

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Entwicklung von Lernspielen zur Bruchrechnung
und Messung des Kompetenzzuwachses bei deren
Einsatz im Vergleich zu herkömmlichen Unterrichts-
formen“

verfasst von / submitted by

Benita Weichselbraun, BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the de-
gree of

Master of Education (MEd)

Wien, 2023 / Vienna 2023

Studienkennzahl lt. Studienblatt / UA 199 520 523 02
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

Studienrichtung lt. Studienblatt / Masterstudium Lehramt Sek (AB)
degree programme as it appears on Lehrverbund UF Mathematik
the student record sheet: Lehrverbund UF Physik Lehrverbund

Betreut von / Supervisor: Assoz. Prof. Mag. Mag. Dr. Christoph
Ableitinger, Privatdoz.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Masterarbeit wird die Thematik „Entwicklung von Lernspielen zur Bruchrechnung und Messung des Kompetenzzuwachses bei deren Einsatz im Vergleich zu herkömmlichen Unterrichtsformen“ behandelt. Die dazugehörige Fragestellung lautet „Wie groß ist der Kompetenzzuwachs beim Einsatz von analogen Lernspielen im Vergleich zu herkömmlichen Unterrichtskonzepten beim Thema Bruchrechnung in einer ersten Klasse einer niederösterreichischen Mittelschule?“.

Am Anfang dieser Arbeit wird die Forschungslücke definiert und die theoretischen Grundlagen werden dargelegt. Danach wird die Studie beschrieben und die Ergebnisse und Interpretation werden wiedergegeben. Zum Schluss finden sich eine Überarbeitung der Studie und weitere mögliche Spiele zum Thema Bruchrechnungen, welche jedoch nicht für die Studie an sich verwendet wurden.

Für die Studie wurde zuerst in einem Check-up der Ist-Zustand der Schüler*innen abgefragt und anschließend die Klasse in zwei Gruppen geteilt. Die Versuchsgruppe bekam Spiele zum Wiederholen und Festigen und die Kontrollgruppe wiederholte dieselben Inhalte mittels Arbeitsblätter. Abschließend wurde ein weiterer Check-up von den Lernenden ausgefüllt, um den Kompetenzzuwachs zu messen und ein Online-Fragebogen ausgefüllt. Die Analyse der Studie ergab keinen signifikanten Unterschied im Kompetenzzuwachs bezüglich der Verwendung von Lernspielen im Vergleich zu herkömmlichen Unterrichtsformen zwischen den beiden Gruppen.

Abstract

This master's thesis deals with the "Development of learning games for fractions and measuring the increase in competence when they are used in comparison to conventional forms of teaching". The associated question this thesis attempts to answer is "If and to what extent is competence increased when using analog learning games compared to conventional teaching concepts on the subject of fractions in a first form of a Lower Austrian secondary school?".

Initially in this paper the research gap and the theoretical basis are defined. Then the study is described and the results and interpretation are presented. Finally a revision of the study is added and further alternative games on the topic of fractions, which were not used for the study itself, are mentioned.

For the study, the current state of the students was first ascertained in a check-up and then the class was divided into two groups. The experimental group received games to repeat and consolidate, and the control group repeated the same content using worksheets. In the end, a final check-up was completed by the learners to measure competence increase and an online questionnaire was filled out. The present paper reveals no significant competence increase by using learning games instead of conventional teaching concepts.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Motivation.....	7
2. Aktueller Forschungsstand	10
2.1 Forschungslücke	10
2.2 Forschungsfrage	13
3 Theoretische Grundlagen	15
3.1 Klärung der Begriffe	15
3.2 Die Digitalisierung	22
3.3 Bedeutung von Spielen im Mathematikunterricht	25
4 Methodik	27
4.1 Erstellen der Aufgaben.....	27
Domino.....	28
Duell.....	29
Memory	30
Arbeitsblätter	31
Check-up 1.....	36
Check-up 2.....	37
Fragebogen.....	38
4.2 Datenerhebung	41
5. Ergebnisse.....	42
5.1 Datenaufbereitung.....	42
5.2 Datenanalyse	42
6. Interpretation und Diskussion	52

6.1 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	52
6.2 Beschränkung der Forschung	55
6.3 Fazit	56
7. Überarbeitetes Material.....	57
7.1 Spiele	57
7.2 Arbeitsblätter	58
7.3 Fragebögen.....	59
7.4 Weitere erarbeitete Spiele	62
8. Literaturverzeichnis.....	66
9. Anhang	75
9.1 Kopiervorlagen für die Spiele der Studie	75
9.2 Ausgewählte Arbeitsblätter.....	87
9.3 Ausgewählte Check-ups vor der Intervention.....	96
9.4 Ausgewählte Check-ups nach der Intervention	100
9.5 Kopiervorlagen zum Spiel „Brüchewurm“	104
9.6 Kopiervorlagen zum Spiel „Kampf um den Thron“	111

1. Einleitung und Motivation

Wie es Heimlich (vgl. 2015: 91) bereits schrieb, wurde in der Geschichte der Menschen immer gespielt. Die Art des Spielens hat sich im Laufe der Jahre gewandelt und an die gegebenen Umweltsituationen angepasst. Zuerst gab es sportliche Spiele und Spiele mit religiösen Inhalten, danach kamen unterschiedlichste Kinderspiele auf. Beispiele dafür sind die Puppen, das Steckenpferd oder die Reifen. (vgl. Heimlich 2015: 89, 91, 96)

Ab dem frühen 15. Jahrhundert wurden Spiele in das Bildungskonzept teilweise miteinbezogen und erlangten dadurch an Bedeutung. (vgl. Scheuerl 1988: S. 8, zitiert nach Heimlich 2015: 104)

Im 19. Jahrhundert wurde die Bedeutung der Spiele für kleine Kinder erkannt. Sie sollten durch die Spiele die Natur erfahren und kennenlernen. (vgl. Heimlich 2015: 108-112)

Nach Pohl (vgl. 2014: 28) ist das Spielen die Urform des Übens, wobei Fehler gemacht werden dürfen. Die Kinder gehen von einem nachahmenden Spiel immer mehr zum eigenen Tun über. Sie spielen miteinander und verarbeiten so die unterschiedlichen Eindrücke aus dem Alltag. (vgl. Pohl 2014: 28 f.)

Da die Spiele im täglichen Leben der Kinder eine große Rolle einnehmen, soll diese Tätigkeit im schulischen Kontext immer mehr integriert werden, fordern Heinz und Kaiser (vgl. Heinz/Kaiser 2017: 8 f.).

Spiele gewinnen auch in der Didaktik immer mehr an Bedeutung, weil herkömmliche Unterrichtsmethoden, wie beispielsweise der Frontalunterricht, als überholt angesehen werden (vgl. Heimlich 2015: 179).

Es handelt sich bei den neueren Unterrichtsmethoden, bei welchen Spiele inkludiert werden, um einen offenen Unterricht, wobei selbstständige Lernprozesse stattfinden sollen. Diese Form des Unterrichts kann die individuellen Bedürfnisse eines oder einer Lernenden in einer heterogenen Gruppe berücksichtigen. (vgl. Heimlich 2015: 179)

Das Spiel und die Schule sind eng miteinander verbunden, da durch das Spielen gelernt werden kann. Spiele haben den Vorteil, dass sie unmittelbare Rückmeldungen geben, welche den weiteren Spielverlauf beeinflussen können, die Spielenden können soziale Regeln und deren Konsequenzen bei Nichtbeachten üben und sie lernen zu kooperieren und zu kommunizieren. Ebenso fördert das

Spielen das soziale Lernen der Kinder, da es entlastend und befreiend wirkt. (vgl. Schleiermacher 1957, zitiert nach Frommberger/Freyhoff/Spies 1976: 28)

Nicht nur Kinder spielen gerne, sondern auch viele Erwachsene. Es gibt bereits eine Vielzahl an Gesellschaftsspielen, welche sowohl für die Kleineren als auch für die Älteren attraktiv sind. (vgl. Schmitz 2019)

Das Spielen ist durch die Technologisierung einfacher und schneller zugänglich geworden (vgl. Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz 2022: S. 6). Es gibt bereits unzählige Spielapps für Smartphones, worunter auch einige Lernapps zu finden sind. Durch diese Apps können unter anderem Sprachen einstudiert werden, beispielsweise durch das App *Duolingo*. Weiters können die kognitiven Fähigkeiten verbessert werden, wie zum Beispiel durch das App *Gehirn.fm* und außerdem kann beispielsweise durch *TED* das allgemeine Wissen vergrößert werden. (vgl. Mathieu 2021)

Durch das Aufkommen der neuen Technologien und der virtuellen Welt, werden Online-Spiele immer beliebter, da bereits ca. zwei Drittel der Jugendlichen regelmäßig spielen. (vgl. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest 2017: 42)

Bei diesen Spielen ist der oder die durchschnittliche*r Spieler*in 32 Jahre alt (vgl. BIU/GfK 2013, zitiert nach Rapp 2014: 119). Dies zeigt, dass nicht nur die jüngere Generation einen Anreiz in Spielen sieht. Aufgrund dieser Ergebnisse aus unterschiedlichen Studien, stellt sich nun folgende Frage: Wieso sollte das Spielen kein Teil im schulischen Unterricht sein?

Im Rahmen dieser Masterarbeit soll deshalb das Spielen im Mathematik-Unterricht näher beleuchtet werden. Im Genaueren werden Lernspiele zum Thema Bruchrechnen erstellt und diese im Vergleich zu herkömmlichen Unterrichtsformen in einer 1. Klasse einer niederösterreichischen Mittelschule erprobt. Dabei wird auf den Kompetenzzuwachs der Schüler*innen vor und nach der Intervention geachtet.

Das Ziel der vorliegenden Masterarbeit ist es, den Kompetenzzuwachs von Schüler*innen beim Durchführen von Lernspielen im Vergleich zu herkömmlichen Übungsmethoden mit selbsterstellten Materialien zum Thema Bruchrechnen in einer 1. Klasse zu untersuchen.

Um dieses Ziel zu erlangen, wird eine Feldstudie in einer 1. Klasse durchgeführt und die Ergebnisse werden im Anschluss daran analysiert. Dazu werden Kompetenzüberprüfungen vor und nach der Intervention durchgeführt und ein Fragebogen mit Beliefs wird von den Schüler*innen ausgefüllt. Beliefs sind Annahmen oder Überzeugungen der Schüler*innen in Bezug auf die Selbsteinschätzung ihrer Fähigkeiten und Fertigkeiten (vgl. Hoffman 2015). Die Lernenden werden in eine Versuchs- und eine Kontrollgruppe unterteilt, um diese im Anschluss miteinander vergleichen zu können.

Im zweiten Kapitel wird der aktuelle Forschungsstand aufgezeigt, die Forschungslücke gefunden und die Forschungsfrage festgelegt. Das dritte Kapitel enthält die theoretischen Grundlagen der Thematik. Anschließend wird die Methode der Studie beschrieben und die verwendeten Materialien werden dargestellt. Danach werden im fünften Kapitel die Ergebnisse der Umfrage und der Check-ups aufgelistet, analysiert und anschaulich dargestellt. Abschließend werden im letzten Kapitel die Ergebnisse interpretiert und diskutiert. Das achte Kapitel befasst sich mit Änderungs- und Verbesserungsvorschlägen, wenn diese Studie nochmals durchgeführt werden sollte. Im Anhang sind Literaturverzeichnis und ausgefüllte Arbeitsblätter sowie Check-ups vor und nach der Intervention dieser Masterarbeit zu finden.

2. Aktueller Forschungsstand

2.1 Forschungslücke

Bai, Hirumi und Kebritchi (2010: 427) haben im Jahr 2010 unter anderem die Auswirkungen von modernen Computerspielen auf die Leistungen und die Motivation der Schüler*innen untersucht. Die Erkenntnis aus dieser Studie war, dass die Spielgruppe signifikant bessere Leistungen beim Benchmark-Test, welcher ein Test zur Überprüfung der Kompetenzen ist, erbrachten als die Kontrollgruppe. Dabei wurden 193 Lernende einer amerikanischen Schule im Südosten von Amerika durch Interviews, Umfragen und Benchmark-Prüfungen untersucht. (Bai/Hirumi/Kebritchi 2010: 427–443)

Fokides (2017: 851) veröffentlichte 2017 eine Studie, in der er den Lernzuwachs beim Verwenden von digitalen Spielen im Mathematikunterricht untersuchte. Es zeigte sich, dass die Spielgruppe die mathematischen Kompetenzen besser erworben haben als die Kontrollgruppen. In den Kontrollgruppen wurden herkömmliche Unterrichtsmethoden, vor allem der lehrer*innenzentrierte Unterricht und die Einzelarbeit, angewandt. Die Spielgruppe konnte die mathematischen Kompetenzen auch teilweise besser erwerben als jene Gruppen, die mit alternativen Unterrichtsmethoden arbeiteten. Unter alternativen Unterrichtsmethoden wird hierbei das Driver und Oldham-Modell verstanden. Dabei müssen die Schüler*innen die neuen Informationen selbst erarbeiten, indem sie alte Informationen mit den neuen verbinden (vgl. Driver/Oldham 1986: 105-122). Für die Studie wurden 201 Schüler*innen von drei Grund- und Mittelschulen aus Athen herangezogen. Ausgewertet wurde die Studie mit Fragebögen und Auswertungsbögen. (Fokides 2017: 851–867)

Im Jahre 2014 wurde von Huang, Hung und Hwang (2014: 151) eine Studie veröffentlicht, in welcher sie unter anderem die Effektivität der Leistungssteigerung beim Lernen mit mathematisch-spiel-basierten Lernumgebungen betrachteten. Das Ergebnis war, dass spiel-basierte E-Book-Lernmodelle die Lernleistung, die Motivation und die Selbstwirksamkeit effektiver steigern als bei der Kontrollgruppe. Es wurden 69 Fünftklässler zu je drei Klassen mit 23 Schüler*innen getestet. Die Kinder wurden in zwei Versuchs- und eine Kontrollgruppe aufgeteilt und mittels Vor- und Nachtest wurden die Leistung gemessen. (Huang/Hung/Hwang 2014: 151–166)

Bragg (2012: 1445) hat 2012 die Effektivität von mathematischen Spielen als pädagogisches Instrument des kindlichen Lernens erforscht. Dass das Spielen von Spielen eine geringfügige, aber statistisch signifikante positive Auswirkung hat, war ihr Ergebnis. Die Forscherin hat dafür 112 Schüler*innen aus acht verschiedenen Klassen getestet. Gesamt waren drei Schulen aus Melbourne in Australien beteiligt, wobei die Kinder zwischen zehn und zwölf Jahre alt waren. Es gab für die Untersuchungen einen Vor- und einen Nachtest sowie einen Leistungstest. (Bragg 2012: 1445-1467)

Elen et al. (2015: 42) hatten das Forschungsziel, die Wirksamkeit von pädagogischen Mathematikspielen zu testen, um eine Verbesserung des proportionalen Denkens bei Schüler*innen in berufsvorbereitenden Schulen zu erzielen. Dass Lernende von spiel-basiertem Lernen profitieren können, wurde dabei erkannt. Im Zuge der Studie wurden 242 Schüler*innen zwischen elf und 15 Jahren aus drei verschiedenen Schulen getestet. Die Daten wurden durch einen Vor- und Nachtest und einen Rechen- und Wissenstest erhoben. (Elen et al. 2015: 42–52)

Die Untersuchung von Es-Sajjade und Paas (2020: 2685) nahmen die Auswirkungen des Spiels *MATHERIAL* in Bezug auf die Leistung und Motivation der Schüler*innen unter die Lupe. Es konnte herausgefunden werden, dass die Spielgruppe bessere mathematische Ergebnisse erzielte als die Kontrollgruppe. Für die Untersuchung wurden 227 Kinder der fünften und sechsten Klasse aus den Niederlanden getestet. Die Schüler*innen wurden zufällig in Versuchs- und Kontrollgruppen eingeteilt und schrieben nach der vierwöchigen Intervention einen Test. (Es-Sajjade /Paas 2020: 2685-2703)

Für die Studie von van den Heuvel-Panhuizen, Köller und Kolovou (2013: 510) wurden 236 Sechstklässler*innen aus den Niederlanden untersucht. Das Ziel der Studie war es, die Auswirkungen eines Online-Spieles auf die Leistungen im Bereich der Algebra zu messen. Die Lernenden wurden in mehrere Versuchs- und Kontrollgruppen eingeteilt, sie nahmen an einem Vortest und nach sechs Wochen an einem Nachtest teil. Die Studie zeigte, dass durch das Online-Spiel signifikant positive Effekte bezüglich der Leistung der Schüler*innen erzielt wurden. (Heuvel-Panhuizen/Köller/Kolovou 2013: 510–549)

Brezovszky und ihre Kollegen und Kolleginnen (2019: 427) testeten die Wirkung von spiel-basierten Lernumgebungen auf die Unterstützung des adaptiven Zahlenwissens und den damit verbundenen Rechenfertigkeiten von Grundschulern. Die Studie zeigte, dass die Versuchsgruppe die Kontrollgruppe sowohl beim

adaptiven Zahlenwissen als auch bei der mathematischen Beherrschung der Rechnungen übertraf. Für die Studie wurde in Finnland mit 1168 Kindern der vierten, fünften und sechsten Schulstufe geforscht. Es wurde eine Versuchs- und eine Kontrollgruppe gebildet, ein Vor- und Nachtest durchgeführt und die Kinder konnten zehn Wochen ein Zahlennavigationsspiel im Zuge des Unterrichtes spielen. (Brezovszky et al. 2019: 427–443)

Im Zuge der Forschung von Chan, Chen, Ku, Lao und Wu (2014: 65) wurde unter anderem untersucht, ob spiel-basiertes Lernen für alle Schüler*innen mit unterschiedlichsten Fähigkeiten von Vorteil ist. Sie sind zum Ergebnis gekommen, dass die Leistungen der spielenden Schüler*innen signifikant besser waren als jene Leistungen von Schüler*innen, die mit papierbezogenen, herkömmlichen Ansätzen ihre Aufgaben lösen mussten. Für diese Untersuchung wurden 51 Lernende im Alter von zehn bis elf Jahren herangezogen. Es gab eine Versuchs- und eine Kontrollgruppe, welche fünf Wochen lang zwei Mal pro Woche für 20 Minuten die Intervention ausübten. Die Ergebnisse wurden mittels Computertest und Vertrauensskala zu Beginn und am Ende der Studie erhoben. (Chan/Chen/Ku/Lao/Wu 2014: 65–78)

Die Untersuchungen von Adams, Forlizzi, Mayer und McLaren (2017: 36) haben gezeigt, dass Spiele sowohl im direkten als auch in einem späteren Test zu signifikant besseren Leistungen beim Lösen von mathematischen Aufgaben führen. Das Ziel der Forschung war unter anderem, die Lernergebnisse zum Thema Dezimalzahlen von dem spielerischen Erarbeiten des Stoffes einerseits und der Erarbeitung mit konventionellen Ansätzen andererseits zu vergleichen. Insgesamt nahmen 153 Probanden und Probandinnen aus zwei Mittelschulen an der Untersuchung teil. Es gab einen Vor- und einen Nachtest, einen demografischen Fragebogen und einen Bewertungsfragebogen, um die Daten zu sammeln. (Adams/Forlizzi/Mayer/McLaren 2017: 36–56)

Das Ziel dieser Studie von Chang, Evans, Kim, Norton und Samur (2015: 47) war, die Auswirkungen des Lernspiels *The Math App* auf die Bruchkompetenzen zu analysieren. Die Ergebnisse zeigten, dass die spielenden Schüler*innen höhere mathematische Fähigkeiten aufwiesen als jene, die mit konventionellen Methoden zum Thema Bruchkompetenzen arbeiteten. Für die Untersuchung wurden 306 Lernende aus der sechsten bis zur achten Schulstufe getestet. Die Schüler*innen stammten aus zwei Schulen des Südwestens von Virginia (Amerika). Es gab einen Vortest und nach neun Wochen Intervention, unterteilt in eine

Versuchs- und Kontrollgruppe, einen Nachtest. (Chang/Evans/Kim/Norton/Samur 2015: 47–57)

Eine ähnliche Untersuchung wurde von Boston, Corcoran, Lam und Masek (2017: 486) durchgeführt. Ihr Ziel war es, die Effekte des Online-Spieles *Abydos* auf die Bruchkompetenzen der Schüler*innen zu untersuchen. Bei dieser Studie nahmen mehr als 2 750 Lernende aus fünf Klassen der sechsten Schulstufe in Perth (Westaustralien) teil. Dort wurden sie in drei Versuchs- und zwei Kontrollgruppen aufgeteilt und mittels Vortest und Nachtest wurden die Daten erhoben. (Boston/Corcoran/Lam/Masek 2017: 486–499).

Von einem gegenteiligen Ergebnis berichteten Fiorella, Kuhlmann und Vogel-Walcutt im Jahre 2019. Sie untersuchten die Auswirkungen bei der Implementierung eines narrativen, computerbasierten Lernspieles im Mathematikunterricht. Die Ergebnisse zeigten keinen signifikanten Unterschied in den Lernergebnissen. Es wurden für die Untersuchung 58 amerikanische Siebtklässler einer U.S. Force Basis in Deutschland getestet. Dafür wurde sowohl ein Vor- als auch ein Nachtest durchgeführt und zehn Stunden lang statt dem konventionellen Mathematikunterricht das Lernspiel gespielt. Ebenso wurden Beobachtungsdaten für die Studie erhoben. (Fiorella/Kuhlmann/Vogel-Walcutt 2019: 1495-1512).

2.2 Forschungsfrage

Die meisten Studien kommen zu dem Ergebnis, dass Lernspiele förderlicher sind als der traditionelle Unterricht. Manche sprechen sich jedoch auch dagegen aus und wieder andere können kaum einen signifikant positiven Effekt bezüglich der Verwendung von Lernspielen verzeichnen. Durch die unterschiedlichen Resultate der Studien konnte gezeigt werden, dass dieses Gebiet noch nicht ausreichend erforscht wurde. Ebenso wurde in keiner der Untersuchungen der Kompetenzzuwachs von Lernspielen im Vergleich zu herkömmlichen Unterrichtsmethoden bei der Thematik des Bruchrechnens behandelt. In den vorliegenden Forschungsergebnissen lag der Fokus auf digitalen Lernspielen und nicht auf analogen Lernspielen. Das Thema der Masterarbeit ist für das Forschungsgebiet insofern relevant, als es kaum Untersuchungen von herkömmlichen Unterrichtsmethoden im Vergleich zu analogen Spielen gibt.

Dadurch ergibt sich eine Forschungslücke, da noch niemand den Kompetenzzuwachs von herkömmlichen Unterrichtsmethoden im Vergleich zu analogen

Lernspielen beim Thema Bruchrechnen in einer ersten Klasse durchgeführt hat. Die Forschungsfrage lautet somit: „Wie groß ist der Kompetenzzuwachs beim Einsatz von analogen Lernspielen im Vergleich zu herkömmlichen Unterrichtskonzepten beim Thema Bruchrechnung in einer ersten Klasse einer niederösterreichischen Mittelschule?“

3 Theoretische Grundlagen

3.1 Klärung der Begriffe

3.1.1 Das Spielen

Die Merkmale des Spiels sind Zweckfreiheit, Unvorhersehbarkeit, Fiktionalität und Regelhaftigkeit. Das Spielen selbst dient keinem vordefinierten Ziel und ist somit ungezwungen. Ebenso kann der oder die Spielende eigene Entscheidungen treffen und damit den Spielverlauf verändern. Durch die Fantasie kann jede*r der Realität entfliehen und es bietet damit eine Chance, im Modus des Machens zu verweilen. Regeln sind beim Spielen unvermeidbar, aber sie regeln das Spiel nur und führen es nicht, sondern die Spielenden leiten es an. (vgl. Arlt/Arlt 2019: 58–62)

Das Regelspiel, welches eine Art des Spielens entspricht, unterliegt der Einhaltung und Absprache von Regeln. Ebenso müssen die Regeln im Spiel befolgt werden und die Schüler*innen dabei miteinander sozial interagieren. Ein wichtiger Wesenszug des Regelspiels ist der Wettbewerbscharakter. (vgl. Benz/Peter-Koop/Grüßing 2015: 34)

Kinder werden von Spielen geprägt und setzen sich dabei mit ihrer kulturellen Umwelt auseinander. Durch das Spielen erlernen die Kinder unterschiedlichste Handlungsvorgänge und gewinnen dadurch an Selbstständigkeit. (vgl. Mehringar/Waburg 2020: 143 f.)

Spielen gibt den Schüler*innen die Chance ihr Wissen und Können zu zeigen. (vgl. Benz/Peter-Koop/Grüßing 2015: 32)

Der Lernvorgang findet nicht nur bewusst, sondern auch unbewusst statt. Dies geschieht auch im Spiel, wodurch das Spielen eine Form des Lernens sein kann. Diese Art hat den Vorteil, dass sie angenehm ist und die Kinder sie nicht als Lernen deklarieren. Teilweise regt sie auch die soziale und persönliche Entwicklung, die Motorik und die kognitiven Fähigkeiten an. Spielen ist ein wichtiger Teil in der kindlichen Entwicklung, das kann auch im Tierreich beobachtet werden. Es findet außerdem in allen Kulturen statt und lehrt dabei allgemeines Wissen, nämlich Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten, welche man im Alltag benötigt werden. In der Schule ist Lernen auf einen expliziten Wissenserwerb ausgerichtet, wohingegen Spielen einem Selbstzweck dient und meistens prozessorientierter

ist. Dadurch haben beide Formen, sowohl das Lernen als auch das Spielen, unterschiedliche Motivationen als Antrieb. (vgl. Hauber/Zander 2020: 175 f.)

Bereits bei Hirnforschungen erkannte man, dass man sich etwas besser merken kann, wenn man den Lernprozess mit Spaß verknüpft. Ebenso ist es beim Lernen durch Spiele so, dass die Kinder es freiwillig machen und die Bereitschaft, es zu wiederholen und zu festigen, größer ist. (vgl. Spitzer 2002, zitiert nach Hauber/Zander 2020: 176 f.)

Damit Inhalte vom Gehirn gespeichert werden und somit abrufbar gemacht werden, müssen sich im Gehirn Verbindungen bilden. Die Synapsen, welche die Verbindungen zwischen den Milliarden Nervenzellen bilden, werden durch den Prozess des Lernens gebildet. Je stabiler diese Verknüpfungen sind, desto einfacher werden Inhalte abgerufen. (vgl. Klippert 2008, zitiert nach Thiele 2020: 148 f.)

Die Steuerungen des Lernprozesses finden durch die Umwelt statt und nicht durch das Gehirn selbst. Um Lernen hirngerecht zu machen, müssen die Spielenden Freude beim Spielen empfinden, da dadurch Dopamin ausgeschüttet wird, welches sich günstig auf die Aktivität im Hirn auswirkt. (vgl. Jackel 2008: 15-18; Thiele 2020: 148 f.)

Lernen funktioniert am besten, wenn die Kinder Autonomie, Angenommen-Sein und Kompetenz erfahren, deshalb ist das Spielen dafür besonders geeignet. (vgl. Deci/Ryan 1993; Hauber/Zander 2020: 178)

Durch Spiele können Kinder die Erfahrungen in der Realität ausprobieren und auf ihre Gültigkeit überprüfen. Es fördert auch die Entfaltung der eigenen Persönlichkeit. (vgl. Heimlich 2015: 31, 69)

Vor allem auch für Kinder mit Lernschwächen stellt Spielen eine willkommene Alternative dar. Durch die vielen Wiederholungen und den Glücksfaktor haben alle Kinder die gleichen Chancen, wodurch es zu weniger frustrierenden Situationen kommt. (vgl. Hauber/Zander 2020: 180)

3.1.2 Das Lernen

Als Lernen wird eine permanente Änderung im Verhalten eines Individuums aufgrund einer vorherigen Erfahrung bezeichnet. Im Laufe der Jahre haben sich einige Lerntheorien entwickelt, welche sich in ihren Inhalten sehr unterscheiden. Sie zeigen, dass Lernen auf verschiedenste Art und Weise funktionieren kann. Es werden nun einige Lerntheorien genannt und kurz erklärt. Dabei werden folgende Lerntheorien unterschieden (vgl. Herder 1974: 232-234):

- Kontiguitätstheorie (z.B. Guthrie, Pawlow): Die zeitliche und räumliche Nähe von Reiz und Reaktion ist eine hinreichende Bedingung für das Lernen. Dazu zählt das klassische Konditionieren (z.B. Pawlowscher Hund).
- Effektttheorien (z.B. Thorndikes): Zu der Kontiguitätstheorie muss eine Belohnung hinzugegeben werden, um Lernen zu erreichen (z.B. instrumentelle Konditionierung).
- Lernen durch Handeln (z.B. Skinner): Gewisse Handlungen oder Verhaltensweisen werden durch Verstärker stabilisiert.
- Imitationslernen (z.B. Bandura): Die Merkmale aller beteiligten Personen (Beobachter, Vorbild) und die Erhöhung des Vorbildverhaltens sind die entscheidenden Parameter.
- Assoziationstheorie: Zusammenhänge zwischen den Lernelementen ermöglichen den Lernvorgang (z.B. enge Verbindung zwischen Reiz und Reaktion; Verbindungen zwischen Bedeutung und Wort).
- Kognitionstheorie (z.B. Piaget): Dabei wird von komplexen Strukturen ausgegangen, welche das Identifizieren von zeitlichen, räumlichen und logischen Zusammenhängen leisten (z.B. Verstehen, Einsicht gewinnen, Erkennen von Zusammenhängen).

