente durchführen, Ergebnisse protokollieren
	Die Schülerinnen und Schüler können Sachsituationen mathematisieren, darstellen, berechnen sowie Ergebnisse interpretieren und überprüfen.
MA.3.C.2 2e	... erkennen in Sachsituationen Proportionalitäten ...
MA.3.C.2 3f	... erkennen proportionale, ... (Erweiterung: indirekt proportionale) Zusammenhänge in Sachsituationen ...

Anhang D

Link zu den SPSS-Dateien

Die im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Daten und Ausgaben sind als SPSS-Dateien auf Dropbox unter folgender Verzeichnisstruktur abgelegt:



Die Zugangsberechtigung kann beim Verfasser (urs.krummenacher@phlu.ch) via E-Mail angefordert werden.