Beim „Prinzip des aktiven Lernens“ nach Wittmann (vgl. 1975: 226, zitiert nach Claus 1995: 83) wird vom Lernenden eine aktive Auseinandersetzung des Stoffes erwartet, um eine Wirkung im Lernprozess zu erzielen. (vgl. Claus 1995: 83) Lernen wird von emotionalen Prozessen begleitet. Laut Bernhard Schuch (1990: 77) wirken sowohl der kognitive als auch der emotionale Bereich beim Lernen zusammen, dies betonte bereits auch Piaget (1954). (vgl. Schuch 1990: 77) Nach Hollenstein (vgl. 1997: 243–245, zitiert nach Karthausen/Scherer 2007: 164) entsteht Wissen durch einen gemeinsamen sozialen Prozess, bei dem die Lernenden miteinander interagieren und kommunizieren. Dieser Prozess ist abhängig von Vorkenntnissen, Lernkultur und Interventionen des Lehrpersonals. (vgl. Karthausen/Scherer 2007: 164)

3.1.3 Die Lernspiele

Geeignete Spiele zum Lernen zeichnen sich vor allem durch die Freude am Ausführen der Tätigkeit aus. Dazu müssen der Spielbeginn, der -verlauf und die -regeln so konzipiert sein, dass sie den Fluss nicht stören. Auch die Gestaltung

des Spielmaterials ist eine wichtige Komponente. Das Spiel sollte altersgerecht eingebettet werden und so viele Sinne wie möglich ansprechen. Ein klar definiertes Ziel ist wichtig, um die Lerninhalte mit dem Spielmechanismus zu verschmelzen. Dadurch werden Motivation, Nachhaltigkeit und der Lernerfolg positiv beeinflusst. Wird das Spiel gerne gespielt, so wird das neu Gelernte auch öfter wiederholt und bildet eine gute Voraussetzung für den Lernerfolg. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass der Schwierigkeitsgrad langsam angepasst wird und die Spielen den Lernfortschritt erweitern. Die Selbstkontrolle ist ein nützliches Kriterium, damit sich Kinder autonom, kompetent und selbstwirksam fühlen. (vgl. Thiele 2020: 150 f.)

Weitere Faktoren sind der Spannungsbogen, die Abwechslung, die Veränderbarkeit durch die Lernenden und die Komplexität seitens der Spielregeln. (vgl. Fritz 1989: 134-140)

Nach Claus (vgl. 1995: 92) gibt es drei Gesetze, welche beim Üben eingehalten werden müssen. Das Gesetz der Wiederholung, der Motivation und der Verteilung. Bezüglich des Ersteren ist zu erwähnen, dass die Wiederholung nur so lange sinnvoll ist, bis eine Sättigung des Gelernten erreicht wurde. Durch die Übung wird die Anzahl an Fehlern vermindert und die Geschwindigkeit des Ablaufes gesteigert. Zu dem Gesetz der Verteilung ist zu sagen, dass kurze Wiederholungen, welche über einen größeren Zeitraum durchgeführt werden, gewinnbringender sind, als jene, bei denen gehäuftes Üben in einem kurzen Zeitraum umgesetzt wird. Die Motivation wird nach Winter (vgl. 1984: 6 f., zitiert nach Claus 1995: 94) durch einen entdeckenden Unterricht gefördert. (vgl. Claus 1995: 92-94, 127 f.)

Ein entdeckender Unterricht ist eine Unterrichtsform, wo die Schüler*innen die Initiative ergreifen und nur bei Bedarf Denkanstöße durch die Lehrperson erhalten. (vgl. Christmann 1980: 164)

Die Phasen des Erarbeitens und des Übens sind für die Schüler*innen wichtig. In diesen Bereichen geht es um das Einbringen neuer Ideen, welche ebenfalls erprobt werden können. Das Einsetzen der geeigneten sozialen Form ist bei den Phasen von Bedeutung. (vgl. Linneweber-Lammerskitten 2014: 306)

Es konnte herausgefunden werden, dass Ereignisse, welche mit starken Emotionen verbunden sind, sich eher vor unserem inneren Auge abspielen, als jene, bei denen kaum Emotionen beteiligt waren. Deshalb sind Lernspiele so gut

geeignet, um Lernprozesse zu starten und zu fördern. (vgl. Gluck, Mercado & Myers 2010, zitiert nach Thiele 2020: 149 f.)

Spiele eignen sich gut, um Inhalte einzuüben und zu vertiefen. Durch die Beteiligung von positiven Emotionen werden Lerninhalte bei Spielen besser verknüpft. Das Lernen wird für Kinder erst mit der Zeit anstrengend, da es oft mit Frustration in Verbindung gesetzt wird. Lernspiele sorgen für ein sofortiges Erfolgserlebnis und für Spaß, wodurch sie für den Einsatz zum Lernen prädestiniert sind. Des Weiteren fördern sie ebenso die soziale und emotionale Entwicklung von Kindern. (vgl. Thiele 2020: 154)

Eine Zugangsweise zum Lernen im außerschulischen Bereich bietet das spielerische Lernen. Lernspiele für den Unterricht sind zum Großteil durch Regeln festgelegt. Laut Wheeler (vgl. 1970: 215 ff., zitiert nach Karthausen/Scherer 2007: 128) werden die Lernenden nur dann aktiv, wenn sie selbst kreativ werden können und sich bei den Übungen selbstständig beteiligen müssen. Nach Homann (vgl. 1991: 4 ff., zitiert nach Karthausen/Scherer 2007: 128) liegen für den Einsatz von Lernspielen im mathematischen Unterricht folgende Thesen vor (vgl. Karthausen/Scherer 2007: 127–129):

- Durch Lernspiele wird die Bereitschaft zum Arbeiten mit Inhalten der Mathematik gesteigert.
- Sie fördern soziales Lernen.
- Mittels Lernspiele wird die Entwicklung von Strategien angeregt.
- Die kreativen Fähigkeiten der Lernenden werden entfaltet.
- Es werden Handlungserfahrungen während des Spielens gesammelt und diese können für die Begriffsbildung im Mathematikunterricht genutzt werden.
- Lernspiele können die Spielenden zum eigenständigen Untersuchen ermutigen.
- In Lernspielen verpackte Übungen steigern die Aufmerksamkeit und sind dadurch effektiver.

Beim kognitiv aktivierenden Mathematikunterricht werden Schüler*innen zu einem elaborierten und eigenständigen Gedankengang zu dem Thema angeregt. (vgl. Kunter et al. 2011: 251)

Man kann diese Form der Aktivierung nicht direkt beobachten, weswegen das Potenzial der Lernumgebung zur Messung herangezogen wird. Dabei handelt es

sich um eine Mischung aus Merkmalen des Unterrichtes, welche eine fachlich vertiefte Auseinandersetzung mit dem Thema des Mathematikunterrichtes bietet. (vgl. Lipowsky et al. 2009: 533 f.)

3.1.4 Die Motivation

Menschen sind erst dann motiviert, wenn sie alle möglichen Mittel einsetzen, etwas erreichen wollen und ein Ziel verfolgen, um einen gewollten zukünftigen Zustand zu erreichen. Durch die Intention ergibt sich ein entscheidendes Definitionsmerkmal für die Motivation. Es werden folgende Handlungen unterschieden: einerseits gibt es jene, bei denen eine Person seine oder ihre eigenen Ziele und Wünsche als autonom und selbstbestimmt erlebt (= frei gewählte Handlungen) und andererseits jene, bei denen sich eine Person durch andere Personen bzw. intrapsychische Zwänge zu einer Handlung genötigt fühlt (= kontrollierte Handlungen). Die Erste beschreibt die intrinsische und die Letzte die extrinsische Motivation. Die intrinsische Motivation ist freudvoll, interessenbestimmt und benötigt keinerlei Impulse von außen, Drohungen oder Versprechungen. Die Person fühlt sich dabei frei, weil das Handeln mit der Ansicht von einem selbst im Einklang steht. Bei der extrinsischen Motivation kann das Handeln von der erzielten Konsequenz getrennt werden. Sie erfolgt aufgrund einer Aufforderung. Werden intrinsische Handlungen durch extrinsische Belohnungen erweitert, so nimmt die intrinsische Motivation ab. (vgl. Deci/Ryan 1993: 224-226)

Nach Deci und Ryan (1993: S. 226) kann unter bestimmten Umständen die intrinsische Motivation durch extrinsische Belohnungen gesteigert werden und sie sind damit nicht zwangsläufig gegenteilige Partner. (vgl. Deci/Ryan 1993: 226 f.)

Laut Heckhausen (vgl. 1974: S. 142 f., zitiert nach Zech 1977: 187-192) muss bei der Motivation auch noch zwischen den unterschiedlich beteiligten Motiven unterschieden werden. Als Motiv definiert er Einstellungen, welche aus Grundsituationen hervorgehen. Motivation hingegen ist situationsabhängig. Die Verbindung von Motiven und situativen Umständen lassen die Motivation entstehen. Zech (vgl. 1977: 187 ff.) nennt den kognitiven Trieb, das Lebenszweckmotiv, das Selbstverwirklichungsmotiv, das Machtmotiv, das Leistungsmotiv, das ästhetische-ethische Motiv und das Anschlussmotiv als zentrale Motive für den Mathematikunterricht. Beispielsweise zählt zum kognitiven Antrieb das Verstehen- und Wissen-Wollen und zum Lebenszweckmotiv historische Bezüge, Anwendungen und Verlebendigungen. (vgl. Zech 1977: 187-192)

Für die Mathematikdidaktik sind sachbezogene und intrinsische Motivation zu-
meist Synonyme. (vgl. Zbick 1988: 357, zitiert nach Gudrun 2012: 33)

Die sachbezogene Motivation geht von der Sache aus und ist die bedeutendste
Motivationsart für das Fach Mathematik. Diese Art lenkt den Blick der Schüler*in-
nen weg von der Lehrperson und bewirkt selbstverantwortliches Arbeiten und
selbstständiges mathematisches Lernen. (vgl. Zbick 1988: 358, zitiert nach Gu-
drun 2012: 33)

Dabei werden die Lernenden durch Neugier, Selbstständigkeit und kognitivem
Konflikt intrinsisch motiviert. (vgl. Christmann 1980: 159 f.)

Durch die sachbezogene Motivation kann es zu einer längerfristigen Bereitschaft
der Beschäftigung mit mathematischen Themen kommen. (vgl. Gudrun 2012: 34)

Laut Deci und Ryan (vgl. 1993: 229) ist ein Mensch nur für das Gefühl der Kom-
petenz, der Autonomie oder der sozialen Eingebundenheit motiviert. (vgl.
Deci/Ryan 1993: 229)

Dabei ist der Auftrag umso zufriedenstellender, je ausführlicher die Bedürfnisse
beim Ausführen der Tätigkeit befriedigt werden. Das Gefühl der Kompetenz er-
halten die Spielenden, wenn die Aufgabenstellungen sinnvoll erstellt und an die
Kompetenzen der Kinder angepasst sind. Die Autonomie kann durch eine Viel-
zahl an Wahlmöglichkeiten des Lernpfades und damit einhergehenden unter-
schiedlichen Lösungswegen erreicht werden. Durch Partner*innen- und Grup-
penarbeiten kann man das Gefühl der sozialen Eingebundenheit schaffen. Das
gemeinsame Lösen und die Interaktionen sind hier wichtig. (vgl. Schedler 2020:
28 f.; Deci/Ryan 1993: 229 f.; Sailor 2016).

Als Flow-Erlebnis wird ein Zustand bezeichnet, der beispielsweise beim Compu-
terspielen auftritt: die Spieler*innen sind in das Spiel vertieft und gehen in ihrer
Tätigkeit auf. Dieser mentale Moment wird als zufriedenstellendes Gefühl wahr-
genommen. Damit sich eine Sicherheit bezüglich der eigenen Kompetenzen ein-
pendelt, ist ein zeitgerechtes, positives und auf die Leistung bezogenes Feed-
back von großer Bedeutung. Dies könnte in der Schule durch die Lehrperson
oder bei Computerspielen durch das Spiel selbst mitgeteilt werden. Ebenso spielt
das Interesse eine entscheidende Rolle, da es die intrinsische Motivation erheb-
lich anhebt. Die Kinder können extrinsisch beispielsweise durch Lehrpersonen
oder intrinsisch durch sich selbst motiviert werden. (vgl. Schedler 2020: 28 f.; vgl.
Csikszentmihalyi 1985: 58 f.)

Im Spiel wirken Spaß und die Neugier als Förderer intrinsischer Motivation, da sie ein Gefühl vermitteln, etwas geleistet oder erreicht zu haben. (vgl. Feder 2014: 29)

Malone (vgl. 1981: S. 335-339) nennt die Herausforderung, die Fantasie und die Neugier als die Schlüsselemente für intrinsische Motivation. (vgl. Malone 1981: S. 335-339)

Die intrinsische Motivation wird im Unterricht zum Beispiel durch mathematische Paradoxa angeregt, da der Reiz zu einem ständigen Wechsel zwischen Aufbau und Lösung des Problems führt. (vgl. Stampe 1984: 129)

Motivation kann unterschieden werden in Lern- und Leistungsmotivation. Die Lernmotivation bezeichnet jene Motivation, im Zuge derer die Person den Wunsch hat, gewisse Fähigkeiten oder Inhalte zu erlernen. Hingegen ist die Leistungsmotivation an den Erfolg des Lernenden beziehungsweise an der Vermeidung des Misserfolges geknüpft. (vgl. Wild/Hofer/Pekrun 2006, zitiert nach Hammer/Reiss 2021: 61; Krapp 1993: 188 f.)

Emotionen sind mitbestimmend für den Lernprozess und haben einen Einfluss auf die Leistungen der Lernenden. Es gibt dazu auch bereits Arbeiten, welche belegen, dass Emotionen zum Großteil fachspezifisch sind. (vgl. Hammer/Reiss 2021: 64 f.; Götz 2002)

Die intrinsische Motivation ist für alle Schüler*innen, sowohl für leistungsstarke als auch für lernschwache Schüler*innen, im Unterricht notwendig, da sie im Bereich des Übens eine wesentliche Rolle spielt. Extrinsische Motivation im Mathematikunterricht ist vor allem bei Lernspielen oder bei besonderen Organisationsformen, beispielsweise bei Arbeiten an Projekten oder substanziellen Lernumgebungen, anzuwenden. (vgl. Gruber/Wienholt 1994, zitiert nach Karthausen/Scherer 2007: 219-221)

Die Motivation ist für den Erwerb von mathematischen Kompetenzen wichtig. (vgl. Linneweber-Lammerskitten 2014: 17)

3.2 Die Digitalisierung

Wenn der Computer und das Spiel miteinander in Verbindung gebracht werden, werden auch kognitive, soziale und emotionale Faktoren, welche den Lernprozess fördern, angeregt. Dadurch werden außerdem die Leistungs- und Lernmotivation und das Interesse der Kinder miteinbezogen. (vgl. Prensky 2001: 1 f.)

Bei der Digitalisierung von Lernsoftwares werden vor allem die Aspekte Selbstkontrolle, Diagnostik und Adaptivität angeführt. Jedoch besitzen sie nicht die Funktion der Selbstkontrolle, da digitalisierte Lernsoftwares nur zwischen richtig und falsch unterscheiden. Bezüglich der Diagnostik können solche Softwares nur die Aufzählungen der richtigen Aufgaben angeben und keine aufschlussreiche Diagnostik. Ebenso sind die Programme nicht adaptiv genug, weil die Anspruchsniveaus der Schüler*innen unterschiedlich sind und in dem Programm nur feste Leistungsniveaus, zwischen denen hinauf- und hinuntergeschaltet werden können, existieren. Beispielsweise kann beim Absolvieren eines Spieles zwischen unterschiedlich schweren Levels hin- und hergesprungen werden. Damit können solche Lernsoftwares keine natürliche Differenzierung ermöglichen. (vgl. Karthausen/Scherer 2007: 278-281)

Die Alternate Reality Games (ARGs) gehören zur Sparte der Gesture-Based Technology (GBTs). Durch die ARGs werden die Spielenden zu digitalen Detektiven und somit zum Nachdenken angeregt, während sie ein Online-Spiel spielen. Dabei sollen die Spielenden zusammenarbeiten, um Probleme und Schwierigkeiten zu überwinden. Das Spiel selbst erzählt eine Geschichte und erzeugt durch den spielerischen Charakter ein interaktives Erlebnis, bei dem sich Lern- und Lehrmöglichkeiten ergeben. (vgl. Felicia 2014: 1-3)

Gestenbasierte Technologien stellen eine Möglichkeit dar, die Einstellung der Schüler*innen zum Fach Mathematik positiv zu verändern. (vgl. Miller/Robertson 2011: 860)

Nach Shin, Sutherland, Norris und Soloway (vgl. 2012: 558) bietet es ebenfalls die Chance, lehrergesteuertes Spielen zu nutzen. (vgl. Shin et al. 2012: 558)

Weiters dient es nicht nur dem Lern- und Lehrwerkzeug, sondern auch dem spielerischen Erlernen der Mathematik. (vgl. Felicia 2014: 73)

Gamification bezeichnet die Verwendung von spieltypischen Elementen in spielfremden Kontexten. Der Zweck besteht darin, die Menschen zu animieren, ihr Verhalten bezüglich der gewünschten Endsituation zu verändern. Dies geschieht beispielsweise durch ein Programm, mit welchem man Punkte sammeln kann und dadurch anschließend eine Belohnung erhält. Somit wird die Kundenbindung gestärkt. (vgl. Dittmeyer 2020: 33-35)

Gamification bietet einen niederschweligen Einstieg und mit den motivierenden Spielelementen und kleinen aufbereiteten und strukturierten Lerneinheiten eine geeignete Vermittlung von neuen Sachverhalten. Sie bietet auch einen Platz zum

Üben in einer sicheren Umgebung, Adaption bezüglich der verschiedenen Kompetenzen, Möglichkeiten zum Anwenden und Üben des Erlernten, unmittelbare Rückmeldung und Spaß. Im Vordergrund sollte dabei der Lernprozess an sich stehen und deren Verbesserungsmöglichkeiten, um so zu langfristigem Lernen zu motivieren. (vgl. Schmidt 2015: 6)

Sailor (2016) hat im Bereich der Bildung Studien zur Gamification analysiert und im Jahr 2016 veröffentlicht. Der positive Einfluss auf die Motivation, den Lernerfolg und das Engagement wurde dabei deutlich, wobei größtenteils Studienteilnehmer*innen aus den Hochschulen beteiligt waren. (vgl. Sailor 2016: 239 f., Schedler 2020: 27)

Gamification bietet die Möglichkeit, den Unterricht auf die Schüler*innen zu zentrieren und ihnen so mehr die Verantwortung über den Lernprozess bewusst werden zu lassen, ohne zusätzliche Motivationsversuche seitens der Lehrperson. (vgl. Schedler 2020: 27)

Beispiele für solche Lernsoftwares sind die Folgenden (vgl. Karthausen/Scherer 2007: 288-293):

- *Rekenweb*: Im Zuge dieser Software können zentrale Inhalte des Mathematikunterrichtes geübt werden.
- *Bauwas*: Diese Software dient der Förderung der Raumvorstellungen.
- *Zahlenforscher*: Dabei handelt es sich um ein jahrgangsübergreifendes Lernprogramm.
- *Factory*: Das Programm hat das Ziel die Raumvorstellung zu fördern.

Bei manchen Softwares erhält man nach einer erfolgreichen Mission eine Gratifikation, beispielsweise ein Bauteil für ein Objekt, bei anderen bekommt man eine mathematische Denk- oder Knobelaufgabe. Solche Programme sind unter anderem (vgl. Weigand/Weth 2002: 237 f.):

- *Der Schatz des Thales*: Diese Lernsoftware ermöglicht die Übung von geometrischen Konstruktionen.
- *Adventure* von Mathlantis: Durch dieses Programm werden die Brüche und Terme gezielt geübt.

3.3 Bedeutung von Spielen im Mathematikunterricht

Im allgemeinen Teil des aktuell gültigen Lehrplans für Mittelschulen (vgl. RIS 2022: 3-7) werden Lehrpersonen dazu aufgefordert, die Schüler*innen zu selbstständigem Lernen und eigenständigen Handlungen zu motivieren und die Schüler*innen sollen lernen, operative und kommunikative Aufgaben zu bewältigen. Die Lehrpersonen sind dazu angehalten, die Lernumgebung anregend und ansprechend aufzubereiten und vielfältige Zugänge zu dem zu erlernenden Wissen zu ermöglichen. (vgl. RIS 2022: 3-7)

In den didaktischen Grundsätzen für die Mathematik ist zu finden: „Die Schülerinnen und Schüler sollen Gedankengänge, die zum Erwerb mathematischen Wissens geführt haben, wiederholen und dabei lernen, erworbenes Wissen zu rekonstruieren, eigenständig darzustellen und auch zu begründen.“ (RIS 2022: 62).

Nach Zech (vgl. 1977: 202) ist auch die Verpackung, gemeint ist hier die Präsentation, der Übungsaufgaben ein wichtiger Punkt für die Motivation. Diese Aufmachung kann in Form von einem Spiel, angstabbauenden Effekten oder ästhetischen Effekten zu tragen kommen. Ein Beispiel für einen angstabbauenden Effekt ist die Zusammenarbeit, ein ästhetischer Effekt ist beispielsweise ein Mönchen des Hippokrates als schöne Figuren darzustellen. (vgl. Zech 1977: 202-212) Lernspiele sind eine geeignete Wahl zum Lernen, da sie motivierend sind und einen angenehmen Zugang zu den Lerninhalten bieten. Sie haben keinen Prüfungscharakter und sind eine Abwechslung für den Unterricht. (vgl. Pausewang 2003, zitiert nach Heinz 2018: 9)

Hinzuzufügen ist außerdem noch, dass Lernspiele soziales Lernen begünstigen, Kreativität anregen und die Aufmerksamkeit der Lernenden steigern. (vgl. Homann 1995, zitiert nach Heinz 2018: 19)

Nach Griffiths (vgl. 2011: 171, zitiert nach Benz/Peter-Koop/Grüßing 2015: 51) sind Lernspiele für den Mathematikunterricht von Vorteil, da sie den Lernenden Spaß und Freude bereiten und sie sich deswegen lange genug auf eine Sache konzentrieren können. Weiters können sie durch Spiele konkrete und abstrakte Ideen ausbilden und damit abstrakte mathematische Elemente besser verstehen. Ebenso übernehmen die Kinder im Spiel Verantwortung und die Kontrolle für ihre Taten. (vgl. Benz/Peter-Koop/Grüßing 2015: 51)

Die Schüler*innen sollen an den Übungen im Mathematikunterricht nicht die Freude und den Spaß verlieren, weshalb abwechslungsreiche und spannende Übungsvariationen wichtig sind. (vgl. Zech 1977: 174)

4 Methodik

Um eine Antwort auf die Forschungsfrage zu finden, wurde eine quantitative Studie durchgeführt. Dazu wurde eine Felduntersuchung an der Naturparkmittelschule Emmersdorf ausgeführt. Die Schüler*innen nahmen dafür im ersten Teil der Studie an einem Vortest (Check-up 1) teil, um den Leistungsstand der einzelnen Schüler*innen vor der eigentlichen Untersuchung zu messen. Anschließend fand die Intervention in Form von einer Spielgruppe und einer Arbeitsblattgruppe statt, um die beiden Gruppen danach zu vergleichen. Im zweiten Teil der Studie wurde ein Nachtest für die Leistungsmessung und eine Umfrage durchgeführt, um die Leistung nach der Intervention sowie die Meinung der Kinder zu erhalten. Es wurden nur Daten in die Studie miteinbezogen, bei denen die Lernenden alle Tests und die Umfrage ausfüllten sowie auch bei der Intervention anwesend waren. Ebenso wurde nur eine 1. Klasse einer niederösterreichischen Mittelschule für die Studie herangezogen, da ich dort die unterrichtende Lehrerin bin und in dieser Schulstufe die Klasse noch nicht in die beiden Niveaus „Standard“ und „Standard AHS“ getrennt werden. Das bedeutet, dass alle Schüler*innen in dieser Klasse denselben Unterricht fünf Monate zuvor zum Thema Brüche gehört haben und somit alle Lernenden dieselbe Ausgangslage hatten. Das Thema Brüche wurde gewählt, da die Kinder Schwierigkeiten hatten, dies zu verstehen und es wichtige Kompetenzen für das alltägliche Leben beinhaltet. Aufgrund dessen wurden auch nur einfache Teilthemen ausgesucht und in der Studie behandelt. Die Lernenden waren zwischen zehn und elf Jahre alt. Die in der Studie erhobenen persönlichen Daten der Schüler*innen wurden in der vorliegenden Masterarbeit anonymisiert, um deren Privatsphäre zu schützen.

4.1 Erstellen der Aufgaben

Zuerst wurden die Spiele *Domino* und *Memory* erstellt und anschließend das neue Spiel *Duell* (siehe weiter unten) entwickelt. Weiters wurden die Arbeitsblätter passend zu den Spielen angefertigt, damit alle Schüler*innen dieselben Aufgaben während der Intervention hatten, und die Check-ups erstellt.

Bei *Domino* und *Memory* wurden die Grafiken mittels GeoGebra erstellt (vgl. GeoGebra, Giger und Hermann/HerrBeo (o.D.)).

Domino

Didaktischer Zweck: Beim ersten *Domino* werden die Darstellungsformen von Brüchen abgefragt und beim zweiten die Umwandlung von einer gemischten Zahl in einen unechten Bruch und umgekehrt. Im dritten Durchgang werden Additionen und Subtraktionen gleichnamiger Brüche geprüft.

Spielanleitung: Bei *Domino* müssen die Steine so aneinandergelegt werden, dass die korrekte Reihenfolge vom „Start“-Stein bis zum „Ende“-Stein gefunden wurde. (vgl. Domino 2022)

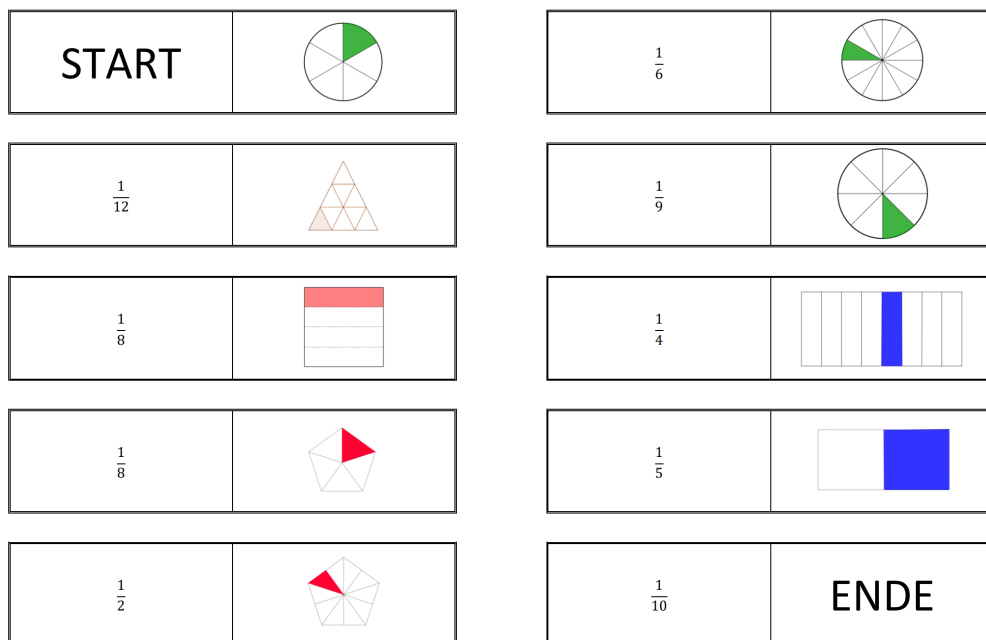
Anzahl der Spieler*innen: 1-2

Zeitdauer: 8-15 Minuten

Spielmaterialien:

- Dominosteine

Druckvorlagen siehe Anhang (9.1 Materialien)¹



¹ Alle erstellten Spiele in dieser Masterarbeit sind in digitaler Form auf meiner „Eduki“-Seite zum Downloaden (siehe Weichselbraun 2023) bereitgestellt.

Duell

Teilweise wurden die Aufgaben von *Duell* von Ulrike Ferent nach Absprache mit ihr übernommen (Ferent 2011). Bei den Kärtchen sieht man immer die Vorderseite mit den Aufgabenstellungen und die Rückseite mit den zugehörigen Lösungen.

Didaktischer Zweck: Bei diesem Spiel werden Addition und Subtraktion von gleichnamigen Brüchen, Multiplikation von Brüchen, Ergänzungen auf ein Ganzes, größer und kleiner Relationen und Umwandlungen von gemischten Zahlen in einen unechten Bruch und umgekehrt abgefragt.

Spielanleitung: Beide Spieler*innen würfeln, wobei der oder die Spieler*in mit der größten gewürfelten Zahl beginnen darf. Die beiden Spielfiguren stehen zu Beginn auf dem Startfeld. Nacheinander werden anschließend je eine Karte gezogen und die Frage darauf beantwortet. Wenn diese richtig beantwortet wird, darf der oder die Spielende zwei Felder nach vorne fahren. Wird die Frage falsch beantwortet, so muss der Kegel ein Feld zurückgestellt werden (Ausnahme: Startfeld). Wenn man durch eine richtig beantwortete Frage auf ein Feld mit einem Pfeil landet, so muss man den Pfeil als Rutsche in Pfeilrichtung benutzen. Sobald alle Karten aufgebraucht wurden oder einer der zwei Spielenden das Zielfeld erreicht, ist das Spiel vorbei. Wer am weitesten vorgerückt ist oder auf dem Zielfeld landet, hat gewonnen.

Anzahl der Spieler*innen: 2

Zeitdauer: 20-30 Minuten

Spielmaterialien:

- 2 verschiedenfarbige Spielfiguren
- Würfel
- Spielkärtchen
- Spielfeld

Druckvorlage siehe Anhang (9.1 Materialien)

Memory

Didaktischer Zweck: *Memory* prüft die Darstellung von Brüchen und die Addition und Subtraktion von gleichnamigen Brüchen ab.

Spielanleitung: Beim Spiel *Memory* werden zwei zusammengehörige Kärtchen gesucht. Die Kärtchen werden alle mit der leeren Seite nach oben auf den Tisch gelegt und verteilt. Anschließend beginnt ein*e Schüler*in zwei Kärtchen umzudrehen. Gehören die Kärtchen zusammen, das heißt zeigen sie denselben Bruch oder ist die Lösung mit der Rechenaufgabe übereinstimmend, so werden die beiden Kärtchen auf den Stapel des Kindes gelegt und dieses Kind darf noch einmal zwei Kärtchen umdrehen. Dies ist so lange der Fall, bis es zwei nicht zueinanderpassende Kärtchen aufdeckt. Danach darf der oder die andere Spieler*in zum Aufdecken beginnen. Wer die meisten Kärtchen auf seinem oder ihrem Stapel hat, hat gewonnen. (vgl. Memory (Spiel) 2021)

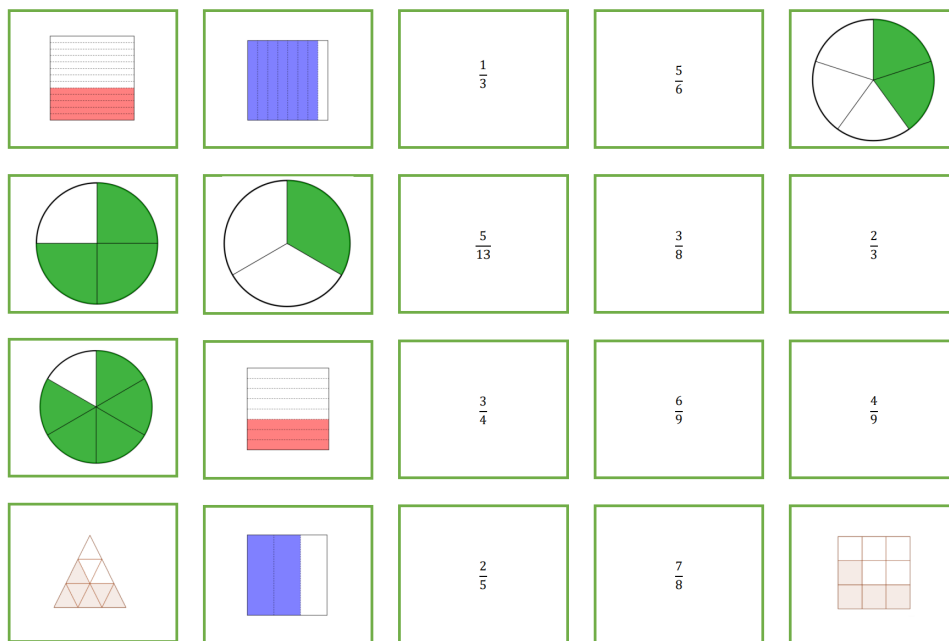
Anzahl der Spieler*innen: 2

Zeitdauer: 8-15 Minuten

Spielmaterialien:

- Memorykarten
- Lösungsblatt

Druckvorlage siehe Anhang (9.1 Materialien)



Arbeitsblätter

Die Arbeitsblätter sind so erstellt worden, dass sie genau dieselben Inhalte wie die Spiele abfragen.

ARBEITSBLATT 1 - FRAGEKÄRTCHEN

1.) Berechne!

- a. $\frac{3}{8} + \frac{5}{8} =$
- b. $\frac{9}{11} - \frac{6}{11} =$
- c. $3\frac{4}{9} + 5\frac{4}{9} =$
- d. $6\frac{7}{10} - 3\frac{3}{10} =$
- e. $\frac{6}{7} \cdot 2 =$
- f. $\frac{4}{13} \cdot 5 =$
- g. $\frac{2}{3} \cdot 4 =$
- h. $7 - \frac{3}{4} =$



2.) Berechne im Kopf!

- a. $\frac{1}{3}$ von 24 kg
- b. $\frac{1}{4}$ von 20 t
- c. $\frac{3}{4}$ von 36 cm
- d. $\frac{2}{3}$ von 300 Äpfeln
- e. $\frac{1}{5}$ von 75 km

3.) Berechne, indem du dir ein Ganzes „ausborgst“.

- a. $7\frac{4}{9} = 6\frac{?}{9}$

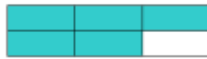
4.) Löse die Textaufgaben.

- a. Gabi schneidet ein Viertel ihrer Tulpen, das sind 10 Stück, für ihre Vase. Wie viele Tulpen hatte sie vorher?
- b. Samuel schenkt seinem Freund die Hälfte seiner Murmeln, das sind 12 Murmeln. Wie viel hatte er vorher?

ARBEITSBLATT 2 – FRAGEKÄRTCHEN

1.) Beantworte folgende Fragen.

- a) Wie nennt man die Zahl über dem Bruchstrich?
- b) Welcher Bruch ist farbig dargestellt?



- c) Welcher Bruchteil fehlt von $2\frac{3}{7}$ auf das nächste Ganze?
- d) Welcher Bruchteil fehlt von $\frac{5}{9}$ auf ein Ganzes?
- e) Welcher Bruchteil fehlt von $7\frac{4}{11}$ auf das nächste Ganze?
- f) Welcher Bruchteil ist kleiner?

$$\frac{1}{20} \text{ oder } \frac{1}{9}$$

$$\frac{5}{29} \text{ oder } \frac{2}{29}$$



2.) Wandle die unechten Brüche in eine gemischte Zahl um und die gemischten Zahlen in unechte Brüche um.

a) $\frac{23}{6}$

d) $9\frac{2}{3}$

b) $\frac{33}{8}$

e) $5\frac{6}{7}$

c) $\frac{14}{3}$

3.) Berechne!

$$3\frac{1}{3} - \frac{2}{3} =$$

$$6\frac{1}{7} - 1\frac{4}{7} =$$

$$4\frac{3}{4} + 1\frac{2}{4} =$$

ARBEITSBLATT 3 - DOMINO

1. Welcher Bruchteil ist gefärbt?



2. Wandle die gemischte Zahl in einen unechten Bruch um.

$$3\frac{2}{3} =$$

$$2\frac{4}{6} =$$

$$4\frac{6}{8} =$$

$$7\frac{1}{3} =$$

$$1\frac{7}{8} =$$

$$3\frac{1}{12} =$$

$$2\frac{1}{5} =$$

$$8\frac{2}{12} =$$

$$6\frac{1}{6} =$$

3. Berechne und vereinfache, wenn dies möglich ist.

$$1\frac{3}{4} - 1\frac{1}{4} =$$

$$1\frac{3}{4} + \frac{1}{4} =$$

$$3\frac{3}{5} + 1\frac{4}{5} =$$

$$3\frac{5}{10} - \frac{4}{10} =$$

$$3\frac{50}{100} - \frac{4}{100} =$$

$$2\frac{7}{8} - 1\frac{2}{8} =$$

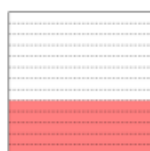
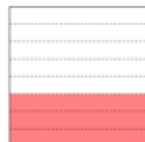
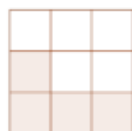
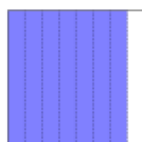
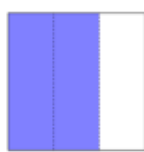
$$2\frac{7}{8} + 1\frac{2}{8} =$$

$$2\frac{3}{5} - 1\frac{2}{5} =$$

$$\frac{2}{6} + 2\frac{5}{6} =$$

ARBEITSBLATT 4 - MEMORY

1. Welcher Bruchteil ist gefärbt?



2. Berechne und vereinfache, wenn dies möglich ist.

$$\frac{2}{4} + \frac{1}{4} =$$

$$\frac{6}{8} - \frac{5}{8} =$$

$$\frac{5}{8} + \frac{2}{8} =$$

$$\frac{2}{4} - \frac{1}{4} =$$

$$\frac{1}{5} + \frac{2}{5} =$$

$$\frac{7}{10} + \frac{5}{10} =$$

$$\frac{3}{6} + \frac{5}{6} =$$

$$\frac{5}{6} - \frac{3}{6} =$$

$$\frac{5}{10} - \frac{2}{10} =$$

$$\frac{7}{12} - \frac{5}{12} =$$



Check-up 1

Bei den Check-ups wurden die Kompetenzen, welche die Kinder während der Intervention erlernt haben sollten, abgefragt. Damit die Ergebnisse vergleichbar waren, wurden dieselben Aufgaben mit anderen Zahlen gestellt.

Datum:

Name:

Check-up - Brüche

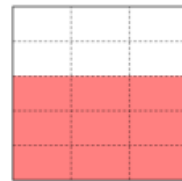
1) Wie nennt man die Zahl über dem Bruchstrich?

2) Berechne!

$$\frac{2}{5} \text{ von } 25 \text{ t}$$

$$\frac{3}{4} \text{ von } 96 \text{ l}$$

3) Welcher Bruch ist hier dargestellt?



4) Wandle die gemischte Zahl in einen unechten Bruch um und umgekehrt.

$$4 \frac{5}{12} =$$

$$\frac{39}{6} =$$

$$2 \frac{14}{18} =$$

$$\frac{45}{7} =$$

5) Berechne!

$$\frac{10}{11} - \frac{3}{11} =$$

$$2 \frac{2}{8} + 5 \frac{7}{8} =$$

$$3 \frac{2}{9} - \frac{8}{9} =$$

$$\frac{10}{12} + \frac{7}{12} =$$

$$\frac{11}{15} \cdot 4 =$$

$$\frac{2}{5} \cdot 15 =$$

Check-up 2

Datum:

Name:

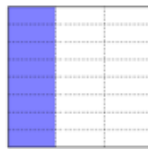
Check-up – Brüche 2

1) Wie nennt man die Zahl über dem Bruchstrich?

2) Berechne!
 $\frac{2}{7}$ von 49 t

$\frac{1}{8}$ von 96 l

3) Welcher Bruch ist hier dargestellt?



4) Wandle die gemischte Zahl in einen unechten Bruch um und umgekehrt.

$$2\frac{1}{10} =$$

$$\frac{59}{6} =$$

$$7\frac{4}{15} =$$

$$\frac{35}{4} =$$

5) Berechne!

$$\frac{18}{12} - \frac{4}{12} =$$

$$4\frac{2}{11} + 5\frac{5}{11} =$$

$$3\frac{2}{4} - \frac{9}{4} =$$

$$\frac{22}{18} + \frac{7}{18} =$$

$$\frac{11}{20} \cdot 3 =$$

$$\frac{2}{12} \cdot 7 =$$

Fragebogen

Beim Fragebogen wurden geschlossene Fragen zu folgenden Kategorien abgefragt: Motivation, Kompetenzerleben und Selbstwirksamkeit. Die Fragen wurden teils von Beierlein et al. (2012: 8) und teils von Jerusalem und Schwarzer (1999: 13) übernommen beziehungsweise adaptiert.

In Google Forms wurde die Reihenfolge der Fragen durcheinander gemischt, damit die Schüler*innen nicht immer die positiv formulierte Frage und die dazugehörige negativ formulierte Gegenfrage hintereinandergestellt bekamen, und die Antworten anonym erhoben.

Fragebogen – Spielgruppe

Kreuze an, wie die folgenden Aussagen auf dich zutreffen!

	Trifft voll und ganz zu	Trifft größtenteils zu	Neutral/weder noch	Trifft kaum zu	Trifft überhaupt nicht zu
Motivation					
Während des Spielens war mir langweilig.					
Ich mag es, wenn im Unterricht Spiele gespielt werden.					
Mir ist es lieber, wenn ich meine Aufgaben alleine durchrechnen kann.					
Ich spiele nur, wenn es sein muss.					
Mir macht es Spaß, Spiele zu spielen.					
Selbstwirksamkeit					
Ich habe mich durch die Übungseinheit auf den Check-up gut vorbereitet gefühlt.					
Durch die Übungseinheit hatte ich Angst, schlecht abzuschneiden.					
Wenn es im Mathematikunterricht komplizierter wird, gebe ich schnell auf.					
Wenn ich etwas noch nicht kann, dann übe ich, damit ich es erlerne.					
Wenn ich mich beim Spielen anstrenge, dann kann ich den Unterrichtsstoff gut nachvollziehen.					
Auch wenn ich mich beim Spielen bemühe, verstehe ich den Unterrichtsstoff nicht.					
Kompetenzerleben					
Durch die Spiele fühlte ich mich gut auf den Check-up vorbereitet.					
Beim Spielen habe ich gemerkt, dass ich einige Wissenslücken habe.					
Ich fühlte mich sicher beim Bearbeiten der Aufgaben.					
Das Bearbeiten der Aufgaben fiel mir schwer.					
Mit meiner Leistung beim Check-up bin ich zufrieden.					
Ich bin enttäuscht über meine Leistungen.					
Ich kann Aufgaben zu dem Thema richtig lösen.					
Ich habe noch nicht alle Kompetenzen in dieser Überprüfung erworben.					

Fragebogen – Arbeitsblatt-Gruppe

Kreuze an, wie die folgenden Aussagen auf dich zutreffen!

	Trifft voll und ganz zu	Trifft größtenteils zu	Neutral/weder noch	Trifft kaum zu	Trifft überhaupt nicht zu
Motivation					
Während des Übens war mir langweilig.					
Das Üben hat mich gefordert.					
Mir ist es lieber, wenn ich meine Aufgaben alleine durchrechnen kann.					
Ich mag es, wenn ich im Unterricht mit anderen Aufgaben lösen kann.					
Selbstwirksamkeit					
Ich habe mich durch die Übungseinheit auf den Check-up gut vorbereitet gefühlt.					
Durch die Übungseinheit hatte ich Angst, schlecht abzuschneiden.					
Wenn es im Mathematikunterricht komplizierter wird, gebe ich schnell auf.					
Wenn ich etwas noch nicht kann, dann übe ich, damit ich es erlerne.					
Kompetenzerleben					
Durch die Arbeitsblätter fühlte ich mich gut auf den Check-up vorbereitet.					
Beim Lösen der Aufgaben habe ich gemerkt, dass ich einige Wissenslücken habe.					
Ich fühlte mich sicher beim Bearbeiten der Aufgaben.					
Das Bearbeiten der Aufgaben fiel mir schwer.					
Mit meiner Leistung beim Check-up bin ich zufrieden.					
Ich bin enttäuscht über meine Leistungen.					
Ich kann Aufgaben zu dem Thema richtig lösen.					
Ich habe noch nicht alle Kompetenzen in dieser Überprüfung erworben.					

4.2 Datenerhebung

Die Daten wurden im Zeitraum vom 20. bis zum 22. Juni 2022 im Rahmen des Mathematikunterrichtes in einer 1. Klasse Mittelschule gesammelt. An diesen Tagen waren 21 Schüler*innen (13 Schüler und 8 Schülerinnen) von den insgesamt 26 Kindern der Klasse anwesend und nahmen an der Studie teil. Am 20. Juni wurde der Check-up 1 von den Lernenden ausgefüllt und in der nächsten Mathe-matikeinheit am 22. Juni wurde die Intervention innerhalb dieser einen Unter-richtseinheit durchgeführt, der zweite Check-up gemacht und der Fragebogen von den Kindern ausgefüllt. Die Lernenden wurden in zwei Gruppen, welche in zwei verschiedenen Räumen saßen, aufgeteilt. Die Kinder bekamen alle diesel-ben Check-ups zu Beginn der Untersuchung und nach der Intervention. Bei den Fragebögen wurden zum Teil unterschiedliche Fragen gestellt, da ich sowohl von der Spiel- als auch von der Arbeitsblattgruppe mehr zur jeweiligen Unterrichts-methode erfahren wollte.

Die gesammelten Daten aus den Check-ups wurden anschließend mittels Excel analysiert und veranschaulicht. Dazu wurden die Punkte der beiden Check-ups gegenübergestellt und Mittelwerte für beide Gruppen gebildet. Die Umfragen wurden online mit Hilfe von Google Forms erhoben und ebenfalls damit darge-stellt. Ausgewertet wurde die Umfrage mittels Excel.

5. Ergebnisse

5.1 Datenaufbereitung

In der vorliegenden Studie wurde ein Teil der Daten in Papierform im Rahmen der beiden schriftlichen Check-ups gesammelt. Der andere Teil, nämlich die beiden Fragebögen nach der Intervention, wurde digital über die Plattform *Google Forms* erhoben. Die beiden Check-ups wurden händisch ausgewertet und in eine Excelliste in anonymisierter Form eingetragen, um die Privatsphäre der Schüler*innen zu schützen. In Excel wurde die Differenz vor und nach der Intervention und danach der mittlere Leistungszuwachs der beiden Gruppe berechnet. *Google Forms* hat die Antworten der beiden ordinal skalierten Fragebögen anonym erhoben und die Ergebnisse der einzelnen Schüler*innen beziehungsweise auch die Gesamtergebnisse in Form eines Balkendiagramms dargestellt. Die Daten der einzelnen Schüler*innen wurden wiederum in einer Excelliste eingetragen und anschließend die Korrelation von Frage und gegensätzlicher Frage zueinander für beide Gruppen berechnet. Da es sich um gegensätzliche Fragen handelt, sollte der Korrelationskoeffizient kleiner als 0 sein. Liegt er um 0, so kann kein linearer Zusammenhang angegeben werden. Ist er jedoch größer als 0, so liegt ein linearer Zusammenhang vor.

5.2 Datenanalyse

5.2.1 Auswertung der Check-ups

Die Check-ups wurden in anonymisierter Form und getrennt in die beiden Gruppen in Excel übertragen. Anschließend wurden die Gesamtpunkte vor der Intervention von jenen nach der Intervention abgezogen. Abschließend wurde der Mittelwert über die Differenzen berechnet. Die Ergebnisse sind in *Tabelle 1* für die Versuchsgruppe (Spielgruppe) und *Tabelle 2* für die Kontrollgruppe (Arbeitsblattgruppe) zu sehen. Ein positiver Wert bedeutet eine Zunahme an Punkten, ein negativer Wert hingegen eine Abnahme der Gesamtpunkte nach der Intervention. Es ist bei der Spielgruppe (siehe *Tabelle 1*) bei Schüler*in 5 kein Zuwachs zu verzeichnen und bei Schüler*in 4 eine Abnahme vorhanden. Für die Arbeitsblattgruppe haben Schüler*in 1 und Schüler*in 3 keine Zunahme und Schüler*in

9 eine Abnahme zu verzeichnen. Der Mittelwert der Differenzen in der Spielgruppe beträgt 2,6 Punkte und jener in der Arbeitsblattgruppe 2,1 Punkte an durchschnittlicher Punkte-Zunahme. Dabei handelt es sich um keinen statistisch signifikanten Unterschied.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		Beispielnummer	1.	2.	3.	4.	5.	Gesamt	Differenz der beiden Check-ups			Mittelwert
2	Check-up 1	Schüler*in 1	1	0	3	2	6	12	1			2,6666667
3	Check-up 2		0	2	3	3	5	13				
4	Check-up 1	Schüler*in 2	0	0	3	3	4	10	2			
5	Check-up 2		0	0	3	4	5	12				
6	Check-up 1	Schüler*in 3	0	0	2	2	4	8	5			
7	Check-up 2		1	0	3	4	5	13				
8	Check-up 1	Schüler*in 4	0	2	3	3	5	13	-3			
9	Check-up 2		1	0	3	2	4	10				
10	Check-up 1	Schüler*in 5	0	1	3	4	4	12	0			
11	Check-up 2		1	0	3	4	4	12				
12	Check-up 1	Schüler*in 6	0	1	2	1	1	5	1			
13	Check-up 2		1	0	0	4	1	6				
14	Check-up 1	Schüler*in 7	0	0	0	2	2	4	8			
15	Check-up 2		1	0	3	4	4	12				
16	Check-up 1	Schüler*in 8	1	0	3	0	4	8	7			
17	Check-up 2		1	1	3	4	6	15				
18	Check-up 1	Schüler*in 9	0	0	2	2	4	8	3			
19	Check-up 2		1	0	3	2	5	11				
20	Check-up 1	Schüler*in 10	0	1	3	2	5	11	5			
21	Check-up 2		1	2	3	4	6	16				
22	Check-up 1	Schüler*in 11	0	1	3	4	5	13	2			
23	Check-up 2		1	1	3	4	6	15				
24	Check-up 1	Schüler*in 12	0	2	3	4	5	14	1			
25	Check-up 2		1	2	3	4	5	15				

Tabelle 1: Excelliste der Schüler*innen mit Punkteanzahl bei den Check-ups und Mittelwert der Spielgruppe

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		Beispielnummer	1.	2.	3.	4.	5.	Gesamt	Differenz der beiden Check-ups			Mittelwert
2	Check-up 1	Schüler*in 1	1	2	3	4	6	16	0			2,1111111
3	Check-up 2		1	2	3	4	6	16				
4	Check-up 1	Schüler*in 2	1	0	3	2	6	12	4			
5	Check-up 2		1	2	3	4	6	16				
6	Check-up 1	Schüler*in 3	0	2	3	4	6	15	0			
7	Check-up 2		1	2	3	3	6	15				
8	Check-up 1	Schüler*in 4	1	2	3	0	5	11	3			
9	Check-up 2		1	2	3	3	5	14				
10	Check-up 1	Schüler*in 5	0	0	3	1	5	9	1			
11	Check-up 2		1	0	3	2	4	10				
12	Check-up 1	Schüler*in 6	1	0	3	2	6	12	3			
13	Check-up 2		1	2	3	4	5	15				
14	Check-up 1	Schüler*in 7	0	0	3	3	5	11	3			
15	Check-up 2		0	1	3	4	6	14				
16	Check-up 1	Schüler*in 8	0	0	2	2	2	6	7			
17	Check-up 2		1	0	3	4	5	13				
18	Check-up 1	Schüler*in 9	0	2	3	4	6	15	-2			
19	Check-up 2		1	2	3	4	3	13				

Tabelle 2: Excelliste der Schüler*innen mit der Punkteanzahl bei den Check-ups und Mittelwert der Arbeitsblattgruppe

Aufgrund der leichteren Nachvollziehbarkeit wurden die erreichten Punkte bei den Check-ups vor und nach der Intervention in Form von Balkendiagrammen veranschaulicht. Diese sind in *Abbildung 1* für die Versuchsgruppe und *Abbildung 2* für die Kontrollgruppe zu sehen. Der Check-up vor der Intervention ist blau und jener nachher ist orange in der Grafik gekennzeichnet. In beiden Grafiken ist größtenteils ein Anstieg der Punkte nach der Intervention zu bemerken.

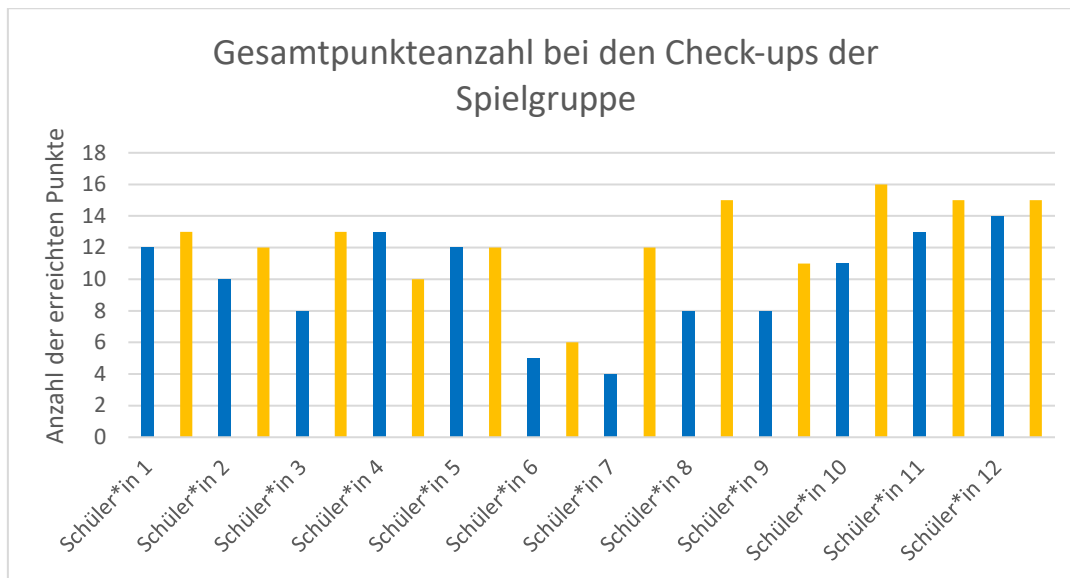


Abbildung1: Gesamtpunkteanzahl der Arbeitsblattgruppe beim 1. Check-up (blau) und beim 2. Check-up (orange)

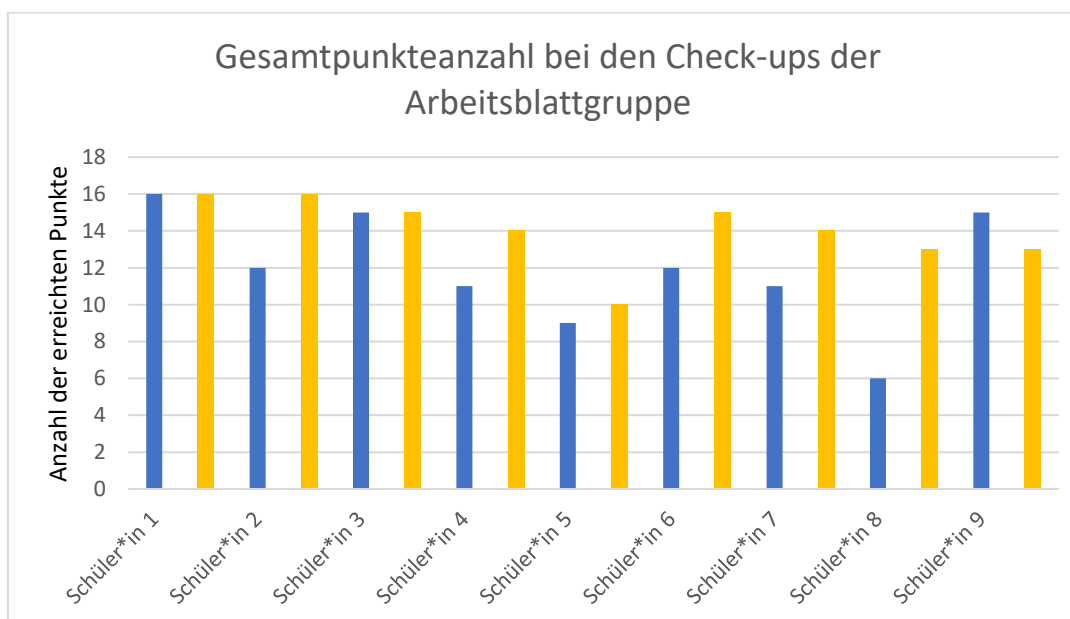


Abbildung 2: Gesamtpunkteanzahl der Arbeitsblattgruppe beim 1. Check-up (blau) und beim 2. Check-up (orange)

5.2.2 Auswertung der Fragebögen

Bei den beiden Fragebögen wurden die einzelnen Antworten jedes Schülers und jeder Schülerin in eine Excelliste eingetragen. Dabei wurde immer die Frage mit der dazugehörigen Gegenfrage nebeneinander geschrieben und die Schüler*innen untereinander aufgelistet. Die Frage, welche in der *Tabelle 3* und *Tabelle 4*

immer mit F abgekürzt wurde, ist positiv formuliert. Hingegen ist die negative formulierte Frage mit G abgekürzt worden. Die Kennzeichnung 1 in der Skala bedeutet „Trifft voll und ganz zu“ und geht hinunter bis zu 5, welche meint „Trifft überhaupt nicht zu“. Je näher der Korrelationskoeffizient bei -1 liegt, desto besser wurden Frage und Gegenfrage gegensätzlich zueinander beantwortet. Durch diese Berechnungen wird überprüft, ob die Schüler*innen sowohl die Frage als auch die Gegenfrage für sie wahrheitsgemäß beantwortet haben, falls der Korrelationskoeffizient bei -1 liegt. Rund um den Wert 0 lässt sich kein linearer Zusammenhang feststellen und die Schüler*innen haben keine verlässlichen Antworten geliefert. Mit verlässlich wird die gegensätzliche Beantwortung der Frage und der Gegenfrage bezeichnet. Das bedeutet, dass die Schüler*innen beide zusammengehörigen Fragen wahrheitsgemäß beantwortet haben. Die Fragen wurden analysiert, um die Selbsteinschätzung der Schüler*innen bezüglich des Zuwachses von ihren Fähigkeiten und Fertigkeiten nach der Intervention zu bekommen.

Versuchsgruppe:

Folgende Bereiche wurden in der Spielgruppe durch den Fragebogen (siehe S. 38) abgefragt:

1. Wie wird Spielen von den Schüler*innen empfunden?
2. Was halten die Schüler*innen von Spielen im Mathematikunterricht?
3. Wie haben sie sich durch die Spiele auf die Check-ups vorbereitet gefühlt?
4. Wie schätzen die Schüler*innen ihr Durchhaltevermögen im Mathematikunterricht ein?
5. Wie schätzen die Lernenden Spiele als Mittel zum Lernen ein?
6. Wie haben die Kinder die Spiele als Vorbereitungsmittel empfunden?
7. Wie kompetent haben sich die Schüler*innen durch die Spiele gefühlt?
8. Wie zufrieden waren die Kinder mit ihren Leistungen bei den Check-ups?
9. Haben die Kinder noch Wissenslücken zu diesem Thema?

Die Nummerierung der obigen Fragen entspricht derselben wie in der *Tabelle 3*.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
25		1.		2.		3.		4.		5.		6.		7.		8.		9.	
26		F	G	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G
27	Schüler*in A	1	5	1	5	2	5	2	5	1	5	3	4	1	5	1	5	1	2
28	Schüler*in B	3	4	2	1	3	5	5	3	3	4	3	5	3	4	3	5	3	3
29	Schüler*in C	1	2	1	3	3	4	2	4	2	4	3	1	3	3	3	3	4	3
30	Schüler*in D	5	4	4	3	3	5	2	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	2
31	Schüler*in E	1	5	1	5	1	5	1	1	2	5	1	4	1	5	1	4	1	2
32	Schüler*in F	1	5	1	4	1	5	1	5	1	5	1	2	1	5	1	5	1	3
33	Schüler*in G	1	5	1	5	1	5	1	5	3	5	1	3	1	5	1	5	1	1
34	Schüler*in H	1	4	1	3	3	2	1	5	3	4	3	3	2	4	2	4	2	4
35	Schüler*in I	1	5	1	2	3	3	3	5	2	4	1	3	3	5	2	4	3	3
36	Schüler*in J	1	5	1	5	5	5	5	1	1	5	1	2	1	5	2	5	2	2
37	Schüler*in K	1	5	1	5	2	5	2	4	2	5	2	1	1	5	1	5	1	3
38	Schüler*in L	2	5	1	4	2	5	2	4	1	5	1	4	1	5	1	5	2	4
39																			
40	Korrelationskoeffizient		-0,2		-0,38		-0,27		-0,44		-0,6		0,07		-0,74		-0,63		0,21
41																			

Tabelle 3 Excelliste mit der Auswertung des Fragebogens der Spielgruppe und den zugehörigen Korrelationskoeffizienten

Anhand der obigen Tabelle wird ersichtlich, dass alle Fragen negative Korrelationskoeffizienten haben, ausgenommen sind die Fragen 6 und 9. Frage 6 beschäftigt sich mit dem Eindruck von Spielen als Lernmittel und hat einen Korrelationskoeffizient von 0,07. Die Frage wurde vorwiegend positiv und die Gegenfrage sowohl positiv als auch negativ beantwortet. Der Korrelationskoeffizient liegt nahe bei 0 und damit kann kein linearer Zusammenhang festgestellt werden. Daraus lässt sich sagen, dass die Schüler*innen keine verlässlichen Antworten zu diesen Fragen gegeben haben.

Bei Frage 9 ging es um das Wissen der Lernenden. Die Schüler*innen sollten beurteilen, ob sie alle Kompetenzen zu dem Thema Brüche erworben haben oder nicht. In *Abbildung 3* und *Abbildung 4* sind die Antworten in Form eines Balkendiagramms dargestellt. Auch hier korrelieren die beiden Antworten nicht miteinander, da die erste Frage größtenteils positiv beantwortet wurde und die dazugehörige Gegenfrage hauptsächlich neutral. Der Korrelationskoeffizient liegt bei 0,21 und deutet auf einen schwachen linearen Zusammenhang hin.

Die untenstehenden Grafiken und Analysen dienen zum Verständnis einzelner hervorstechender Ergebnisse der Studie.

Ich kann Aufgaben zu dem Thema richtig lösen.

 Kopieren

12 Antworten

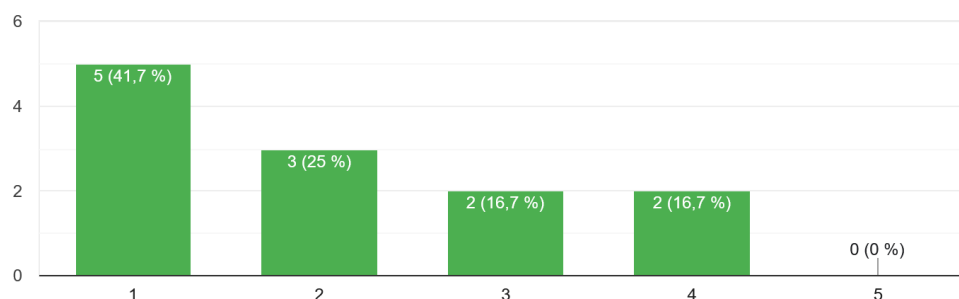


Abbildung 3: Darstellung der Fragebogenauswertung zur positiv formulierten Frage 9

Ich habe noch nicht alle Kompetenzen in dieser Überprüfung erworben.

 Kopieren

12 Antworten

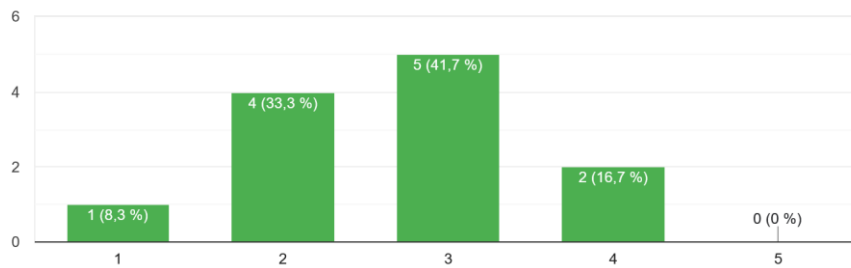


Abbildung 4: Darstellung der Fragebogenauswertung zur negativ formulierten Frage 9

Bei der Versuchsgruppe hat die Frage 7, welche sich mit dem Kompetenzgefühl während des Spielens befasste, einen Korrelationskoeffizienten von -0,74. Damit sind Frage und Gegenfrage von einem Großteil der Schüler*innen gegensätzlich beantwortet worden, welches man in den *Abbildungen 5* und *Abbildung 6* erkennen kann. Die Frage (*Abbildung 5*) wurde eher positiv und die Gegenfrage (*Abbildung 6*) eher negativ beantwortet.

Ich fühlte mich sicher beim Bearbeiten der Aufgaben.

 Kopieren

12 Antworten

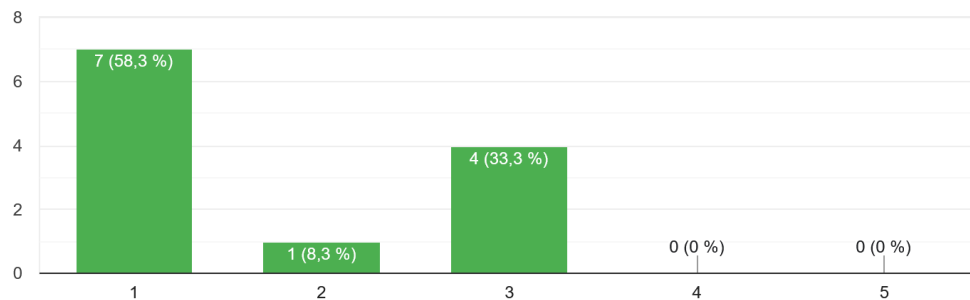


Abbildung 5: Balkendiagramm zur positiv formulierten Frage 7

Das Bearbeiten der Aufgaben fiel mir schwer.

 Kopieren

12 Antworten

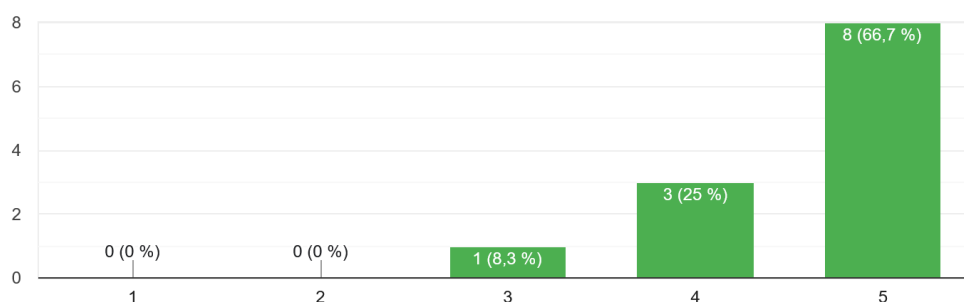


Abbildung 6: Balkendiagramm zur negativ formulierten Frage 7

Für die Spielgruppe wurde zusätzlich die Frage gestellt, ob ihnen während des Spielens langweilig war. Auf den Großteil der Lernenden traf dies nicht zu. Von den 12 Kindern gaben neun an, dass es ganz und gar nicht auf sie zutreffen würde.

Kontrollgruppe:

Folgende Bereiche wurden in der Arbeitsblattgruppe durch den Fragebogen (siehe S. 39) abgefragt:

1. Wie wird das Bearbeiten der Arbeitsblätter von den Schüler*innen empfunden?
2. Arbeiten die Schüler*innen lieber allein oder in einer Gruppe im Mathematikunterricht?
3. Wie haben sie sich durch die Arbeitsblätter auf die Check-ups vorbereitet gefühlt?
4. Wie schätzen die Schüler*innen ihr Durchhaltevermögen im Mathematikunterricht ein?
5. Wie haben die Kinder die Arbeitsblätter als Vorbereitungsmittel empfunden?
6. Wie kompetent haben sich die Schüler*innen durch die Arbeitsblätter gefühlt?
7. Wie zufrieden waren die Kinder mit ihren Leistungen bei den Check-ups?
8. Haben die Kinder noch Wissenslücken zu diesem Thema?

Die Nummerierung der obigen Fragen entspricht derselben wie in der *Tabelle 4*.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
25																	
26		1.		2.		3.		4.		5.		6.		7.		8.	
27		F	G	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G
28	Schüler*in a	5	5	1	4	1	5	4	5	1	5	1	5	1	5	1	5
29	Schüler*in b	4	4	3	1	3	5	2	3	2	2	2	4	2	4	2	3
30	Schüler*in c	5	5	5	1	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	1
31	Schüler*in d	4	5	3	1	3	4	1	5	3	3	3	4	2	5	2	3
32	Schüler*in e	4	5	3	3	1	5	1	5	1	4	1	5	2	5	1	2
33	Schüler*in f	3	4	5	1	2	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	1
34	Schüler*in g	5	4	3	3	1	3	2	4	2	3	1	4	2	5	1	3
35	Schüler*in h	3	4	2	3	2	4	3	4	2	3	2	4	1	5	2	4
36	Schüler*in i	5	5	3	3	1	5	1	5	1	5	1	5	1	4	1	5
37																	
38	Korrelationskoeffizient	0,538		-0,76		-0,1		-0,297		-0,8		-0,73		-0,06		0,167	

Tabelle 4: Excelliste mit der Auswertung des Fragebogens der Arbeitsblattgruppe und den zugehörigen Korrelationskoeffizienten

In der *Tabelle 4* ist zu sehen, dass alle Fragen einen negativen Korrelationskoeffizienten aufweisen, davon ausgenommen sind die Fragen 1 und 8. Die Frage 1 befasste sich mit dem Gefühl während des Bearbeitens der Arbeitsblätter, die Frage 8 mit vorhandenen Wissenslücken. Bei der Frage 7 ergab sich ein Wert von -0,06, welcher sehr nahe an 0 liegt. Darüber lässt sich keine Aussage treffen, da die Antworten auf diese Frage keinen linearen Zusammenhang aufweisen. Die Frage 7 beschäftigte sich mit der Zufriedenheit der Leistung bei den Check-ups.

Bei der ersten Frage zum Empfinden der Arbeitsblätter ergab sich ein Korrelationskoeffizient von 0,538. Dieser Wert weist auf einen schwachen linearen Zusammenhang hin, wodurch beide Fragen ähnlich beantwortet wurden. Bei beiden Fragen wurden eher negative Antworten von den Schüler*innen ausgewählt.

Ebenso ergab sich bei der Frage 8, welche vorhandene Wissenslücken abfragte, ein positiver Korrelationskoeffizient mit einem Wert von 0,167. In der *Abbildung 7* ist zu erkennen, dass die Frage positiv beantwortet wurde. Die Gegenfrage hingegen ist sehr unterschiedlich beantwortet worden (siehe *Abbildung 8*).

Ich kann Aufgaben zu dem Thema richtig lösen.

 Kopieren

9 Antworten

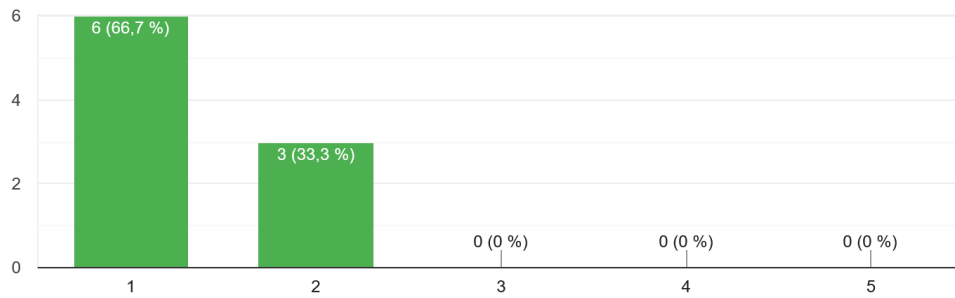


Abbildung 74: Balkendiagramm zur positiv formulierten Frage 8

Ich habe noch nicht alle Kompetenz in dieser Überprüfung erworben.

 Kopieren

9 Antworten

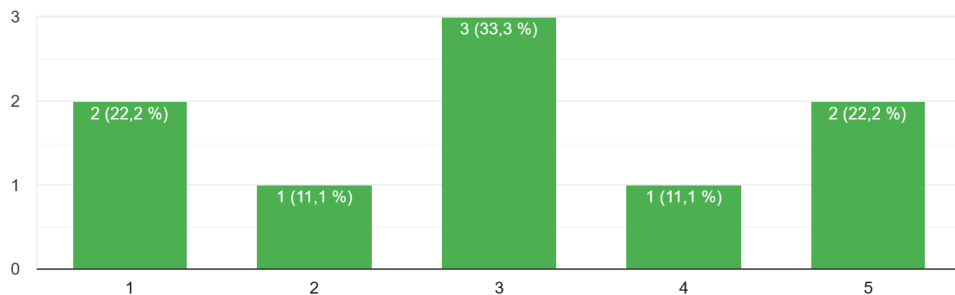


Abbildung 8: Balkendiagramm zur negativ formulierten Frage 8

Den stärksten negativen Korrelationskoeffizienten mit einem Wert von -0,8 hat die Frage 5, welche das Vorbereitungsempfinden der Arbeitsblätter erfragte. Hierbei wurden die Frage und die Gegenfrage überwiegend gegensätzlich beantwortet, dies ist in der *Abbildung 9* und in der *Abbildung 10* zu erkennen.

Durch die Arbeitsblätter fühlte ich mich gut auf den Check-up vorbereitet.

 Kopieren

9 Antworten

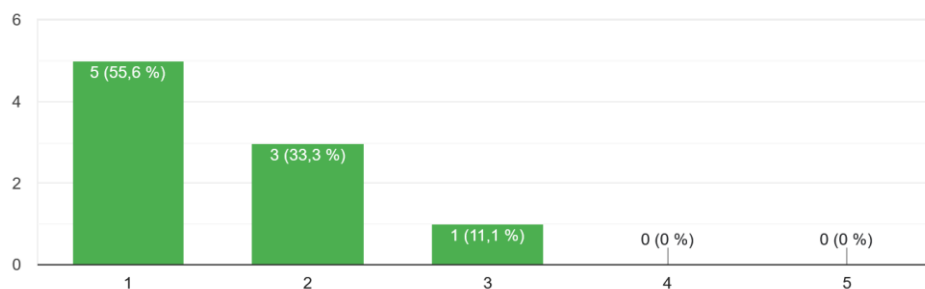


Abbildung 95: Balkendiagramm zur positiv formulierten Frage 5

Beim Lösen der Aufgaben habe ich gemerkt, dass ich einige Wissenslücken habe.

 Kopieren

9 Antworten

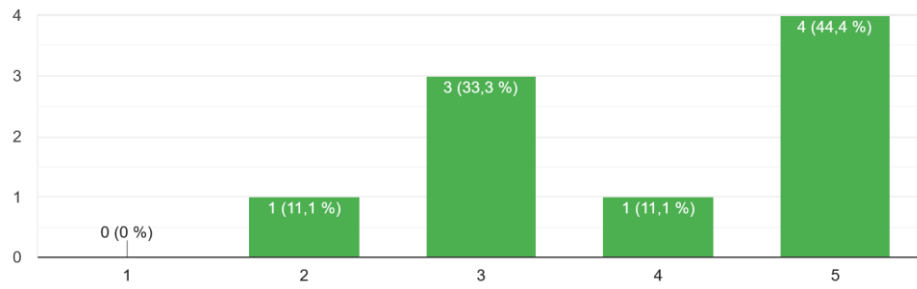


Abbildung 10: Balkendiagramm zur negativ formulierten Frage 5

6. Interpretation und Diskussion

6.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Daten der hier vorliegenden Studie zeigen kaum einen signifikanten Unterschied zwischen der Versuchsgruppe und der Kontrollgruppe. Ein Grund dafür könnte die geringe Anzahl an Teilnehmer*innen sein. Erwartet wurde ein signifikanter Unterschied zugunsten der Versuchsgruppe aufgrund der Literatur, da bereits von Huang, Hung und Hwang (2014: 162) oder von Elen et al. (2015: 50 f.) einen positiven Effekt von Lernspielen aufzeigten.

Einige Schüler*innen, sowohl aus der Versuchs- als auch aus der Kontrollgruppe, haben vor der Intervention mehr Punkte als nach der Intervention erreicht. Andere wiederum haben keine Zunahme an Punkten verzeichnen können. Dies deckt sich nicht mit der Erwartung einer Punktezunahme (siehe *Tabelle 1*: Schüler*in 4 [Abnahme der Punkte] und Schüler*in 5 [gleichgeblieben] bzw. *Tabelle 2*: Schüler*in 1 und Schüler*in 3 [gleichgeblieben], Schüler*in 9 [Abnahme der Punkte]). Ein Grund dafür könnte sein, dass sich die Schüler*innen mit den Arbeitsblättern bzw. den Spielen nicht so intensiv auseinandergesetzt haben, dass ein Kompetenzzuwachs möglich gewesen wäre. Ebenso könnte es möglich sein, dass die Konzentration der Schüler*innen nach der Zeit schwächer wurde. Bei Schüler*in 1 in *Tabelle 2* (Kontrollgruppe) war kein Punktezuwachs möglich, da der oder die Lernende bereits alle Punkte beim ersten und anschließend auch beim zweiten Check-up erreicht hatte.

Versuchsgruppe

Wie erwartet hat es den Schüler*innen gefallen, das bereits Gelernte durch Spiele zu wiederholen und zu festigen. Huber und Zander (vgl. 2020: 175 f.) schrieben bereits, dass Spielen eine Form des Lernens ist, welche die Kinder nicht als solches deklarieren. Dies zeigt sich auch durch den Korrelationskoeffizienten in *Tabelle 3*. Dabei wird im ersten Bereich das Spielempfinden der Lernenden abgefragt (Korrelationskoeffizient bei -0,2) und im zweiten Bereich die Empfindung zu Spielen im Mathematikunterricht (Korrelationskoeffizient bei -0,38). Es wurden die Fragen hierbei größtenteils gegensätzlich zu den Gegenfragen beantwortet. Die Steigerung an Freude und Motivation bezüglich des Spielens im Unterricht wurde durch den Fragebogen eindeutig gezeigt, die

Ergebnisse in der Literatur wurden dadurch somit bestätigt. Zum Beispiel haben Huang, Hung und Hwang (2014: 162) in ihrer Studie gezeigt, dass durch spielbasierte E-Book-Lernmodelle nicht nur die Lernleistung, sondern auch die Motivation und die Selbstwirksamkeit effektiver gesteigert werden konnte als im Vergleich zur Kontrollgruppe. Diese Steigerung durch die Spiele wurde vorab auch erwartet. Nach Heckhausen (vgl. 1974, zitiert nach Zech 1977: 187) gibt es unterschiedliche Motive, welche den Mathematikunterricht begleiten. Diese sind bei dieser Studie vor allem das Lebenszweckmotiv und das Leistungsmotiv. Die Lernenden werden auch intrinsisch motiviert durch Neugier, Selbstständigkeit und kognitiven Konflikten laut Christmann (1980: 159 f.). Es wurden auch die Lernmotivation durch die spielerische Umsetzung und die Leistungsmotivation durch die Check-ups angeregt.

Durch die jeweils negativen Korrelationskoeffizienten (siehe Tabelle 3 Bereiche 3-5) bei den Fragen der Kategorie Selbstwirksamkeit lässt sich schließen, dass sich die Kinder großteils durch die Spiele gut auf die Überprüfung vorbereitet gefühlt haben, sie Spiele als Lernmittel einschätzen und Durchhaltevermögen besitzen. Im Vorfeld wurden diese Ergebnisse erwartet. Dieser Faktor wurde wiederum durch die Ergebnisse von Huang, Hung und Hwang (2014: 162) gezeigt. Im Bereich des Kompetenzerlebens (siehe Tabelle 3 Bereiche 6-9) ist zu sagen, dass die Bereiche 7 und 8 gegensätzlich von den Kindern beantwortet wurden, da sie einen negativen Korrelationskoeffizienten nahe bei -1 haben, wodurch die Erwartungen erfüllt wurden. Die Bereiche 7 und 8 beschäftigten sich mit Zufriedenheit der Leistungen bei den beiden Check-ups und dem Kompetenzgefühl durch die Spiele. Beide Themen wurden vorwiegend positiv beantwortet, woraus sich schließen lässt, dass sich Spiele positiv auf das Kompetenzerleben der Schüler*innen auswirken. Nach Schedler (vgl. 2020: 28 f.) bekommen die Spielenden das Gefühl der Kompetenz nur dann, wenn die Aufgabenstellung sinnvoll und die Kompetenzen an die Kinder angepasst sind. Hingegen haben die Bereiche 6 und 9 einen Korrelationskoeffizienten nahe bei 0, wodurch sich keine Aussagen dazu treffen lassen. Diese Ergebnisse widersprachen den Erwartungen zu Beginn der Studie. Die anderen beiden Bereiche fragten Spiele als Vorbereitungsmittel und die bestehenden Wissenslücken ab. Grund für die nicht eindeutigen Ergebnisse könnten die schlecht formulierten Fragen der Bereiche sein. Diese wurden im Kapitel 7.3 überarbeitet. Unter anderem bewiesen bereits

Fokides (2017: 864 f.), Es-Sajjade und Paas (2020: 2696 f.) oder Chan, Chen, Ku, Lao und Wu (2014: 75) die Leistungssteigerung.

Kontrollgruppe

In der Kontrollgruppe hat die Frage zum Empfinden beim Bearbeiten der Arbeitsblätter einen schwachen linearen Korrelationskoeffizienten, wodurch die Schüler*innen sowohl die Frage als auch die Gegenfrage ähnlich beantwortet haben. Hier könnten unklar formulierte Fragen schuld sein. Diese wurden im Kapitel 7.3 überarbeitet. Die Frage nach der Präferenz der Sozialform im Unterricht wurde von den Schüler*innen verlässlich beantwortet. Der Korrelationskoeffizient liegt bei -0,76 (siehe Tabelle 4), welcher auf eine gegensätzliche Beantwortung von der Frage und der dazugehörigen Gegenfrage hinweist. Hierbei wurde erwartet, dass ein großer Anteil der Schüler*innen lieber gemeinsam Aufgaben löst, dies wurde jedoch von der vorliegenden Studie widerlegt.

Die Selbstwirksamkeit wurde in der Kontrollgruppe durch die beiden Bereiche 3 und 4 (siehe Tabelle 4) abgefragt. Beim Vorbereitungsgefühl der Arbeitsblätter auf den Check-up kann keine Aussage getroffen werden, da der Wert mit -0,1 nahe bei 0 liegt. Die Erwartung diesbezüglich war, dass sich die Kinder durch das Bearbeiten der Arbeitsblätter gut vorbereitet gefühlt hätten sollen. Bereich 4 beschäftigte sich mit dem Durchhaltevermögen der Lernenden, welcher bei -0,297 liegt.

Die letzten vier Bereiche befassten sich mit dem Kompetenzerleben. Bereich 5 fragt Arbeitsblätter als Vorbereitungsmittel ab, Bereich 6 das Kompetenzgefühl, Bereich 7 die Zufriedenheit der Leistungen bei den Check-ups und Bereich 8 vorhandene Wissenslücken. Für die Bereiche 5 und 6 ergab sich ein negativer Korrelationskoeffizient (siehe Tabelle 4) nahe an -1, welcher auf verlässliche Antworten seitens der Schüler*innen schließen lässt. Die Lernenden waren größtenteils zufrieden mit Arbeitsblättern als Vorbereitungsmittel und fühlten sich kompetent dadurch, das wurde auch so erwartet. Durch das Wiederholen werden laut Hauber und Zander (vgl. 2020: 176- 180) frustrierende Situationen reduziert und die Kinder können dadurch Kompetenz erfahren. Bereich 7 (Zufriedenheit der Leistung) liegt nahe an 0 und es besteht somit kein linearer Zusammenhang, wodurch es keine Antwort für diesen Bereich gibt. Der Fragebereich 8 (Wissenslücken) hat einen Wert von 0,167, welcher auf einen schwachen linearen Zusammenhang hindeutet. Es wurde hier erwartet, dass die Schüler*innen zwar noch

Wissenslücken haben, aber durch das Üben viele Kompetenzen neu erworben haben. Die Fragen und Gegenfragen wurden überarbeitet und sind im Kapitel 7.3 zu finden.

Aus dieser Untersuchung kann keine Folgerung bezüglich der Wirksamkeit von Lernspielen im Mathematikunterricht gemacht werden. Grund dafür ist der zu geringe Unterschied im Punktezuwachs bei den Check-ups. Durch den Fragebogen kann allerdings darauf geschlossen werden, dass die Schüler*innen die Abwechslung im Unterricht durch die Lernspiele mögen. Solche anregenden und vielfältigen Zugänge sind auch im Lehrplan für Mittelschulen (vgl. RIS 2022: S. 3-7) gefordert. Überdies sollen sie auch Wissen erwerbende Gedankengänge wiederholen und eigenständig darstellen (vgl. RIS 2022: S. 62). Im Fragebogen wird dies im Bereich 2 abgefragt, wobei die Versuchsgruppe hier überwiegend positiv Spielen im Mathematikunterricht gegenübersteht und sie zum Großteil keine Langeweile während des Spielens verspürten. Dies könnte auf ein Flow-Erlebnis (vgl. Schedler 2020: 28 f.; vgl. Csikszentmihalyi 1985: 58 f.) seitens der spielenden Schüler*innen hinweisen und somit auf eine Steigerung der intrinsischen Motivation.

6.2 Beschränkung der Forschung

Durch die geringe Anzahl an teilnehmenden Schüler*innen ist nicht möglich, signifikante Ergebnisse aus der Studie zu erhalten. Ebenso konnten nur Schüler*innen mit vollständigen Daten (Check-up 1, Intervention, Check-up 2 und Fragebogen) in die Studie aufgenommen werden. Zwei Kinder waren an den beiden Tagen krank, ein Schüler ist ukrainischer Herkunft und konnte die deutsche Sprache noch nicht verstehen beziehungsweise verwenden und weitere zwei Schüler*innen wurden in der vorgesehenen Zeit (eine Unterrichtseinheit) nicht fertig. Dadurch konnte die Arbeit von zwei Teilnehmer*innen nicht mit ausgewertet und nicht bei den Ergebnissen berücksichtigt werden. Ein weiteres Problem war die geringe Zeitdauer der Studie, welche von der Bildungsdirektion Niederösterreich vorgeschrieben wurde. Durch diese wurde die maximale Gesamtdauer von einer Unterrichtsstunde für die Durchführung der Studie festgelegt. Überdies fällt den Schüler*innen das Thema der Bruchrechnung in dieser Klasse sehr schwer,

welches sich beim Korrigieren der Arbeitsblätter und der anschließenden Auswertungen der beiden Check-ups bestätigte.

Durch die geringe Anzahl an Probanden und Probandinnen an dieser Mittelschule sind keine signifikanten Aussagen möglich. Ebenso hat die geringe Testdauer dazu beigetragen, die Studie nicht ausführlicher gestalten zu können, wodurch die Intervention kurzgehalten wurde. Diese Begrenzungen könnten in weiteren Forschungen zu diesem Thema eliminiert werden. Ebenso könnte erforscht werden, warum die Bruchrechnung den Schüler*innen einer ersten Klasse Mittelschule schwerfällt. Eine Studie könnte auch darin bestehen, die Kinder selbstständig in Form von entdeckendem Lernen die Bruchrechnungen zu erlernen.

6.3 Fazit

Die Forschungsfrage für diese Studie lautet: „Wie groß ist der Kompetenzzuwachs beim Einsatz von analogen Lernspielen im Vergleich zu herkömmlichen Unterrichtskonzepten beim Thema Bruchrechnung in einer ersten Klasse einer niederösterreichischen Mittelschule?“. Diese kann leider nicht beantwortet werden, da der Unterschied zwischen der Versuchsgruppe und der Kontrollgruppe nicht statistisch signifikant ist.

7. Überarbeitetes Material

7.1 Spiele

Trimino

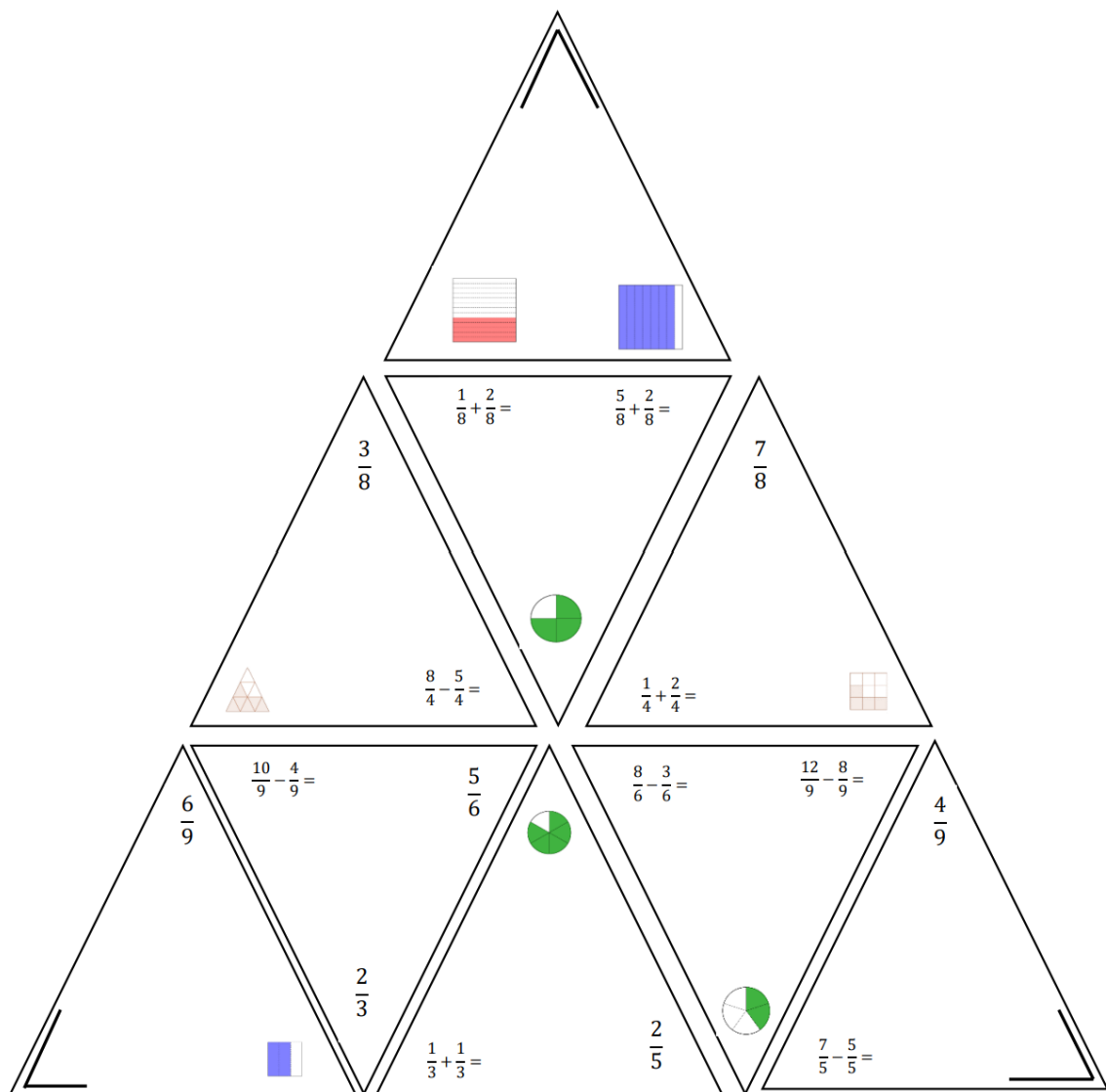
Würde ich diese Studie nochmals durchführen, dann würde ich das Spiel *Memory* durch *Trimino* ersetzen. Erfahrungsgemäß ist das Spiel *Trimino* für Kinder schwieriger, da sie auf drei Seiten achten müssen und nicht nur auf zwei. Ebenso ist es meiner Meinung nach etwas komplexer und regt die Schüler*innen mehr zum Nachdenken an. Durch den Austausch erzielt man bessere Ergebnisse, da die Kinder ihre Entscheidungen teilweise öfter überdenken müssen, wenn sie die einzelnen Steine mit den falschen Enden zusammengelegt haben, welches bei drei Seiten deutlich öfter passiert, als bei zwei Seiten.

Didaktischer Zweck: Durch das Spiel *Trimino* werden die Darstellungen von Brüchen, die Addition und die Subtraktion von gleichnamigen Brüchen geübt.

Spielanleitung: *Trimino* ist ein Legespiel, bei dem die Spitzen der kleinen Dreiecke mit den zugehörigen Lösungen, welche sich in den anderen Dreiecken befinden, so zusammengelegt werden, dass ein großes Dreieck entsteht. (vgl. Triminos 2022)

Anzahl an Spieler*innen: 1

Zeitdauer: 8-12 Minuten

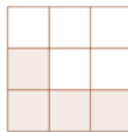
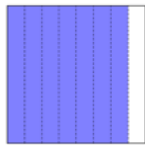
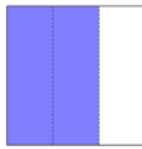


7.2 Arbeitsblätter

Durch das Spiel *Trimino* muss auch das Arbeitsblatt 4 verändert werden. Dazu wurden die Zuordnungen und Rechnungen in zwei Aufgaben gegliedert.

ARBEITSBLATT 4 – MEMORY

1. Welcher Bruchteil ist gefärbt?



2. Berechne und vereinfache, wenn dies möglich ist.

$$\frac{1}{8} + \frac{2}{8} =$$

$$\frac{8}{4} - \frac{5}{4} =$$

$$\frac{5}{8} + \frac{2}{8} =$$

$$\frac{1}{4} + \frac{2}{4} =$$

$$\frac{10}{9} - \frac{4}{9} =$$

$$\frac{8}{6} - \frac{3}{6} =$$

$$\frac{12}{9} - \frac{8}{9} =$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{3} =$$

$$\frac{7}{5} - \frac{5}{5} =$$



7.3 Fragebögen

Da bei manchen Fragen kein negativer Korrelationskoeffizient erhalten wurde, müssen einige Fragen verändert werden. Die roten Fragen wurden ausgetauscht, damit bei den Schüler*innen keinerlei Unklarheiten beim Beantworten auftauchen.

Versuchsgruppe

	Frage	Gegenfrage
Motivation	Mir macht es Spaß, Spiele zu spielen.	Ich spiele nur, wenn es sein muss.
	Ich mag es, wenn im Unterricht Spiele gespielt werden.	Mir ist es lieber, wenn ich meine Aufgaben allein durchrechnen kann.
Selbstwirksamkeit	Ich habe mich durch die Übungseinheit auf den Check-up gut vorbereitet gefühlt.	Durch die Übungseinheit hatte ich Angst, schlecht abzuschneiden.
	Wenn ich etwas noch nicht kann, dann übe ich, damit ich es erlerne.	Wenn es im Mathematikunterricht komplizierter wird, gebe ich schnell auf.
	Wenn ich mich beim Spielen anstrenge, dann kann ich den Unterrichtsstoff gut nachvollziehen.	Auch wenn ich mich beim Spielen bemühe, verstehe ich den Unterrichtsstoff nicht.
Kompetenz erleben	Durch das Spielen habe ich bemerkt, dass ich alle Aufgaben lösen kann.	Beim Spielen habe ich gemerkt, dass ich einige Aufgaben noch nicht kann.
	Ich fühlte mich sicher beim Bearbeiten der Aufgaben.	Das Bearbeiten der Aufgaben fiel mir schwer.
	Mit meiner Leistung beim Check-up bin ich zufrieden.	Ich bin enttäuscht über meine Leistungen beim Check-up.
	Ich kann alle Aufgaben zu dem Thema richtig lösen.	Ich habe noch nicht alle Kompetenzen in dieser Überprüfung erworben.

Kontrollgruppe

	Frage	Gegenfrage
Motivation	Das Üben hat mich ge- fordert.	Die Arbeitsblätter waren zu einfach.
	Ich mag es, wenn ich im Unterricht mit ande- ren Aufgaben lösen kann.	Mir ist es lieber, wenn ich meine Aufgaben allein durchrechnen kann.
Selbstwirksamkeit	Ich habe mich durch die Übungseinheit auf den Check-up gut vor- bereitet gefühlt.	Durch die Übungseinheit hatte ich Angst, schlecht abzuschneiden.
	Wenn ich etwas im Fach Mathematik noch nicht kann, dann übe ich, damit ich es er- lerne.	Wenn es im Mathematik- unterricht komplizierter wird, gebe ich schnell auf.
Kompetenz erleben	Beim Lösen der Aufga- ben merkte ich, dass ich alle Beispiele ohne Probleme lösen kann.	Beim Lösen der Aufgaben habe ich gemerkt, dass ich einige Aufgaben noch nicht lösen kann.
	Ich fühlte mich sicher beim Bearbeiten der Aufgaben.	Das Bearbeiten der Aufga- ben fiel mir schwer.
	Mit meiner Leistung beim Check-up bin ich zufrieden.	Ich bin enttäuscht über meine Leistungen beim Check-up.
	Ich kann alle Aufgaben zu dem Thema richtig lösen.	Ich habe noch nicht alle Kompetenzen in dieser Überprüfung erworben.

7.4 Weitere erarbeitete Spiele

Aufgrund meiner geringen Daten und den damit verbundenen geringen Analyse-material habe ich weitere Spiele und die dazugehörigen Materialien zum Thema Brüche für den Unterricht erstellt. Diese wurden jedoch nicht bei der Studie an sich berücksichtigt. Sie können verwendet werden, um damit eine weitere Studie durchzuführen.

Brüchewurm

Didaktischer Zweck: Bei diesem Spiel werden die Grundrechnungsarten zu Brüchen abgefragt. Je nach Schwierigkeitsstufe sind die Teilstücke des Wurmes kürzer oder länger.

Die Vorlage dieses Spieles ist das Spiel „Da ist der Wurm drin“ von Carmen Klei-
nert (vgl. Da ist der Wurm drin 2011).

Spielanleitung:

Zu Beginn des Spiels wird das Spielbrett so aufgebaut, dass der große Teil mit den Enden des Wurms unten liegt. Der kleine Teil mit dem Schaufenster wird nach den Erhöhungen, bei diesem Spiel dienen die Stifte als Erhöhungen, daraufgelegt. Dabei werden die viereckigen Stifte so auf das Brett gelegt, dass sie auf den schmalen Balken aufliegen. Jede*r Spieler*in sucht sich einen Kopf für ihren Wurm aus und legt ihn an das Ende des Spielbrettes, wodurch sich ein kleiner Wurm ergibt. Die Kärtchen werden zu farbgleichen Stapel zusammengelegt, sodass die Aufgabe nicht sichtbar ist. Danach würfeln die Spieler*innen nacheinander und beantworten die Fragen auf den Kärtchen. Wird die Zahl 1 gewürfelt, so ist ein blaues Kärtchen zu nehmen und zu beantworten. Bei der Zahl 2 ein gelbes, bei der Zahl 3 ein grünes, bei der Zahl 4 ein rotes und bei der Zahl 5 ein purpurnes Kärtchen. Wird die Zahl 6 gewürfelt, so darf sich der oder die Spieler*in ein Kärtchen seiner oder ihrer Wahl aussuchen. Wird die Frage auf dem Kärtchen richtig beantwortet, so darf der oder die Spieler*in das Kärtchen umgedreht an seinen oder ihren Wurm anhängen. Wird die Frage falsch beantwortet, so muss er oder sie das Kärtchen ganz unten in den Stoß zurücklegen. Sollte eine Kärtchengruppe nicht mehr vorhanden sein, so darf sich der oder die Spielende eine Farbe aussuchen. Das Ziel des Spieles ist es, so schnell wie

möglich zur Wiese (zum anderen Ende des Spielbrettes) zu gelangen. (vgl. Da ist der Wurm drin 2011)

Anzahl der Spielenden: 2-3 Personen

Zeitdauer: 15-25 Minuten

Spielmaterialien (siehe Anhang 9.5):

- Spielbrett
- Wurmköpfe
- Wurmglieder (Rechenkarten)
- Würfel
- vier eckige Stifte (z.B. Bleistifte oder Farbstifte)
- eventuell Zettel und Stift, um die Rechnungen zu lösen

$\frac{2}{5} + \frac{1}{5} =$
$\frac{6}{12} + \frac{8}{12} =$
$\frac{3}{24} + \frac{35}{24} =$
$\frac{11}{4} + \frac{3}{4} =$
$\frac{1}{2} + \frac{4}{2} =$
$\frac{7}{9} + \frac{4}{9} =$
$\frac{10}{18} + \frac{23}{18} =$
$\frac{2}{15} + \frac{14}{15} =$

Kampf um den Thron

Didaktischer Zweck: Bei dem selbstentwickelten Spiel „Kampf um den Thron“ werden das Erweitern, das Kürzen und das Umwandeln von Dezimalzahlen in Brüche und umgekehrt geübt.

Spielanleitung:

Zuerst wird das Spielbrett mittig auf den Tisch gelegt und die Spielfiguren auf das „Start“-Feld gestellt. Die Karten werden zuerst durchgemischt und mit den Bildern nach oben auf den Tisch gelegt. Beide Spieler*innen würfeln einmal. Derjenige oder diejenige mit der höchsten gewürfelten Augenzahl beginnt. Bei den Augenzahlen 1 und 4 wird eine Karte vom Stapel gezogen, auf der ein Thron zu sehen ist. Wird die Augenzahl 2 oder 5 gewürfelt, so darf der oder die Spieler*in eine Karte vom Stapel nehmen, wo zwei Throne zu sehen sind. Wird die Augenzahl 3 oder 6 gewürfelt, so wird eine Karte vom „Schwertstoß“ gezogen. Wurde eine Karte von einem der beiden „Thronstöße“ gezogen, so löst der oder die Spielende die Rechnung auf dem Kärtchen alleine. Beantwortet er oder sie die Rechnung richtig, so darf er oder sie ein Spielfeld weiterziehen. Wird ein Kärtchen vom „Schwertstoß“ gezogen, so wird die Karte mit der Rechnung nach oben in die Mitte des Tisches gelegt. Wer als Erstes die richtige Antwort auf die Rechnung hat, ist der oder die Sieger*in der Runde, und darf zwei Spielfelderiterrücken. Wenn es Unstimmigkeiten zu der Lösung gibt, so dürfen beim Lösungsblatt die Lösungen nachgesehen werden. Wurden die Lösungen mithilfe des Lösungsblattes überprüft und diese sind nicht richtig, so hat keiner der beiden Spielenden gewonnen. Die benutzten Kärtchen werden wieder verdeckt und ganz unten in den Stapel gelegt. Gewonnen hat derjenige oder diejenige, welche*r als Erstes den goldenen Thron erreicht.

Anzahl der Spielenden: 2 Personen

Zeitdauer: 25 – 35 Minuten

Spielmaterialien (siehe Anhang 9.6):

- Spielbrett
- Würfel
- 2 Spielfiguren

- Spielbrett
- Spielkarten

8. Literaturverzeichnis

Adams, D./J. Forlizzi/R. E. Mayer/B. M. McLaren (2017): A computer-based game that promotes mathematics learning more than a conventional approach, in: International Journal of Game-Based Learning, 7 (1), S. 36-56, [online] <https://www.cs.cmu.edu/~bmclaren/pubs/McLarenEtAl-EdGamesVsProblem-Solving-IJGBL2017.pdf> [abgerufen am 17.7.2022].

Arlt, F./H.-J. Arlt (2019): Spielen ist unwahrscheinlich: Eine Theorie der ludischen Aktion, Berlin, Deutschland: Springer VS.

Bai, H./A. Hirumi/M. Kebritchi (2010): The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation, in: Computers and education, Elsevier Ltd, Vol. 55 (2), S. 427-443, [online] [DOI: 10.1016/j.compedu.2010.10.016](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.016) .

Beierlein, C./C. J. Kemper/A. Kovaleva/B. Rammstedt (2012): Ein Messinstrument zur Erfassung subjektiver Kompetenzerwartungen: Allgemeine Selbstwirksamkeit Kurzskala (ASKU), Köln, Deutschland: GESIS – Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften.

Benz, C./A. Peter-Koop/M. Grüßing (2015): Frühe mathematische Bildung: Mathematiklernen der Drei- bis Achtjährigen, in: F. Padberg (Hrsg.) und A. Büchter (Hrsg.): Mathematik Primarstufe und Sekundarstufe I + II, Heidelberg, Deutschland: Springer Spektrum.

Boston, J./S. Corcoran/C. P. Lam/M. Masek (2017): Improving mastery of fractions by blending video games into the Math classroom, in: Journal of computer assisted learning, Wiley Vol. 33 (5), S. 486-499, [online] [DOI: 10.1111/jcal.12194](https://doi.org/10.1111/jcal.12194).

Bragg, L. A. (2012): Testing the effectiveness of mathematical games as a pedagogical tool for children's learning, in: International journal of science and mathematics education, Springer Netherlands, Vol. 10 (6), S. 1 445-1 467, [online] [DOI: 10.1007/s10763-012-9349-9](https://doi.org/10.1007/s10763-012-9349-9).

Brezovszky, B./M. M. Hannula-Sormunen/E. Laakkonen/E. Lehtinen/J. McMullen/N. Pongsakdi/G. Rodríguez-Aflecht/K. Veermans (2019): Effects of a mathematics game-based learning environment on primary school students' adaptive number knowledge, in: Computers and education, Elsevier Ltd, Vol. 128, S. 63-74, [online] [DOI: 10.1016/j.compedu.2018.09.011](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.011).

Bruder, R./L. Hefendehl-Hebeker/B. Schmidt-Thieme/H.-G. Weigand (Hrsg.) (2015): Handbuch der Mathematikdidaktik, Heidelberg, Deutschland: Springer Spektrum.

Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (2022): Spielen - SPASS, FRUST & CO, Konsumentenfragen.at, [online] [https://www.konsumentenfragen.at/verbraucherbildung/8.9.Schulstufe/Spielen/Uebersicht Spielen - Spass- Frust - Co.html](https://www.konsumentenfragen.at/verbraucherbildung/8.9.Schulstufe/Spielen/Uebersicht_Spielen_-_Spass-_Frust_-_Co.html) [abgerufen am 2.10.2022].

Chan, T.-W./S. Y. Chen/O. Ku/A. C. C. Lao/D. H. Wu (2014): The effects of game-based learning on mathematical confidence and performance: high ability vs. low ability, in: Educational technology and society, Vol. 17 (3), S. 65-78, [online] <https://www.proquest.com/docview/1556991469?parentSessionId=eSh%2F%2FXu4VnoqDCQG8Dg4Kujb%2BIK%2BbXvlu%2B1DpgBKxqg%3D&pq-origsite=primo&accountid=14682> [abgerufen am 12.7.2022].

Chang, M./M. A. Evans/S. Kim/ A. Norton/Y. Samur (2015): Differential effects of learning games on mathematics proficiency, in: Educational media international, Vol. 52 (1), S. 47-57, [online] [DOI: 10.1080/09523987.2015.1005427](https://doi.org/10.1080/09523987.2015.1005427).

Christmann, N. (1980): Einführung in die Mathematik-Didaktik, Paderborn, Deutschland: Schöningh.

Claus, H. J. (1995): Einführung in die Didaktik der Mathematik, 2. überarbeitete Aufl., Darmstadt, Deutschland: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Csikszentmihalyi, M. (1985): Das flow-Erlebnis: Jenseits von Angst und Langeweile: im Tun aufgehen, Stuttgart, Deutschland: Klett-Cotta.

Deci, E. L./R. M. Ryan (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik, in: Zeitschrift für Pädagogik, Vol. 39 (2), S. 223-238, [online] [DOI: 10.25656/01:11173](https://doi.org/10.25656/01:11173).

Dittmeyer, M. (2020): Der programmierte Mensch: Zur Idee und Ethik von Gamification, Paderborn, Deutschland: mentis Verlag.

Domino (2022): Wikipedia, [online] <https://de.wikipedia.org/wiki/Domino> [abgerufen am 22.10.2022].

Driver, R./V. Oldham (1986): A constructivist approach to curriculum development, in: Studies in Science Education, Vol. 13, S. 105–122, [online] [doi:10.1080/03057268608559933](https://doi.org/10.1080/03057268608559933).

Elen, J./T. de Jong/H. van Oostendorp/S. Vandercruysse/J. ter Vrugte/P. Wouters (2015): How competition and heterogeneous collaboration interact in prevocational game-based mathematics education, in: Computers and education, Elsevier Ltd, Vol. 89, S. 42-52, [online] [DOI: 10.1016/j.compedu.2015.08.010](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.010).

Es-Sajjade, A./F. Paas (2020): Educational theories and computer game design: lessons from an experiment in elementary mathematics education, in: Educational technology research and development, Springer US, Vol. 68 (5), S. 2685-2703, [online] [DOI: 10.1007/s11423-020-09799-w](https://doi.org/10.1007/s11423-020-09799-w).

Feder, S. (2014): Game-based Learning in der Personalentwicklung: Potentiale und Mehrwerte für die Führungskräfteentwicklung, 1. Aufl., Hamburg, Deutschland: Diplomica Verlag GmbH.

Felicia, P. (2014): Game-Based Learning: Challenges and Opportunities, 1. Aufl., Newcastle, England: Cambridge Scholars Publishing.

Ferent, U. (2011): Fragekärtchen Brüche, 4teachers, [online] <https://www.4teachers.de/?action=download&downloadtype=material&downloadid=59175> [abgerufen am 17.08.2022].

Fiorella, L./S. Kuhlmann/J. J. Vogel-Walcutt (2019): Effects of playing an educational math game that incorporates learning by teaching, in: Journal of educational computing research, SAGE Publications, Vol. 57 (6), S. 1495-1512, [online] DOI: [10.1177/0735633118797133](https://doi.org/10.1177/0735633118797133).

Fokides, E. (2017): Digital educational games and mathematics: Results of a case study in primary school settings, in: Education and information technologies, Springer US, Vol. 23 (2) S. 851-867, [online] DOI: [10.1007/s10639-017-9639-5](https://doi.org/10.1007/s10639-017-9639-5).

Fritz, J. (1989): Spielzeugwelten: Eine Einführung in die Pädagogik der Spielmittel, Deutschland: Juventa Verlag Weinheim und München.

Frommberger, H./U. Freyhoff/W. Spies (Hrsg.) (1976): Lernendes Spielen – Spielendes Lernen, Hannover, Deutschland: H. Schroedel Verlag KG.

Giger, M. (o.D.): Veranschaulichung: Brüche multiplizieren, GeoGebra, [online] <https://www.geogebra.org/m/JKCeDruf> [abgerufen am 11.02.2022].

Götz, T. (2004): Emotionales Erleben und selbstreguliertes Lernen bei Schülern im Fach Mathematik, Dissertation Universität München, München, Deutschland: Herbert Utz Verlag GmbH.

Gudrun, S. (2012): Motivation und Interesse im Mathematikunterricht der Grundschule: Genese – Indizierung – Förderung: Evaluation und Reflexion des Unterrichtsprojekts Sprech- und Schreibenanlässe im Mathematikunterricht der dritten und vierten Jahrgangsstufe, Dissertation Universität Passau, Hamburg, Deutschland: Verlag Dr. Kovač.

Hammer, C./ K. Reiss (2021): Grundlagen der Mathematikdidaktik: Eine Einführung für den Unterricht in der Sekundarstufe, 2. Aufl., Cham, Schweiz: Birkhäuser.

Hauber, M./A. Zander (2020): Spielen macht Schule – spielend zum Lernerfolg, in: Mehringer/Waburg (Hrsg.), Spielzeug, Spiele und Spielen: Aktuelle Studien und Konzepte, Wiesbaden, Deutschland: Springer VS ,175-195.

Heimlich, U. (2015): Einführung in die Spielpädagogik, 3. Aufl., Bad Heilbrunn, Deutschland: Verlag J. Klinkhardt.

Heinz, F. (2018): Mathematische Lernspiele als diagnostisches Instrument: Spiele im heterogenen Mathematikunterricht der Grundschule zur Erfassung von Lernhürden, Dissertation des Fachbereiches Mathematik der Justus-Liebig-Universität Gießen, in: G. Kaiser (Hrsg.): Perspektiven der Mathematikdidaktik, Wiesbaden: Deutschland: Springer Spektrum.

Heinz, F./G. Kaiser (Hrsg.) (2017): Mathematische Lernspiele als diagnostisches Instrument: Spiele im heterogenen Mathematikunterricht der Grundschule zur Erfassung von Lernhürden, Wiesbaden, Deutschland: Springer Spektrum.

Herder (1973): Wörterbuch der Schulpädagogik: 143 Großartikel mit aktuellen Literaturangaben und einem ausführlichen Verweisregister, 2. Aufl., Freiburg, Deutschland: Verlag Herder KG

Hermann, S./HerrBeo (o. D.): Bruch am Kreis visualisieren, GeoGebra, [online] <https://www.geogebra.org/m/m9ekughf> [abgerufen am 11.02.2022].

van den Heuvel-Panhuizen, M./O. Köller/A. Kolovou (2013): An intervention including an online game to improve grad 6 students' performance in early algebra, in: Journal for research in mathematics education, Vol. 44 (3), S. 510-549, [online] DOI: [10.5951/jresmetheduc.44.3.0510](https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.44.3.0510).

Hoffman, B. (2015): The 5 most powerful self-beliefs that ignite human behavior, Elsevier, [online] <https://www.elsevier.com/connect/the-5-most-powerful-self-beliefs-that-ignite-human-behavior> [abgerufen am 01.09.2022].

Huang, I./C.-M. Hung/G.-J. Hwang (2014): Effects of digital game-based learning on students' self-efficacy, motivation, anxiety, and achievements in learning mathematics, in: Journal of computers in education, Vol. 1 (2-3), S. 151-166, [online] [DOI: 10.1007/s40692-014-0008-8](https://doi.org/10.1007/s40692-014-0008-8).

ist der Wurm drin (2022): Wikipedia, [online] https://www.brettspiele-report.de/images/d/da_ist_der_wurm_drin/Spielregel-Da-ist-der-Wurm-drin.pdf [abgerufen am 22.10.2022].

Jerusalem, M./R. Schwarzer (1999): Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen: Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen der Wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs Selbstwirksame Schulen, Berlin, Deutschland: Freie Universität Berlin.

Karthausen, G./P. Scherer (2007): Einführung in die Mathematikdidaktik, in: F. Padberg (Hrsg.) und A. Büchter (Hrsg.): Mathematik Primarstufe und Sekundarstufe I + II, 3. Aufl., München, Deutschland: Spektrum Akademischer Verlag.

Linneweber-Lammerskitten, H. (2014): Fachdidaktik Mathematik: Grundbildung und Kompetenzaufbau im Unterricht der Sek. I und II, 1. Aufl., Seelze, Deutschland: Kallmeyer Verlag in Verbindung mit Klett Verlag.

Krapp, A. (1993): Die Psychologie der Lernmotivation: Perspektiven der Forschung und Probleme ihrer pädagogischen Rezeption, in: Zeitschrift für Pädagogik 39 (2), S. 187-206, [online] [DOI: 10.25656/01:11171](https://doi.org/10.25656/01:11171).

Kunter, M./J. Baumert/ W. Blum/U. Klusmann/S. Krauss/M. Neubrand (2011): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV, in: Zeitschrift für Bildungsforschung, Vol. 1(3), S. 240-253, [online] [DOI: 10.1007/s35834-011-0017-x](https://doi.org/10.1007/s35834-011-0017-x).

Lipowsky, F./K. Rakoczy/C. Pauli/B. Drollinger-Vetter/E. Klieme/K. Reusser (2009): Quality of geometry instruction and its short-term impact on students' understanding of the Pythagorean Theorem, in: Learning and instruction, Vol. 19 (6), S. 527-537, [online] [DOI: 10.1016/j.learninstruc.2008.11.001](https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.11.001).

Malone, T. W. (1981): Toward a Theory of Intrinsically Motivating Instruction, in: Cognitive science, Vol. 5 (4), S. 333-369, [online] [DOI: 10.1207/s15516709cog0504_2](https://doi.org/10.1207/s15516709cog0504_2).

Mathieu (2021): 20 beste kostenlose Bildungs-Apps, edapp.com, [online] <https://www.edapp.com/blog/de/20-beste-kostenlose-bildungs-apps/> [abgerufen am 2.10.2022].

Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (Hrsg.) 2017: Jim 2016: Jugend, Information, (Multi-)Media: Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland, Stuttgart, Deutschland, [online] https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/JIM/2016/JIM_Studie_2016.pdf [abgerufen am 8.8.2022].

Memory (Spiel) (2021): Wikipedia, [online] [https://de.wikipedia.org/wiki/Memory_\(Spiel\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Memory_(Spiel)) [abgerufen am 22.10.2022].

Miller, D. J./D. P. Robertson (2011): Educational benefits of using game consoles in a primary classroom: A randomised controlled trial, in: British journal of educational technology, Vol.42 (5), S. 850-864, [online] [DOI: 10.1111/j.1467-8535.2010.01114.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01114.x).

Pohl, G. (2014): Kindheit – aufs Spiel gesetzt: Vom Wert des Spielens für die Entwicklung des Kindes, 4. Aufl., Heidelberg, Deutschland: Springer-Verlag.

Rapp, F. (2014): Gamification – Neue Lösung für alte Probleme?, in: Schwarzer, B./S. Spitzer (Hrsg.); Digitale Spiele im interdisziplinären Diskurs: Entwicklungen und Perspektiven der Alltagskultur, Technologie und Wirtschaft, 1. Aufl. Band 4, Baden, Deutschland: Nomos Verlagsgesellschaft, S. 107-136.

RIS (2012): Gesamte Rechtsvorschrift für Lehrpläne der Mittelschulen, Fassung vom 04.08.2022, Rechtsinformationssystem des Bundes, [online] <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/20007850/Lehrpl%a4ne%20der%20Mittelschulen%2c%20Fassung%20vom%2004.08.2022.pdf> [abgerufen am 04.08.2022].

Prensky, M. (2001): Fun, Play and Games: What Makes Games Engaging, [online] <https://marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Game-Based%20Learning-Ch5.pdf> [abgerufen am 11.7.2022].

Rohlf, C. (2011): Bildungseinstellungen: Schule und formale Bildung aus der Perspektive von Schülerinnen und Schülern, 1. Aufl., Wiesbaden, Deutschland: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Sailor, M. (2016): Die Wirkung von Gamification auf Motivation und Leistung: Empirische Studien im Kontext manueller Arbeitsprozesse, Dissertation Ludwig-Maximilians-Universität München, München, Deutschland: Springer Fachmedien.

Schedler, M. (2020): Mit Gamification spielend die Schulen verändern: Gamification als Zaubermittel für motivierendes Lernen?, Pädagogische Hochschule Vorarlberg, [online] https://www.ph-vorarlberg.ac.at/fileadmin/user_upload/RED_SOZ/PDFs/F_E_26/FE26_03_Schedler.pdf [abgerufen am 11.04.2022].

Schmidt, T. (2015): MALL meets Gamification: Möglichkeiten und Grenzen neuer (digitaler) Zugänge zum Fremdsprachenlernen, Leuphana Universität, Lüneburg, Deutschland, [online] https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/tefl/documents/Folien_Keynotell_Torben_Schmidt.pdf [abgerufen am 4.8.2022].

Schmitz, A. (2019): Homo Ludens im Erwachsenenalter, Deutschlandfunk.de, [online] <https://www.deutschlandfunk.de/kidults-homo-ludens-im-erwachsenen-alter-100.html> [abgerufen am 01.09.2022].

Schuch, B. (1990): Grundbegriffe der Mathematikdidaktik, Weiden, Deutschland: P. Müller Verlag.

Schwarzer, B./S. Spitzer (Hrsg.) (2014): Digitale Spiele im interdisziplinären Diskurs: Entwicklungen und Perspektiven der Alltagskultur, Technologie und Wirtschaft, 1. Aufl. Band 4, Baden, Deutschland: Nomos Verlagsgesellschaft.

Shin, N./L. M. Sutherland/C. A. Norris/E. Soloway (2012): Effects of game technology on elementary student learning in mathematics: The effects of game technology on student learning, in: British journal of educational technology, Vol. 43 (4), S. 540-560, [online] [DOI: 10.1111/j.1467-8535.2011.01197.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2011.01197.x).

Stampe, E. (1984): Repetitorium Fachdidaktik Mathematik, Bad Heilbrunn, Deutschland: Klinkhardt.

Thiele, R. (2020): Spielend lernen: Was macht ein gutes Lernspiel aus?, in: Mehlinger/Waburg (Hrsg.), Spielzeug, Spiele und Spielen: Aktuelle Studien und Konzepte, Wiesbaden, Deutschland: Springer VS, S. 143-155.

Triminos (2022): Wikipedia, [online] <https://de.wikipedia.org/wiki/Triominos> [abgerufen am 22.10.2022].

Visualisation of fractions/Darstellung von Brüchen (o. D.): GeoGebra, [online] <https://www.geogebra.org/m/eh6mDMGS#material/S43VjTfE> [abgerufen am 11.02.2022].

Weichselbraun, B. (2023): Eduki, [online] <https://eduki.com/de/autor/1875757/benitaweichselbraun> [abgerufen am 1.3.2023].

Weigand, H.-G./T. Weth (2002): Computer im Mathematikunterricht: Neue Weg zu alten Zielen, Heidelberg, Berlin, Deutschland: Spektrum Akademischer Verlag.

Zech, F. (1977): Grundkurs Mathematikdidaktik: Theoretische und praktischen Anleitungen für das Lehren und Lernen von Mathematik, 10. Aufl., Weinheim, Deutschland: Beltz Verlag.

9. Anhang

9.1 Kopiervorlagen für die Spiele der Studie

Diese Materialien können auch unter meiner Eduki-Seite heruntergeladen werden. (vgl. Weichselbraun 2023)

Domino

START	
-------	---

$1\frac{1}{12}$	
-----------------	---

$1\frac{1}{8}$	
----------------	---

$1\frac{1}{8}$	
----------------	--

$1\frac{1}{2}$	
----------------	---

$1\frac{1}{6}$	
----------------	---

$1\frac{1}{9}$	
----------------	---

$1\frac{1}{4}$	
----------------	---

$1\frac{1}{5}$	
----------------	--

$1\frac{1}{10}$	ENDE
-----------------	------

START	$3\frac{2}{3} =$
-------	------------------

$\frac{16}{6}$	$4\frac{6}{8} =$
----------------	------------------

$\frac{22}{3}$	$1\frac{7}{8} =$
----------------	------------------

$\frac{37}{12}$	$2\frac{1}{5} =$
-----------------	------------------

$\frac{98}{12}$	$6\frac{1}{6} =$
-----------------	------------------

$\frac{11}{3}$	$2\frac{4}{6} =$
----------------	------------------

$\frac{38}{8}$	$7\frac{1}{3} =$
----------------	------------------

$\frac{15}{8}$	$3\frac{1}{12} =$
----------------	-------------------

$\frac{11}{5}$	$8\frac{2}{12} =$
----------------	-------------------

$\frac{37}{6}$	ENDE
----------------	------

START

$$1\frac{3}{4} - 1\frac{1}{4} =$$

$$1\frac{5}{8}$$

$$1\frac{3}{4} + 1\frac{1}{4} =$$

$$1\frac{1}{4} + \frac{1}{8}$$

$$3\frac{3}{5} + 1\frac{4}{5} =$$

$$1\frac{1}{5}$$

$$3\frac{5}{10} - \frac{4}{10} =$$

$$1\frac{1}{3} - \frac{1}{6}$$

$$3\frac{50}{100} - \frac{4}{100} =$$

$$2\frac{2}{4}$$

$$2\frac{7}{8} - 1\frac{2}{8} =$$

$$2$$

$$2\frac{7}{8} + 1\frac{2}{8} =$$

$$5\frac{2}{5}$$

$$2\frac{3}{5} - 1\frac{2}{5} =$$

$$3\frac{1}{10}$$

$$\frac{2}{6} + 2\frac{5}{6} =$$

$$3\frac{46}{100}$$

ENDE

Wie nennt man die Zahl
über dem Bruchstrich?

Welcher Bruch ist farbig
dargestellt?



Welcher Bruch ist farbig
dargestellt?



Welcher Bruchteil fehlt
von
 $2\frac{3}{7}$ auf das nächste
Ganze?

Welcher Bruchteil fehlt
von
 $\frac{5}{9}$ auf ein Ganzes?

Welcher Bruch ist kleiner?
 $\frac{5}{29}$ oder $\frac{2}{29}$?

Welcher Bruch ist kleiner?
 $\frac{1}{20}$ oder $\frac{1}{9}$?

Welcher Bruchteil fehlt
von
 $7\frac{4}{11}$ auf das nächste
Ganze?

$$3\frac{1}{3} - \frac{2}{3} =$$

$$6\frac{1}{7} - 1\frac{4}{7} =$$

$$4\frac{3}{4} + 1\frac{2}{4} =$$

Wandle in eine gemischte
Zahl um!

$$\frac{23}{6}$$

Wandle in eine gemischte
Zahl um!

$$\frac{33}{8}$$

Wandle in eine gemischte
Zahl um!

$$\frac{14}{3}$$

Wandle in einen unechten
Bruch um!

$$9\frac{2}{3}$$

Wandle in einen unechten
Bruch um!

$$5\frac{6}{7}$$

Zähler	$5\frac{5}{6}$	$11\frac{11}{18}$	$4\frac{4}{7}$
$4\frac{4}{9}$	$2\frac{2}{29}$	$1\frac{1}{20}$	$7\frac{7}{11}$
$2\frac{2}{3}$	$4\frac{4}{7}$	$1\frac{1}{6}$	$5\frac{5}{6}$
$1\frac{1}{4}$	$2\frac{2}{3}$	$29\frac{29}{3}$	$41\frac{41}{7}$

$3\frac{5}{8} + \frac{5}{8} =$	$\frac{9}{11} - \frac{6}{11} =$	$3\frac{4}{9} \cdot 5\frac{4}{9} =$	$6\frac{7}{10} - 3\frac{3}{10} =$
$\frac{4}{13} \cdot 5 =$	$\frac{6}{7} \cdot 2 =$	$\frac{1}{4}$ von 20 t	$\frac{3}{4}$ von 36
$\frac{1}{3}$ von 24 kg	$\frac{2}{3}$ von 300 Äpfeln	$\frac{1}{5}$ von 75 km	$\frac{2}{3} \cdot 4 =$
Ein Ganzes „ausborgen“: $7\frac{4}{9} = 6\frac{\quad}{9}$?	Samuel schenkt seinem Freund die Hälfte seiner Murmeln, das sind 12 Murmeln. Wie viele hatte er vorher?	Gabi schneidet ein Viertel ihrer Tulpen, das sind 10 Stück, für ihre Vase. Wie viele Tulpen hatte sie vorher?	$7 - \frac{3}{4} =$

$$8 \frac{8}{8} = 1$$

$$3 \frac{3}{11}$$

$$8 \frac{8}{9}$$

$$3 \frac{4}{10}$$

$$\frac{20}{13} = 1 \frac{7}{13}$$

$$\frac{12}{7} = 1 \frac{5}{7}$$

5 t

27 cm

8 kg

200 Äpfel

15 km

$$8 \frac{8}{3} = 2 \frac{2}{3}$$

$$6 \frac{13}{9}$$

Er hatte 24
Murmeln.

Sie hatte 40 Tulpen.

$$6 \frac{1}{4}$$

Memory



$$1\frac{2}{5} + \frac{2}{5} =$$

$$3\frac{3}{10}$$

$$\frac{7}{10} + \frac{5}{10} =$$

$$\frac{12}{10} = 1\frac{2}{10}$$

$$7\frac{7}{8}$$

$$\frac{5}{10} - \frac{2}{10} =$$

$$1\frac{1}{4}$$

$$2\frac{2}{12}$$

$$\frac{5}{8} + \frac{2}{8} =$$

$$8\frac{2}{6} = 1\frac{2}{6}$$

$$2\frac{1}{4} - \frac{1}{4} =$$

$$\frac{7}{12} - \frac{5}{12} =$$

$$3\frac{1}{4}$$

$$3\frac{5}{6} + \frac{5}{6} =$$

$$1\frac{1}{8}$$

$$2\frac{2}{6}$$

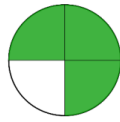
$$2\frac{1}{4} + \frac{1}{4} =$$

$$3\frac{3}{5}$$

$$\frac{6}{8} - \frac{5}{8} =$$

$$\frac{5}{6} - \frac{3}{6} =$$

Lösungsblatt Memory grün



$$\frac{3}{4}$$



$$\frac{3}{5}$$



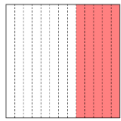
$$\frac{7}{8}$$



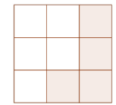
$$\frac{2}{3}$$



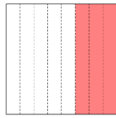
$$\frac{4}{5}$$



$$\frac{5}{13}$$



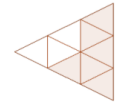
$$\frac{4}{9}$$



$$\frac{3}{8}$$



$$\frac{5}{6}$$



$$\frac{6}{9}$$

Lösungsblatt Memory orange

$$\frac{3}{4} + \frac{1}{4} = \frac{4}{4}$$

$$\frac{1}{5} + \frac{2}{5} = \frac{3}{5}$$

$$\frac{5}{10} - \frac{2}{10} = \frac{3}{10}$$

$$\frac{2}{4} - \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{5}{6} - \frac{2}{6} = \frac{3}{6}$$

$$\frac{5}{8} + \frac{2}{8} = \frac{7}{8}$$

$$\frac{3}{6} + \frac{5}{6} = \frac{8}{6} = 1\frac{2}{6}$$

$$\frac{6}{8} - \frac{5}{8} = \frac{1}{8}$$

$$\frac{7}{10} + \frac{5}{10} = \frac{12}{10} = 1\frac{2}{10}$$

$$\frac{7}{12} - \frac{5}{12} = \frac{2}{12}$$

9.2 Ausgewählte Arbeitsblätter

Die Arbeitsblätter stammen von je zwei Schüler*innen, welche auch bei den Check-ups ausgewählt wurden. Dadurch kann man die Ergebnisse bei den Check-ups etwas vergleichen.

Die Nummerierung der ausgefüllten Check-ups und der Arbeitsblätter ist von *Tabelle 1* für die Spielgruppe und von *Tabelle 2* für die Arbeitsblattgruppe übernommen worden.

Schüler*in 2

ARBEITSBLATT 1 - FRAGEKÄRTCHEN

1.) Berechne!

a. $\frac{3}{8} + \frac{5}{8} = \frac{8}{8} = 1$ ✓

b. $\frac{9}{11} - \frac{6}{11} = \frac{3}{11}$ ✓

c. $3\frac{4}{9} + 5\frac{4}{9} = 8\frac{8}{9}$ ✓

d. $6\frac{7}{10} - 3\frac{3}{10} = 3\frac{4}{10}$ ✓

e. $\frac{6}{7} \cdot 2 = \frac{12}{7} = 1\frac{5}{7}$ ✓

f. $\frac{4}{13} \cdot 5 = \frac{20}{13} = 1\frac{7}{13}$ ✓

g. $\frac{2}{3} \cdot 4 = \frac{8}{3} = 2\frac{2}{3}$ ✓

h. $7 - \frac{3}{4} = 6\frac{3}{4}$ ✓

$$\begin{array}{r} 14 \cdot 6 = 84 \\ 26 \cdot 0 = 0 \\ \hline 12 \cdot 2 = 24 \\ 28 \cdot 3 = 84 \\ \hline \end{array}$$



2.) Berechne im Kopf!

a. $\frac{1}{3}$ von 24 kg = 8 kg ✓

b. $\frac{1}{4}$ von 20 t = 5 t ✓

c. $\frac{3}{4}$ von 36 cm = 27 cm ✓

d. $\frac{2}{3}$ von 300 Äpfeln = 200 Äpfel ✓

e. $\frac{1}{5}$ von 75 km = 15 km ✓

3.) Berechne, indem du dir ein Ganzes „ausborgst“.

a. $7\frac{4}{9} = 6\frac{13}{9}$ ✓

4.) Löse die Textaufgaben.

a. Gabi schneidet ein Viertel ihrer Tulpen, das sind 10 Stück, für ihre Vase. Wie viele Tulpen hatte sie vorher? 40 Stück ✓

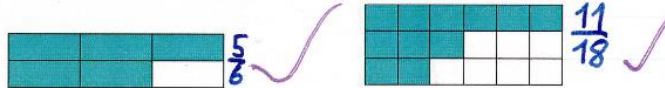
b. Samuel schenkt seinem Freund die Hälfte seiner Murmeln, das sind 12 Murmeln. Wie viel hatte er vorher? 24 Murmeln ✓

ARBEITSBLATT 2 - FRAGEKÄRTCHEN

1.) Beantworte folgende Fragen.

a) Wie nennt man die Zahl über dem Bruchstrich? Zähler ✓

b) Welcher Bruch ist farbig dargestellt?



c) Welcher Bruchteil fehlt von $2\frac{3}{7}$ auf das nächste Ganze? $\frac{4}{7}$ ✓

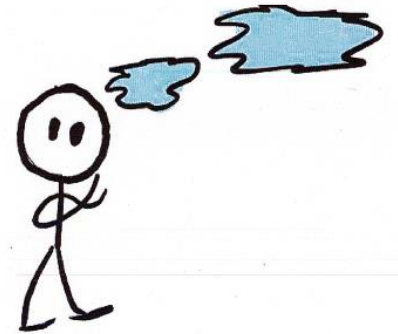
d) Welcher Bruchteil fehlt von $\frac{5}{9}$ auf ein Ganzes? $\frac{4}{9}$ ✓

e) Welcher Bruchteil fehlt von $7\frac{4}{11}$ auf das nächste Ganze? $\frac{7}{11}$ ✓

f) Welcher Bruchteil ist kleiner?

$\frac{1}{20}$ oder $\frac{1}{9}$ ✓

$\frac{5}{29}$ oder $\frac{2}{29}$ ✓



2.) Wandle die unechten Brüche in eine gemischte Zahl um und die gemischten Zahlen in unechte Brüche um.

a) $\frac{23}{6} = 3\frac{5}{6}$ ✓

d) $9\frac{2}{3} = \frac{29}{3}$ ✓

b) $\frac{33}{8} = 4\frac{1}{8}$ ✓

e) $5\frac{6}{7} = \frac{41}{7}$ ✓

c) $\frac{14}{3} = 4\frac{2}{3}$ ✓

3.) Berechne!

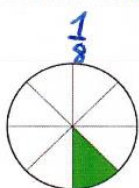
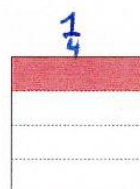
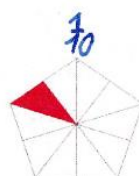
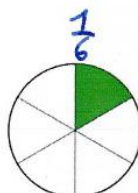
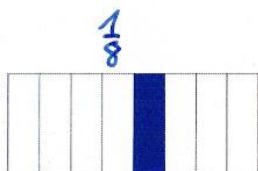
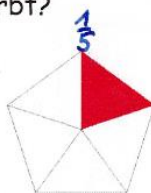
$3\frac{1}{3} - \frac{2}{3} = \frac{8}{3} = 2\frac{2}{3}$ ✓

$6\frac{1}{7} - 1\frac{4}{7} = \frac{32}{7} = 4\frac{4}{7}$ ✓

$4\frac{3}{4} + 1\frac{2}{4} = \frac{25}{4} = 6\frac{1}{4}$ ✓

ARBEITSBLATT 3 - DOMINO

1. Welcher Bruchteil ist gefärbt?



2. Wandle die gemischte Zahl in einen unechten Bruch um.

$$3\frac{2}{3} = \frac{11}{3}$$

$$2\frac{4}{6} = \frac{16}{6}$$

$$4\frac{6}{8} = \frac{38}{8}$$

$$7\frac{1}{3} = \frac{22}{3}$$

$$1\frac{7}{8} = \frac{15}{8}$$

$$3\frac{1}{12} = \frac{37}{12}$$

$$2\frac{1}{5} = \frac{11}{5}$$

$$8\frac{2}{12} = \frac{98}{12}$$

$$6\frac{1}{6} = \frac{37}{6}$$



3. Berechne und vereinfache, wenn dies möglich ist.

$$1\frac{3}{4} - 1\frac{1}{4} = \frac{2}{4}$$

$$1\frac{3}{4} + \frac{1}{4} = 2$$

$$3\frac{3}{5} + 1\frac{4}{5} = 5\frac{2}{5}$$

$$3\frac{5}{10} - \frac{4}{10} = 3\frac{1}{10}$$

$$3\frac{50}{100} - \frac{4}{100} = \frac{346}{100} = 3\frac{46}{100}$$

$$2\frac{7}{8} - 1\frac{2}{8} = 1\frac{5}{8}$$

$$2\frac{7}{8} + 1\frac{2}{8} = 4\frac{1}{8}$$

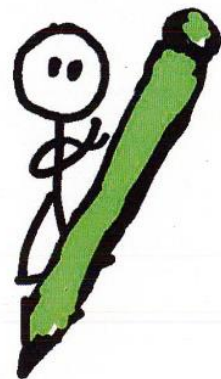
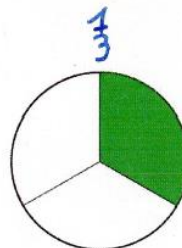
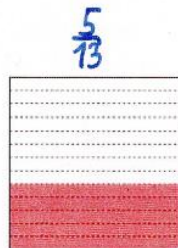
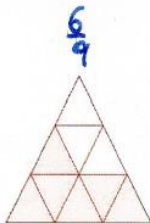
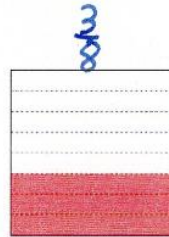
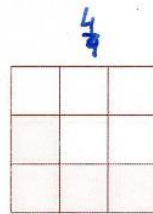
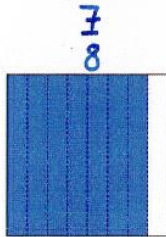
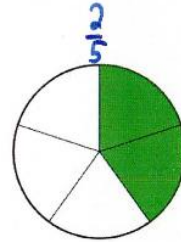
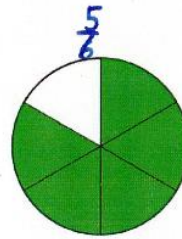
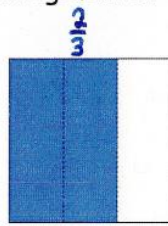
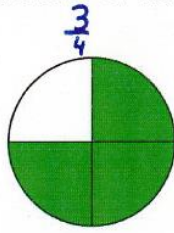
$$2\frac{3}{5} - 1\frac{2}{5} = 1\frac{1}{5}$$

$$\frac{2}{6} + 2\frac{5}{6} = 3\frac{1}{6}$$



ARBEITSBLATT 4 - MEMORY

1. Welcher Bruchteil ist gefärbt?



2. Berechne und vereinfache, wenn dies möglich ist.

$$\frac{2}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4} \checkmark$$

$$\frac{6}{8} - \frac{5}{8} = \frac{1}{8} \checkmark$$

$$\frac{5}{8} + \frac{2}{8} = \frac{7}{8} \checkmark$$

$$\frac{2}{4} - \frac{1}{4} = \frac{1}{4} \checkmark$$

$$\frac{1}{5} + \frac{2}{5} = \frac{3}{5} \checkmark$$

$$\frac{7}{10} + \frac{5}{10} = 1\frac{2}{10} \checkmark$$

$$\frac{3}{6} + \frac{5}{6} = 1\frac{2}{6} \checkmark$$

$$\frac{5}{6} - \frac{3}{6} = \frac{2}{6} \checkmark$$

$$\frac{5}{10} - \frac{2}{10} = \frac{3}{10} \checkmark$$

$$\frac{7}{12} - \frac{5}{12} = \frac{2}{12} \checkmark$$

ARBEITSBLATT 1 - FRAGEKÄRTCHEN

1.) Berechne!

a. $\frac{3}{8} + \frac{5}{8} = \frac{8}{8} \checkmark$

b. $\frac{9}{11} - \frac{6}{11} = \frac{3}{11} \checkmark$

c. $3\frac{4}{9} + 5\frac{4}{9} = 8\frac{8}{9} \checkmark$

d. $6\frac{7}{10} - 3\frac{3}{10} = 3\frac{4}{10} \checkmark$

e. $\frac{6}{7} \cdot 2 = \frac{12}{7} = 1\frac{5}{7} \checkmark$

f. $\frac{4}{13} \cdot 5 = \frac{20}{13} \checkmark$

g. $\frac{2}{3} \cdot 4 = \frac{8}{3} = 2\frac{2}{3} \checkmark$

h. $7 - \frac{3}{4} = 6\frac{1}{4} \checkmark$



2.) Berechne im Kopf!

a. $\frac{1}{3}$ von 24 kg 8 kg

b. $\frac{1}{4}$ von 20 t 5 t

c. $\frac{3}{4}$ von 36 cm 27 cm $9 \cdot 3 = 27$

d. $\frac{2}{3}$ von 300 Äpfeln 200 Äpfel

e. $\frac{1}{5}$ von 75 km 15 km

3.) Berechne, indem du dir ein Ganzes „ausborgst“.

a. $7\frac{4}{9} = 6\frac{13}{9} \checkmark$

4.) Löse die Textaufgaben.

a. Gabi schneidet ein Viertel ihrer Tulpen, das sind 10 Stück, für ihre Vase. Wie viele Tulpen hatte sie vorher? 40 Stücke $\frac{4}{10}$

b. Samuel schenkt seinem Freund die Hälfte seiner Murmeln, das sind 12 Murmeln. Wie viel hatte er vorher? 24 Murmeln $\frac{6}{12}$

ARBEITSBLATT 2 - FRAGEKÄRTCHEN

1.) Beantworte folgende Fragen.

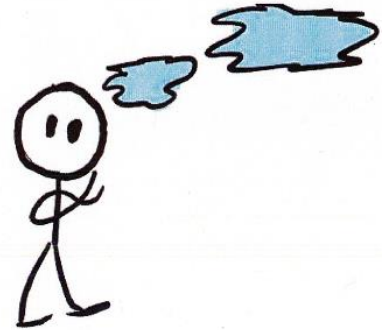
- a) Wie nennt man die Zahl über dem Bruchstrich? *Zähler ✓*
- b) Welcher Bruch ist farbig dargestellt?



- c) Welcher Bruchteil fehlt von $2\frac{3}{7}$ auf das nächste Ganze? *$\frac{4}{7}$*
- d) Welcher Bruchteil fehlt von $\frac{5}{9}$ auf ein Ganzes? *$\frac{4}{9}$*
- e) Welcher Bruchteil fehlt von $7\frac{4}{11}$ auf das nächste Ganze? *$\frac{7}{11}$*
- f) Welcher Bruchteil ist kleiner?

$\frac{1}{20}$ oder $\frac{1}{9}$ *$\frac{1}{20} < \frac{1}{9}$*

$\frac{5}{29}$ oder $\frac{2}{29}$ *$\frac{2}{29} < \frac{5}{29}$*



2.) Wandle die unechten Brüche in eine gemischte Zahl um und die gemischten Zahlen in unechte Brüche um.

a) $\frac{23}{6} = 4\frac{1}{6}$ ✓

b) $\frac{33}{8} = 4\frac{1}{8}$ ✓

c) $\frac{14}{3} = 4\frac{2}{3}$ ✓

d) $9\frac{2}{3} = \frac{56}{3}$ ✓

e) $5\frac{6}{7} = \frac{36}{7}$ ✓

3.) Berechne!

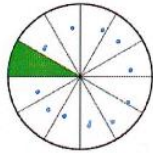
$3\frac{1}{3} - \frac{2}{3} = 2\frac{2}{3}$ ✓

$6\frac{1}{7} - 1\frac{4}{7} = 5\frac{4}{7}$ ✓

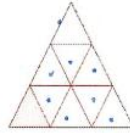
$4\frac{3}{4} + 1\frac{2}{4} = 5\frac{5}{4} = 6\frac{1}{4}$ ✓

ARBEITSBLATT 3 - DOMINO

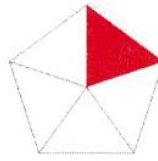
1. Welcher Bruchteil ist gefärbt?



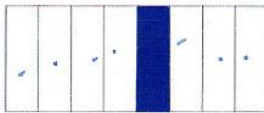
$\frac{7}{12}$ ✓



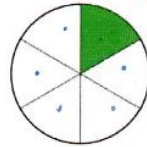
$\frac{1}{4}$ ✓



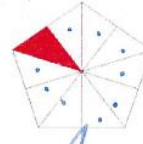
$\frac{1}{5}$ ✓



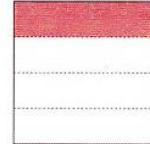
$\frac{1}{8}$ ✓



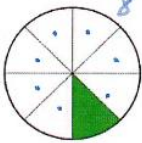
$\frac{1}{6}$ ✓



$\frac{1}{10}$ ✓



$\frac{1}{4}$ ✓



$\frac{1}{8}$ ✓



$\frac{1}{2}$ ✓

2. Wandle die gemischte Zahl in einen unechten Bruch um.

$$3\frac{2}{3} = \frac{11}{3}$$

$$2\frac{4}{6} = \frac{16}{6}$$

$$4\frac{6}{8} = \frac{38}{8}$$

$$7\frac{1}{3} = \frac{22}{3}$$

$$1\frac{7}{8} = \frac{15}{8}$$

$$3\frac{1}{12} = \frac{37}{12}$$

$$2\frac{1}{5} = \frac{21}{5}$$

$$8\frac{2}{12} = \frac{98}{12}$$

$$6\frac{1}{6} = \frac{37}{6}$$

3. Berechne und vereinfache, wenn dies möglich ist.

$$1\frac{3}{4} - 1\frac{1}{4} = \frac{2}{4} \checkmark$$

$$1\frac{3}{4} + \frac{1}{4} = \frac{14}{4} = 2 \checkmark$$

$$3\frac{3}{5} + 1\frac{4}{5} = 4\frac{7}{5} = 5\frac{2}{5}$$

$$3\frac{5}{10} - \frac{4}{10} = 3\frac{1}{10} \checkmark$$

$$3\frac{50}{100} - \frac{4}{100} = 3\frac{46}{100}$$

$$2\frac{7}{8} - 1\frac{2}{8} = 1\frac{5}{8} \checkmark$$

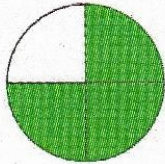
$$2\frac{7}{8} + 1\frac{2}{8} = 3\frac{9}{8} = 4\frac{1}{8}$$

$$2\frac{3}{5} - 1\frac{2}{5} = 1\frac{1}{5} \checkmark$$

$$\frac{2}{6} + 2\frac{5}{6} = 2\frac{7}{6} = 3\frac{1}{6} \checkmark$$

ARBEITSBLATT 4 - MEMORY

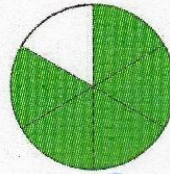
1. Welcher Bruchteil ist gefärbt?



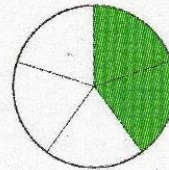
$$\frac{3}{4}$$



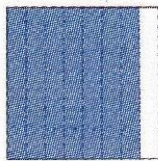
$$\frac{2}{2}$$



$$\frac{5}{6}$$



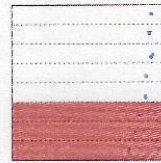
$$\frac{2}{5}$$



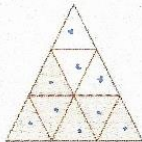
$$\frac{7}{8}$$



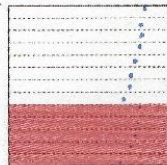
$$\frac{4}{9}$$



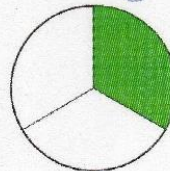
$$\frac{3}{8}$$



$$\frac{6}{9}$$



$$\frac{5}{13}$$



$$\frac{1}{3}$$

2. Berechne und vereinfache, wenn dies möglich ist.

$$\frac{2}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{6}{8} - \frac{5}{8} = \frac{1}{8}$$

$$\frac{5}{8} + \frac{2}{8} = \frac{7}{8}$$

$$\frac{2}{4} - \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{5} + \frac{2}{5} = \frac{3}{5}$$

$$\frac{7}{10} + \frac{5}{10} = \frac{12}{10} = 1\frac{2}{10}$$

$$\frac{3}{6} + \frac{5}{6} = \frac{8}{6} = 1\frac{2}{6}$$

$$\frac{5}{6} - \frac{3}{6} = \frac{2}{6}$$

$$\frac{5}{10} - \frac{2}{10} = \frac{3}{10}$$

$$\frac{7}{12} - \frac{5}{12} = \frac{2}{12}$$



9.3 Ausgewählte Check-ups vor der Intervention

Spielgruppe

Schüler*in 6

Check-up - Brüche

1) Wie nennt man die Zahl über dem Bruchstrich?

0/1

Nenner f.

2) Berechne!

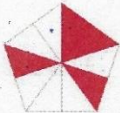
1/2

$\frac{2}{5}$ von 25 t *10 ✓*

$\frac{3}{4}$ von 96 l *f*

3) Welcher Bruch ist hier dargestellt?

2/3



$\frac{3}{6}$ *f.*



$\frac{3}{4}$ ✓



$\frac{2}{3}$ ✓

4) Wandle die gemischte Zahl in einen unechten Bruch um und umgekehrt.

1/4

$4\frac{5}{12} =$ *f*

$\frac{39}{6} = 5\frac{9}{6}$ *f*

$2\frac{14}{18} =$ *f*

$\frac{45}{7} = 6\frac{3}{7}$ ✓

5) Berechne!

1/6

$\frac{10}{11} - \frac{3}{11} = \frac{7}{11}$ ✓

$2\frac{2}{8} + 5\frac{7}{8} =$ *70*

$3\frac{2}{9} - \frac{8}{9} =$ *f*

$\frac{10}{12} + \frac{7}{12} =$ *f*

$\frac{11}{15} \cdot 4 =$

$\frac{2}{5} \cdot 15 =$

5/16

Check-up - Brüche

- 1) Wie nennt man die Zahl über dem Bruchstrich?

Zähler f.

0/1

- 2) Berechne!

$\frac{2}{5}$ von 25 t

f.

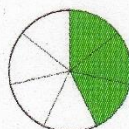
0/2

$\frac{3}{4}$ von 96 l

- 3) Welcher Bruch ist hier dargestellt?



$\frac{10}{4}$ f.



$\frac{7}{3}$ f.



$\frac{15}{9}$ f.

0/3

- 4) Wandle die gemischte Zahl in einen unechten Bruch um und umgekehrt.

$4\frac{5}{12} = \frac{53}{12}$ f.

$\frac{39}{6} = 6\frac{3}{6}$ ✓

$2\frac{14}{18} = \frac{74}{9}$ f.

$\frac{45}{7} = 6\frac{3}{7}$ ✓

2/4

- 5) Berechne!

$\frac{10}{11} - \frac{3}{11} = \frac{7}{11}$ ✓

$2\frac{2}{8} + 5\frac{7}{8} = 7\frac{9}{8}$ ✓

$3\frac{2}{9} - \frac{8}{9} = \frac{26}{9}$ f.

$\frac{10}{12} + \frac{7}{12} = \frac{17}{12}$ f.

$\frac{11}{15} \cdot 4 = \frac{44}{15}$ f.

$\frac{2}{5} \cdot 15 = \frac{30}{5}$ f.

2/6

4/16

Arbeitsblattgruppe

Schüler*in 2

Check-up - Brüche

1) Wie nennt man die Zahl über dem Bruchstrich?

Zähler ✓

111

2) Berechne!

$\frac{2}{5}$ von 25 t 12 $25:2=12$
 05
 $1n$

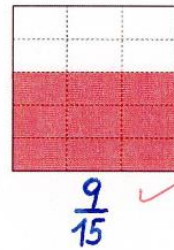
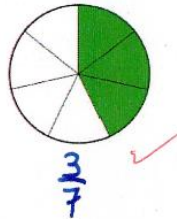
f.

012

$\frac{3}{4}$ von 96 l 32 $96:3=32$
 $08n$

f.

3) Welcher Bruch ist hier dargestellt?



33

4) Wandle die gemischte Zahl in einen unechten Bruch um und umgekehrt.

214

$4\frac{5}{12} = \frac{53}{12} = 4\frac{5}{12}$ f.

$\frac{39}{6} = 6\frac{3}{6}$ ✓

$2\frac{14}{18} = \frac{50}{9}$ f.

$\frac{45}{7} = 6\frac{3}{7}$ ✓

5) Berechne!

616

$\frac{10}{11} - \frac{3}{11} = \frac{7}{11}$ ✓

$2\frac{2}{8} + 5\frac{7}{8} = 8\frac{1}{8}$ ✓

$3\frac{2}{9} - \frac{8}{9} = 2\frac{1}{9}$ ✓

$\frac{10}{12} + \frac{7}{12} = 1\frac{17}{12}$ ✓

$\frac{11}{15} \cdot 4 = \frac{44}{15}$ ✓

$\frac{2}{5} \cdot 15 = \frac{30}{5}$ ✓

$\frac{15 \cdot 4}{15} = 4$

$\frac{15 \cdot 2}{5} = 6$

12116

Check-up - Brüche

1) Wie nennt man die Zahl über dem Bruchstrich?

0/1

2) Berechne!

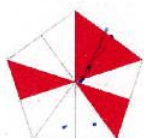
$$\frac{2}{5} \text{ von } 25 \text{ t}$$

0/2

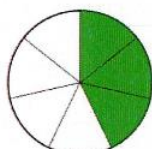
$$\frac{3}{4} \text{ von } 96 \text{ l}$$

3) Welcher Bruch ist hier dargestellt?

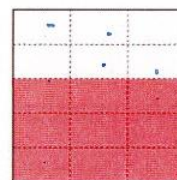
3/3



$$\frac{4}{10}$$



$$\frac{3}{7}$$



$$\frac{9}{15}$$

4) Wandle die gemischte Zahl in einen unechten Bruch um und umgekehrt.

1/4

$$4\frac{5}{12} = 1\frac{1}{2}$$

$$\frac{39}{6} = 6\frac{3}{6}$$

$$2\frac{14}{18} = 7\frac{1}{9}$$

$$\frac{45}{7} = 6\frac{3}{7}$$

5) Berechne!

5/6

$$\frac{10}{11} - \frac{3}{11} = \frac{7}{11}$$

$$2\frac{2}{8} + 5\frac{7}{8} = 7\frac{9}{8}$$

$$3\frac{2}{9} - \frac{8}{9} = \frac{3}{9}$$

$$\frac{10}{12} + \frac{7}{12} = \frac{17}{12}$$

$$\frac{11}{15} \cdot 4 = \frac{44}{15} = 2\frac{14}{15}$$

$$\frac{2}{5} \cdot 15 = \frac{30}{5} = 6$$

9/16

9.4 Ausgewählte Check-ups nach der Intervention

Spielgruppe

Schüler*in 6

Check-up – Brüche 2

- 1) Wie nennt man die Zahl über dem Bruchstrich?

Zähler ✓

1/1

0/2

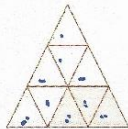
- 2) Berechne!

$\frac{2}{7}$ von 49 t

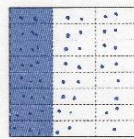
f

$\frac{1}{8}$ von 96 l

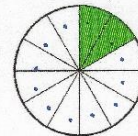
- 3) Welcher Bruch ist hier dargestellt?



$\frac{6}{9}$ f.



$\frac{3}{8}$ f.



$\frac{2}{12}$ f.

0/3

- 4) Wandle die gemischte Zahl in einen unechten Bruch um und umgekehrt.

$$2\frac{1}{10} = \frac{21}{10} \checkmark$$

$$\frac{59}{6} = 9\frac{5}{6} \checkmark$$

$$7\frac{4}{15} = \frac{109}{15} \checkmark$$

$$\frac{35}{4} = 8\frac{3}{4} \checkmark$$

4/4

- 5) Berechne!

$$\frac{18}{12} - \frac{4}{12} =$$

f

$$4\frac{2}{11} + 5\frac{5}{11} = 9\frac{7}{11} \checkmark$$

$$3\frac{2}{4} - \frac{9}{4} =$$

$$\frac{22}{18} + \frac{7}{18} =$$

$$\frac{11}{20} \cdot 3 = \frac{33}{20} \checkmark$$

$$\frac{2}{12} \cdot 7 = \frac{14}{12} \checkmark$$

1/6

6/16

Check-up – Brüche 2

- 1) Wie nennt man die Zahl über dem Bruchstrich?

Zähler ✓

1/1

- 2) Berechne!

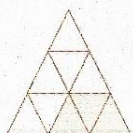
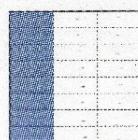
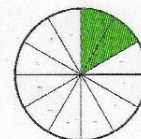
 $\frac{2}{7}$ von 49 t

0/2

 $\frac{1}{8}$ von 96 l

✗

- 3) Welcher Bruch ist hier dargestellt?

 $\frac{3}{9}$ ✓ $\frac{3}{8}$ ✓ $\frac{2}{12}$ ✓

3/3

- 4) Wandle die gemischte Zahl in einen unechten Bruch um und umgekehrt.

$2\frac{1}{10} = \frac{21}{10}$ ✓

$\frac{59}{6} = 9\frac{5}{6}$ ✓

$7\frac{4}{15} = \frac{109}{15}$ ✓

$\frac{35}{4} = 8\frac{3}{4}$ ✓

4/4

- 5) Berechne!

$\frac{18}{12} - \frac{4}{12} = \frac{14}{12}$ ✓

$4\frac{2}{11} + 5\frac{5}{11} = 9\frac{7}{11}$ ✓

$3\frac{2}{4} - \frac{9}{4} = 1\frac{1}{4}$ ✓

$\frac{22}{18} + \frac{7}{18} = \frac{29}{18} = 1\frac{11}{18}$ ✓

$\frac{11}{20} \cdot 3 =$

✗

$\frac{2}{12} \cdot 7 =$

✗

4/6

12/16

Arbeitsblattgruppe

Schüler*in 2

Check-up – Brüche 2

1) Wie nennt man die Zahl über dem Bruchstrich? Zähler ✓

111

2) Berechne!

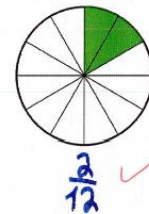
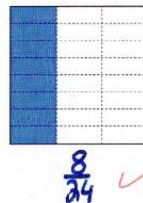
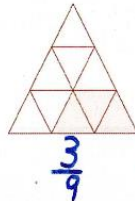
$$\frac{2}{7} \text{ von } 49 \text{ t} \quad 49:7 = 7 \cdot 2$$

212

$$\frac{1}{8} \text{ von } 96 \text{ l} \quad 96:8 = 12 \cdot 8 \quad 12$$

3) Welcher Bruch ist hier dargestellt?

313



4) Wandle die gemischte Zahl in einen unechten Bruch um und umgekehrt.

414

$$2 \frac{1}{10} = \frac{21}{10}$$

$$\frac{59}{6} = 9 \frac{5}{6}$$

$$\frac{15 \cdot 7}{105}$$

$$7 \frac{4}{15} = \frac{109}{15}$$

$$\frac{35}{4} = 8 \frac{3}{4}$$

5) Berechne!

616

$$\frac{29}{18} - \frac{1}{11}$$

$$\frac{18}{12} - \frac{4}{12} = \frac{14}{12} = 1 \frac{1}{3}$$

$$4 \frac{2}{11} + 5 \frac{5}{11} = 9 \frac{7}{11}$$

$$3 \frac{2}{4} - \frac{9}{4} = \frac{5}{4} = 1 \frac{1}{4}$$

$$\frac{22}{18} + \frac{7}{18} = \frac{29}{18} = 1 \frac{11}{18}$$

$$\frac{11}{20} \cdot 3 = \frac{33}{20} = 1 \frac{13}{20}$$

$$\frac{2}{12} \cdot 7 = \frac{14}{12} = 1 \frac{1}{3}$$

16/16

Check-up – Brüche 21) Wie nennt man die Zahl über dem Bruchstrich? *Zähler* ✓*1/1**0/2*

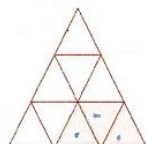
2) Berechne!

$\frac{2}{7}$ von 49 t

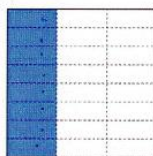
$\frac{1}{8}$ von 96 l



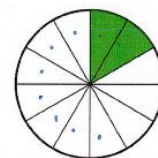
3) Welcher Bruch ist hier dargestellt?

3/3

$\frac{3}{9}$ ✓



$\frac{8}{24}$ ✓



$\frac{2}{12}$ ✓

4) Wandle die gemischte Zahl in einen unechten Bruch um und umgekehrt.

2/4

$2\frac{1}{10} = \frac{21}{10}$ f. ✓

$\frac{59}{6} = 9\frac{5}{6}$ ✓

$7\frac{4}{15} = \frac{104}{15}$ f. ✓

$\frac{35}{4} = 8\frac{3}{4}$ ✓

5) Berechne!

4/6

$\frac{18}{12} - \frac{4}{12} = \frac{14}{12}$ f. ✓

$4\frac{2}{11} + 5\frac{5}{11} = 9\frac{7}{11}$ ✓

$3\frac{2}{4} - \frac{9}{4} = \frac{11}{4}$ f. ✓

$\frac{22}{18} + \frac{7}{18} = \frac{29}{18} = 1\frac{11}{18}$ ✓

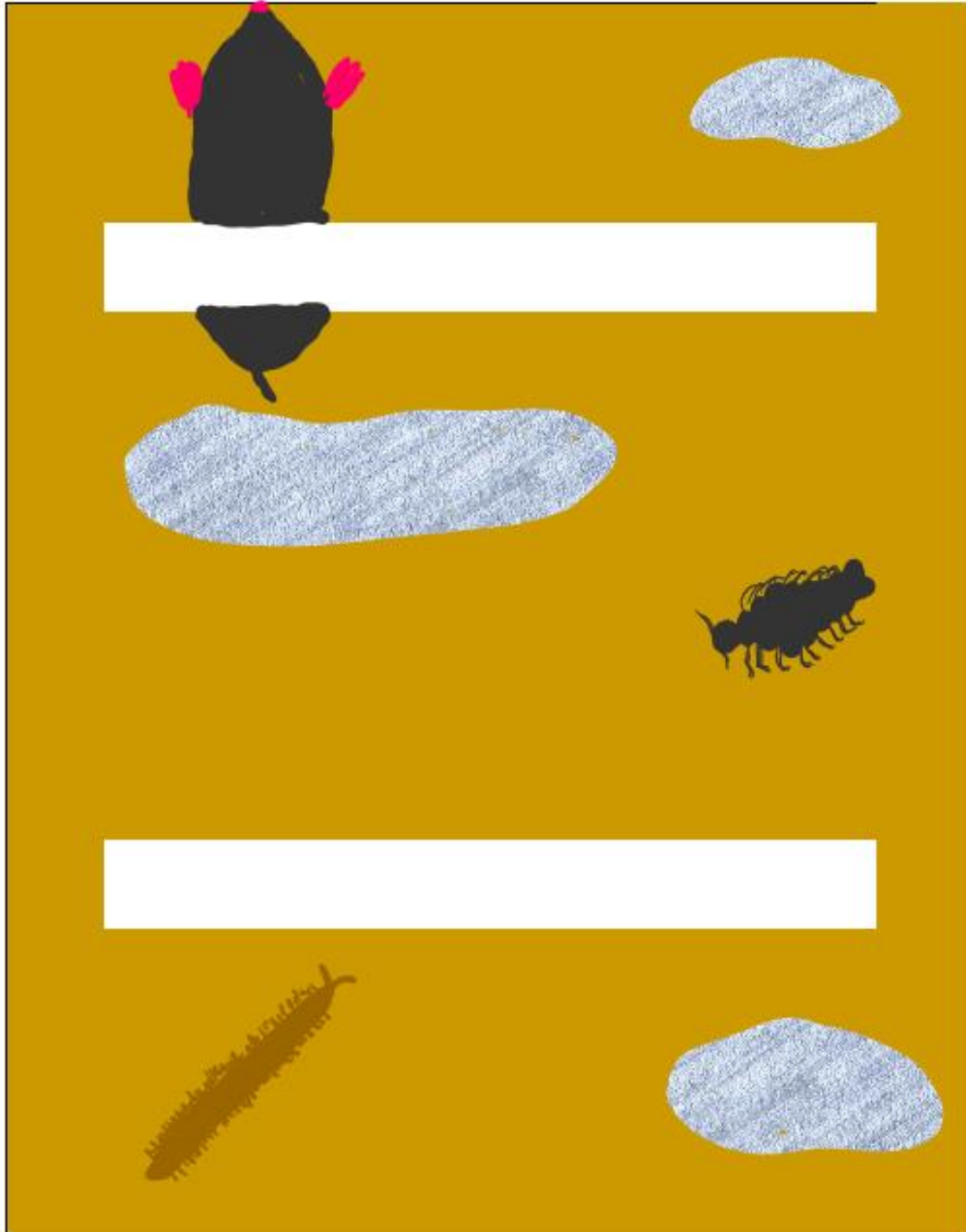
$\frac{11}{20} \cdot 3 = \frac{33}{20} = 1\frac{13}{20}$ ✓

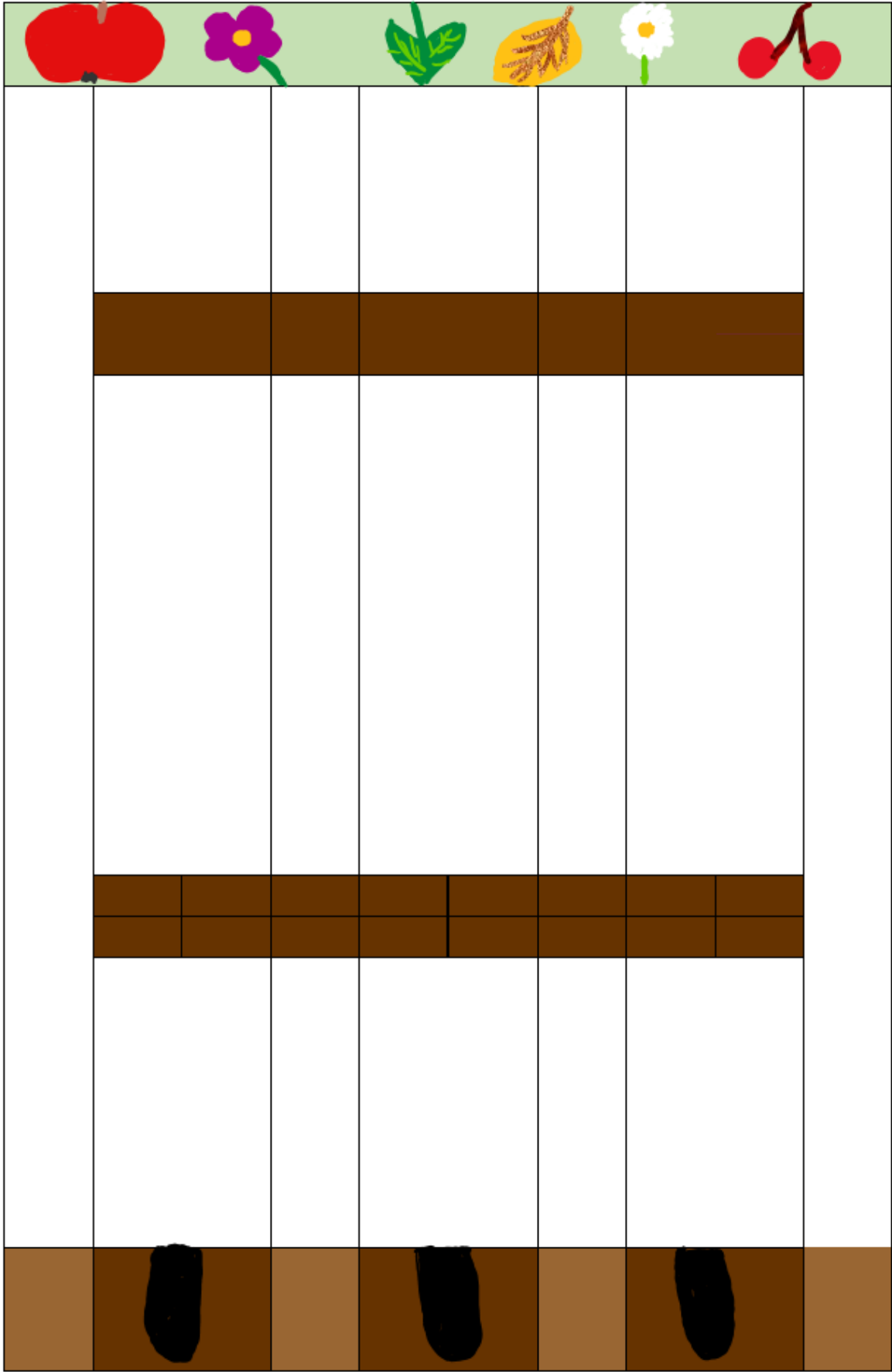
$\frac{2}{12} \cdot 7 = \frac{14}{12} = 1\frac{2}{12}$ ✓

10/16

9.5 Kopiervorlagen zum Spiel „Brüchewurm“

Diese Materialien können auch unter meiner Eduki-Seite heruntergeladen werden. (vgl. Weichselbraun 2023)





$\frac{2}{5} + \frac{1}{5} =$
$\frac{6}{12} + \frac{8}{12} =$
$\frac{3}{24} + \frac{35}{24} =$
$\frac{11}{4} + \frac{3}{4} =$
$\frac{1}{2} + \frac{4}{2} =$
$\frac{7}{9} + \frac{4}{9} =$
$\frac{10}{18} + \frac{23}{18} =$
$\frac{2}{15} + \frac{14}{15} =$

$\frac{6}{5} - \frac{1}{5} =$
$\frac{13}{8} - \frac{7}{8} =$
$\frac{10}{4} - \frac{9}{4} =$
$\frac{18}{12} - \frac{11}{12} =$
$\frac{37}{15} - \frac{22}{15} =$
$\frac{10}{3} - \frac{6}{3} =$
$\frac{24}{24} - \frac{17}{24} =$
$\frac{9}{2} - \frac{5}{2} =$

$\frac{10}{3} + \frac{1}{3} =$
$\frac{7}{6} + \frac{6}{6} =$
$\frac{1}{7} + \frac{13}{7} =$
$\frac{4}{13} + \frac{1}{13} =$
$\frac{40}{10} - \frac{24}{10} =$
$\frac{8}{9} - \frac{7}{9} =$
$\frac{18}{36} - \frac{9}{36} =$
$\frac{27}{7} - \frac{19}{7} =$



$\frac{2}{5} \cdot \frac{3}{5} =$
$\frac{2}{7} \cdot \frac{1}{6} =$
$\frac{4}{5} \cdot \frac{10}{8} =$
$\frac{20}{3} \cdot \frac{9}{2} =$
$\frac{14}{4} \cdot \frac{8}{7} =$
$\frac{32}{9} \cdot \frac{1}{16} =$
$\frac{58}{29} \cdot \frac{3}{2} =$
$\frac{18}{49} \cdot \frac{14}{6} =$

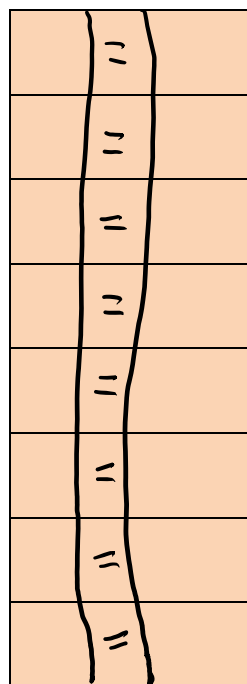
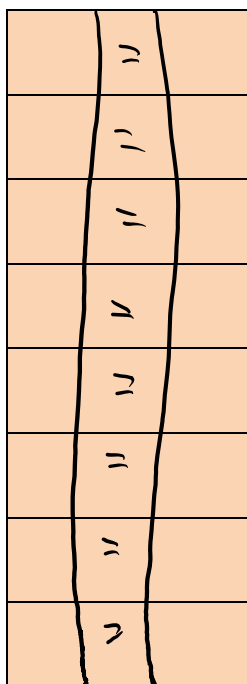
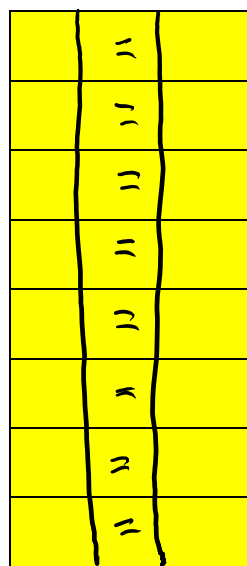
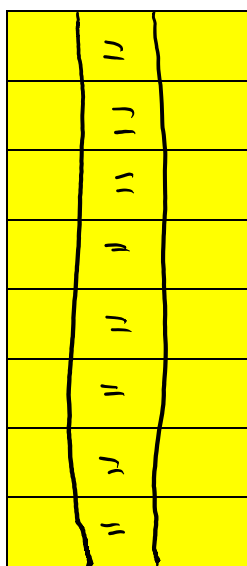
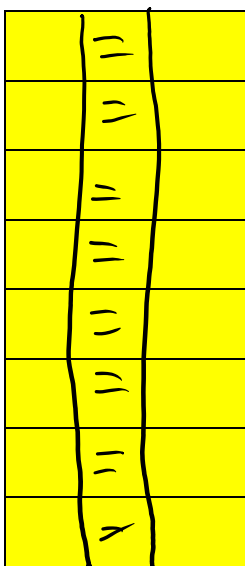
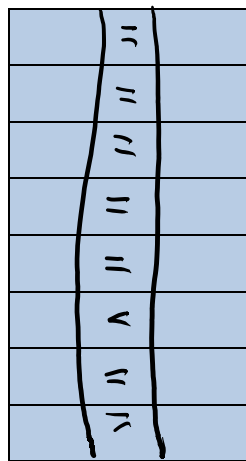
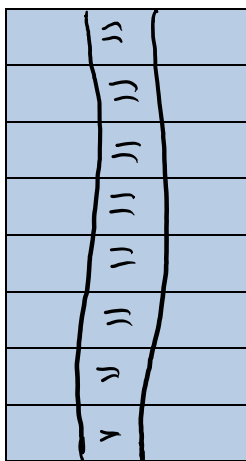
$\frac{48}{110} \cdot \frac{10}{4} =$
$\frac{12}{2} \cdot \frac{24}{4} =$
$\frac{5}{18} \cdot \frac{36}{20} =$
$\frac{28}{5} \cdot \frac{1}{4} =$
$\frac{25}{5} \cdot \frac{10}{5} =$
$\frac{13}{2} \cdot \frac{14}{2} =$
$\frac{3}{7} \cdot \frac{1}{6} =$
$\frac{1}{19} \cdot \frac{3}{2} =$

$\frac{7}{3} \cdot \frac{5}{4} =$
$\frac{21}{9} \cdot \frac{1}{3} =$
$\frac{4}{5} \cdot \frac{17}{8} =$
$\frac{22}{4} \cdot \frac{20}{11} =$
$\frac{35}{7} \cdot \frac{3}{8} =$
$\frac{3}{13} \cdot \frac{4}{5} =$
$\frac{16}{23} \cdot \frac{1}{8} =$
$\frac{28}{20} \cdot \frac{5}{2} =$

$\frac{2}{5} : \frac{1}{5} =$
$\frac{6}{7} : \frac{4}{21} =$
$\frac{3}{8} : \frac{2}{9} =$
$\frac{9}{11} : \frac{14}{33} =$
$\frac{7}{10} : \frac{5}{18} =$
$\frac{12}{6} : \frac{20}{12} =$
$\frac{3}{8} : \frac{15}{24} =$
$\frac{2}{29} : \frac{6}{58} =$

$\frac{5}{3} : \frac{14}{18} =$
$\frac{28}{9} : \frac{4}{18} =$
$\frac{27}{12} : \frac{9}{5} =$
$\frac{3}{4} : \frac{18}{15} =$
$\frac{32}{50} : \frac{16}{20} =$
$\frac{90}{18} : \frac{9}{6} =$
$\frac{2}{35} : \frac{1}{7} =$
$\frac{22}{5} : \frac{55}{44} =$

$\frac{3}{7} : \frac{6}{35} =$
$\frac{9}{55} : \frac{27}{11} =$
$\frac{7}{23} : \frac{21}{46} =$
$\frac{12}{5} : \frac{3}{8} =$
$\frac{6}{1} : \frac{24}{10} =$
$\frac{8}{9} : \frac{2}{3} =$
$\frac{4}{5} : \frac{10}{7} =$
$\frac{16}{20} : \frac{48}{40} =$



$\frac{2}{5} + \frac{1}{6} =$
$\frac{2}{5} + \frac{1}{7} =$
$\frac{2}{8} + \frac{1}{5} =$
$\frac{2}{12} + \frac{3}{18} =$
$\frac{7}{9} - \frac{4}{27} =$
$\frac{3}{4} + \frac{2}{6} =$
$\frac{10}{4} + \frac{6}{5} =$
$\frac{2}{7} + \frac{5}{8} =$

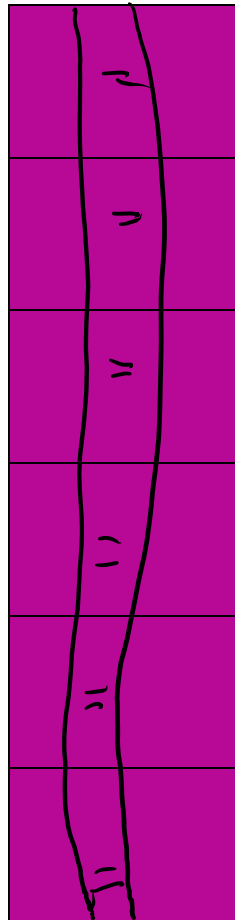
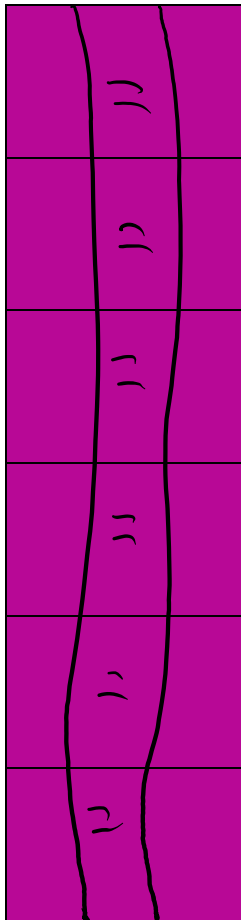
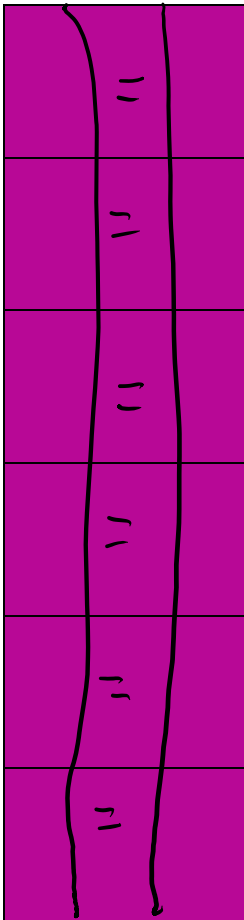
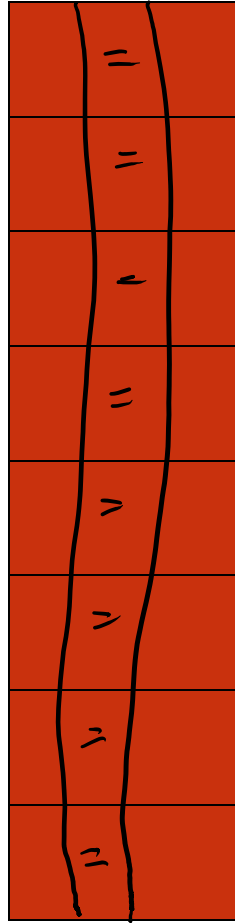
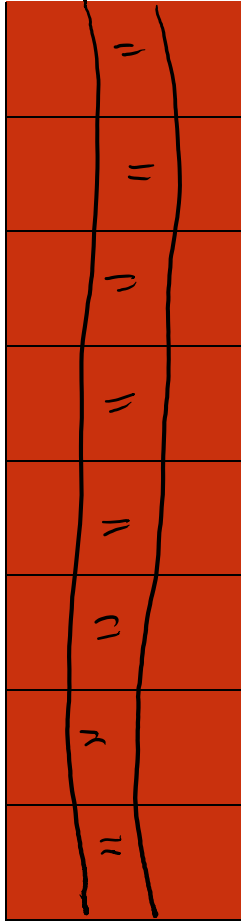
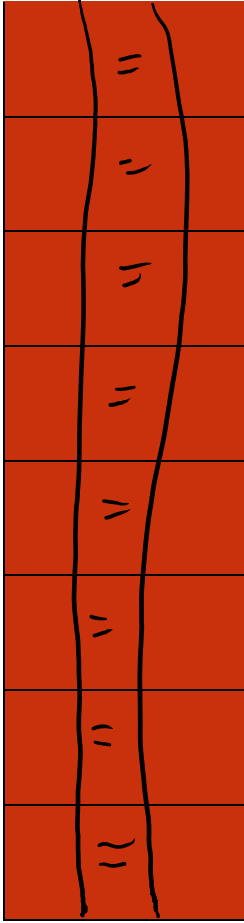
$\frac{4}{5} - \frac{2}{9} =$
$\frac{6}{7} - \frac{3}{5} =$
$\frac{8}{9} - \frac{2}{3} =$
$\frac{10}{11} - \frac{4}{33} =$
$\frac{8}{6} - \frac{7}{9} =$
$\frac{1}{2} - \frac{11}{23} =$
$1\frac{2}{5} - \frac{9}{8} =$
$2\frac{7}{10} - \frac{8}{14} =$

$\frac{21}{15} + \frac{1}{3} =$
$4\frac{8}{9} + \frac{5}{8} =$
$3\frac{1}{7} + \frac{11}{28} =$
$2\frac{3}{19} + \frac{5}{57} =$
$7\frac{1}{20} - \frac{2}{5} =$
$4\frac{1}{3} - \frac{5}{36} =$
$7\frac{1}{13} - \frac{20}{39} =$
$1\frac{1}{25} - \frac{74}{75} =$

$\frac{1}{8}$ von 400 €
$\frac{1}{3}$ von 120 m
$\frac{1}{5}$ von 800 €
$\frac{1}{15}$ von 150 l
$\frac{3}{4}$ von 24 l

$\frac{2}{5}$ von 50 m
$\frac{40}{30} : 2 =$
$\frac{7}{10} : 3 =$
$\frac{11}{12} : 4 =$
$\frac{1}{9} : 6 =$

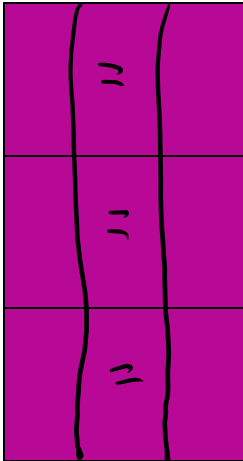
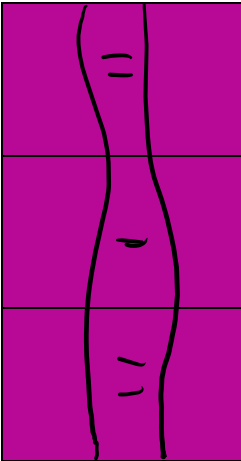
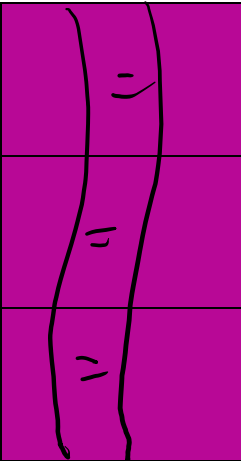
$\frac{7}{32} : 14 =$
$\frac{5}{6} : 10 =$
$\frac{2}{9} : 8 =$
$\frac{21}{4} : 7 =$
$\frac{3}{5} : 12 =$



$\frac{1}{12}$ von 36 cm
$\frac{1}{24}$ von 240 l
$\frac{3}{20}$ von 200 €

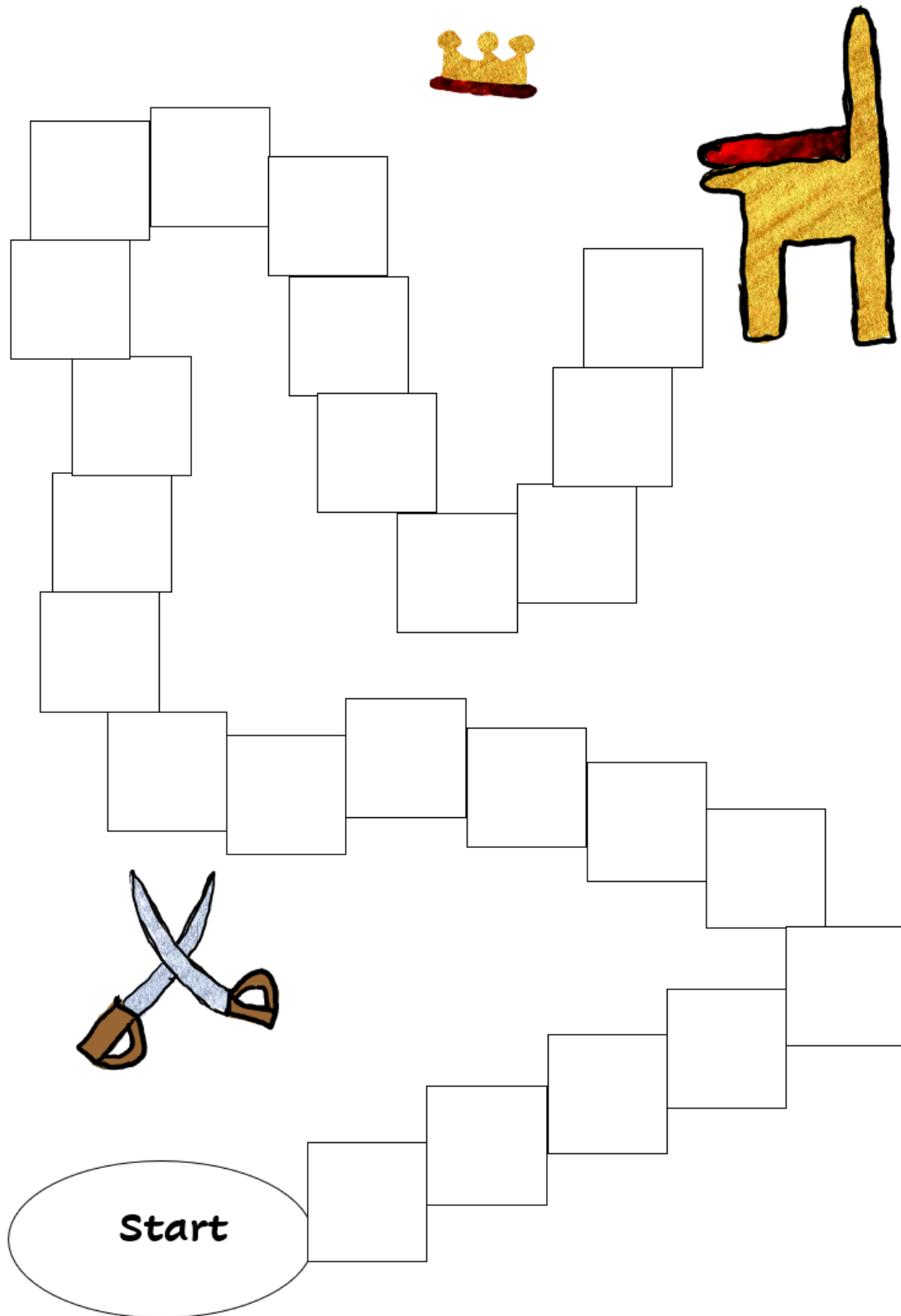
$\frac{4}{7}$ von 105 cm
$\frac{2}{3}$ von 39 l
$\frac{5}{6}$ von 660 €

$\frac{22}{5} : 11 =$
$\frac{8}{3} : 40 =$
$\frac{10}{24} : 5 =$

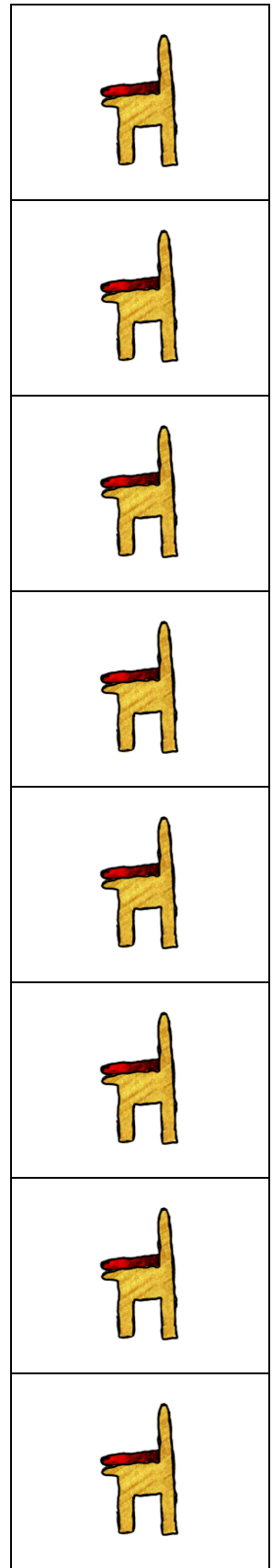
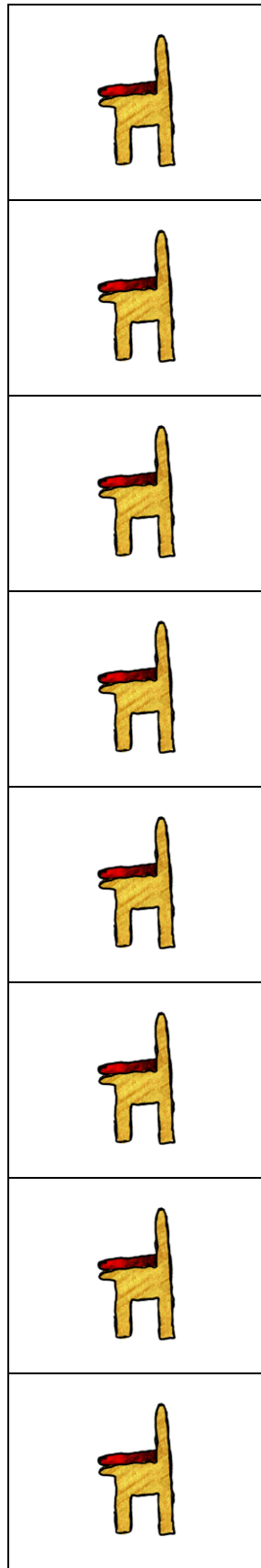
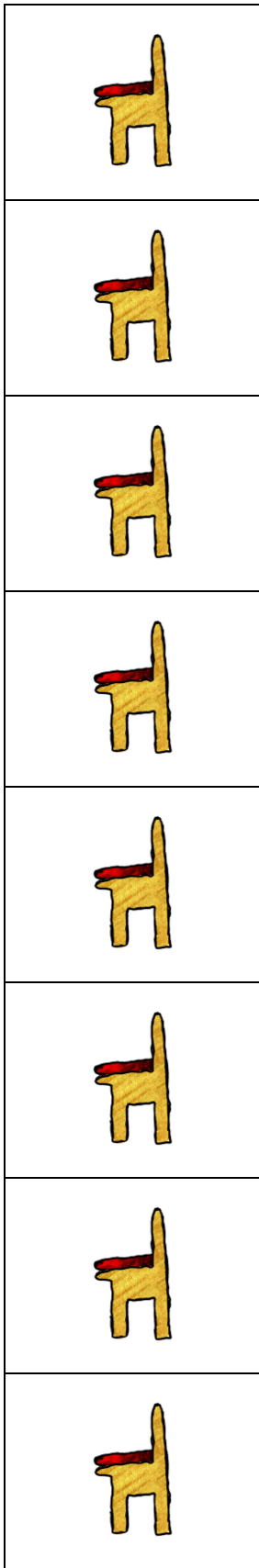


9.6 Kopiervorlagen zum Spiel „Kampf um den Thron“

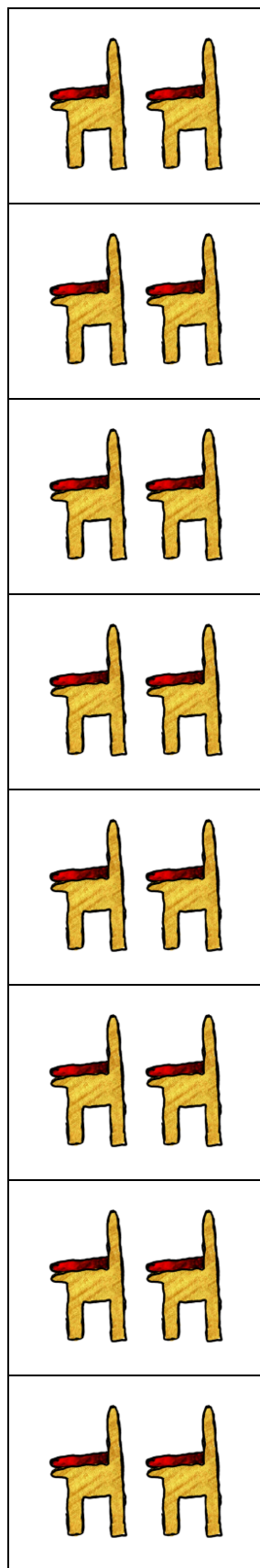
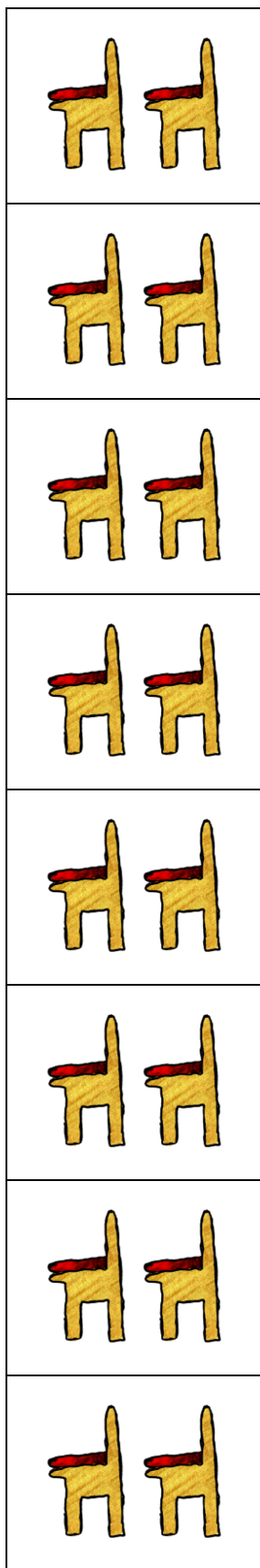
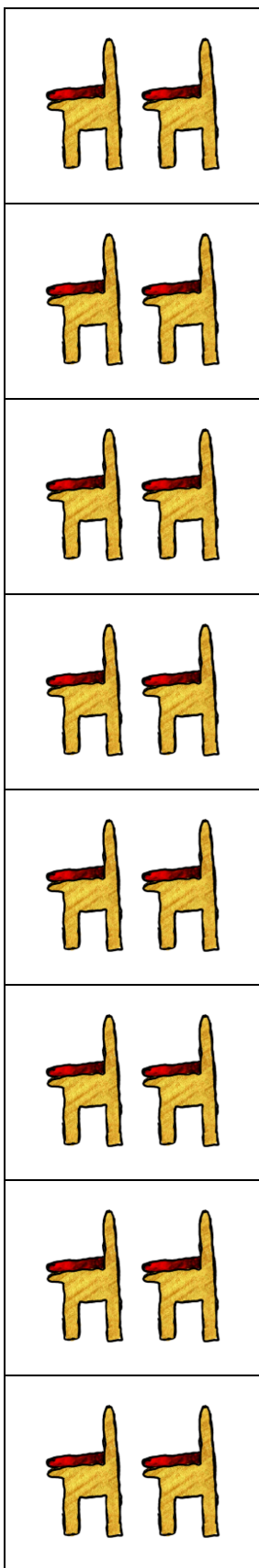
Diese Materialien können auch unter meiner Eduki-Seite heruntergeladen werden. (vgl. Weichselbraun 2023)



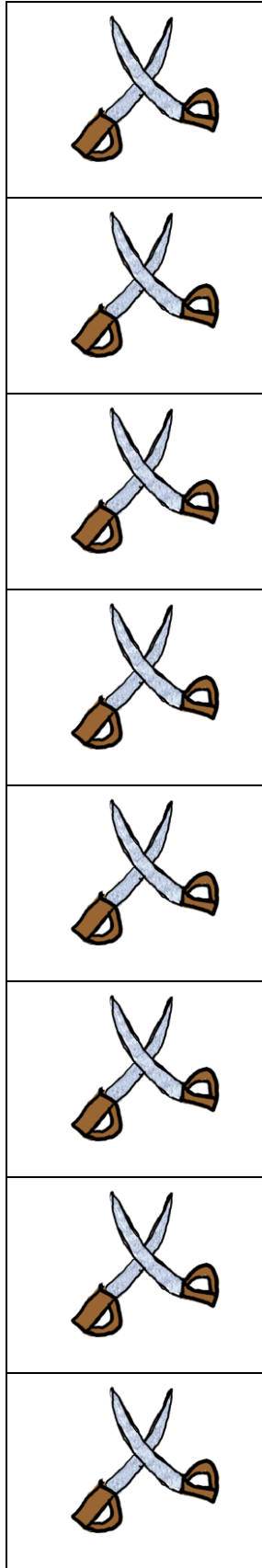
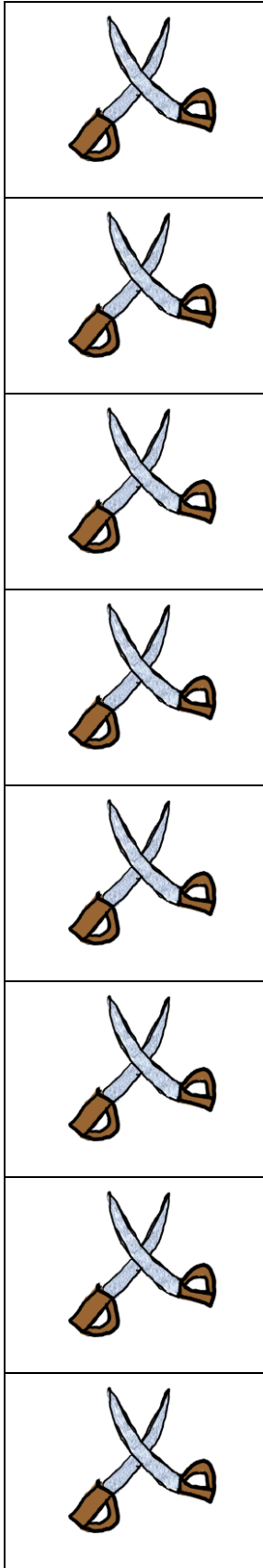
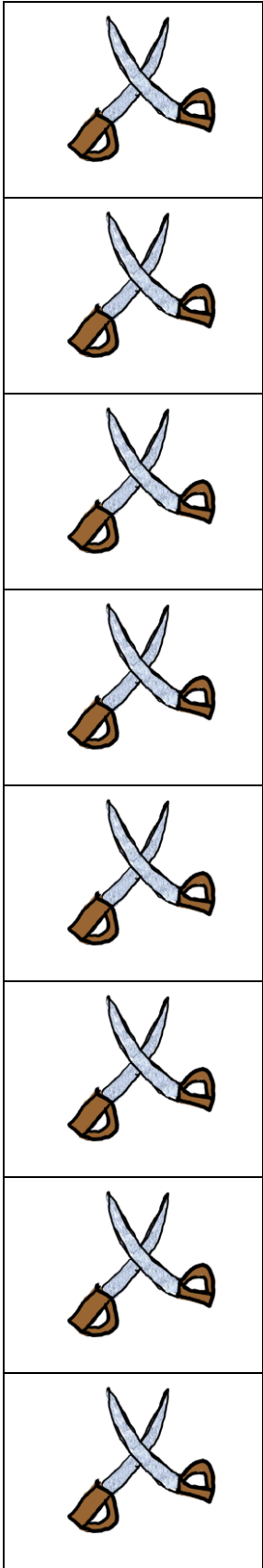
Wandle $\frac{1}{4}$ in eine Dezimalzahl um.	Erweitere folgenden Bruch mit 3: $\frac{2}{7}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{12}{16}$
Wandle $\frac{1}{3}$ in eine Dezimalzahl um.	Erweitere folgenden Bruch mit 5: $\frac{5}{12}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{8}{24}$
Wandle $\frac{1}{2}$ in eine Dezimalzahl um.	Erweitere folgenden Bruch mit 10: $\frac{1}{19}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{9}{27}$
Wandle $\frac{1}{8}$ in eine Dezimalzahl um.	Erweitere folgenden Bruch mit 6: $\frac{3}{4}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{6}{15}$
Wandle 0,2 in einen Bruch um.	Erweitere folgenden Bruch mit 4: $\frac{5}{7}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{7}{35}$
Wandle 0,75 in einen Bruch um.	Erweitere folgenden Bruch mit 7: $\frac{2}{3}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{18}{36}$
Wandle 0,6 in einen Bruch um.	Erweitere folgenden Bruch mit 9: $\frac{7}{8}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{10}{100}$
Wandle 0,375 in einen Bruch um.	Erweitere folgenden Bruch mit 8: $\frac{1}{11}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{15}{45}$



Wandle $\frac{3}{4}$ in eine Dezimalzahl um.	Erweitere folgenden Bruch mit 11: $\frac{7}{9}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{90}{160}$
Wandle $\frac{2}{3}$ in eine Dezimalzahl um.	Erweitere folgenden Bruch mit 15: $\frac{6}{12}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{115}{230}$
Wandle $\frac{3}{2}$ in eine Dezimalzahl um.	Erweitere folgenden Bruch mit 20: $\frac{3}{5}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{224}{640}$
Wandle $\frac{7}{5}$ in eine Dezimalzahl um.	Erweitere folgenden Bruch mit 7: $\frac{6}{17}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{23}{138}$
Wandle 1,6 in einen Bruch um.	Erweitere folgenden Bruch mit 25: $\frac{5}{8}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{87}{232}$
Wandle 1,25 in einen Bruch um.	Erweitere folgenden Bruch mit 13: $\frac{10}{13}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{121}{198}$
Wandle 2,3 in einen Bruch um.	Erweitere folgenden Bruch mit 31: $\frac{3}{4}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{25}{125}$
Wandle 3,013 in einen Bruch um.	Erweitere folgenden Bruch mit 12: $\frac{8}{9}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{84}{112}$



Wandle $\frac{2}{4}$ in eine Dezimalzahl um.	Erweitere folgenden Bruch mit 3: $\frac{4}{5}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{65}{10}$
Wandle $\frac{2}{5}$ in eine Dezimalzahl um.	Erweitere folgenden Bruch mit 5: $\frac{6}{7}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{24}{36}$
Wandle $\frac{3}{10}$ in eine Dezimalzahl um.	Erweitere folgenden Bruch mit 10: $\frac{5}{12}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{9}{3}$
Wandle $\frac{81}{100}$ in eine Dezimalzahl um.	Erweitere folgenden Bruch mit 6: $\frac{1}{9}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{32}{8}$
Wandle 10,3 in einen Bruch um.	Erweitere folgenden Bruch mit 4: $\frac{3}{15}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{3}{39}$
Wandle 1,01 in einen Bruch um.	Erweitere folgenden Bruch mit 7: $\frac{1}{3}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{22}{66}$
Wandle 2,4 in einen Bruch um.	Erweitere folgenden Bruch mit 9: $\frac{6}{10}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{800}{100}$
Wandle 3,125 in einen Bruch um.	Erweitere folgenden Bruch mit 8: $\frac{7}{11}$	Kürze den Bruch so weit wie möglich: $\frac{64}{16}$



Lösungen zu den Kärtchen mit einem Thron

$\frac{1}{4} = 0,25$	$\frac{2}{7} = \frac{6}{21}$	$\frac{12}{16} = \frac{3}{4}$
$\frac{1}{3} = 0,\dot{3}$	$\frac{5}{12} = \frac{25}{60}$	$\frac{8}{24} = \frac{1}{3}$
$\frac{1}{2} = 0,5$	$\frac{1}{19} = \frac{10}{190}$	$\frac{18}{27} = \frac{2}{3}$
$\frac{1}{8} = 0,125$	$\frac{3}{4} = \frac{18}{24}$	$\frac{6}{15} = \frac{2}{5}$
$0,2 = \frac{1}{5}$	$\frac{5}{7} = \frac{20}{28}$	$\frac{7}{35} = \frac{1}{5}$
$0,75 = \frac{3}{4}$	$\frac{2}{3} = \frac{14}{21}$	$\frac{18}{36} = \frac{1}{2}$
$0,\dot{6} = \frac{2}{3}$	$\frac{7}{8} = \frac{63}{72}$	$\frac{10}{100} = \frac{1}{10}$
$0,375 = \frac{3}{8}$	$\frac{1}{11} = \frac{8}{88}$	$\frac{10}{60} = \frac{1}{6}$

Lösungen zu den Kärtchen mit zwei Thronen

$\frac{3}{4} = 0,75$	$\frac{7}{9} = \frac{77}{99}$	$\frac{90}{160} = \frac{9}{16}$
$\frac{2}{3} = 0,\dot{6}$	$\frac{6}{12} = \frac{90}{180}$	$\frac{115}{230} = \frac{1}{2}$
$\frac{3}{2} = 1,5$	$\frac{3}{5} = \frac{60}{100}$	$\frac{224}{640} = \frac{7}{20}$
$\frac{7}{5} = 1,4$	$\frac{6}{17} = \frac{42}{119}$	$\frac{23}{138} = \frac{1}{6}$
$1,6 = \frac{8}{5}$	$\frac{5}{8} = \frac{125}{200}$	$\frac{87}{232} = \frac{3}{8}$
$1,25 = \frac{5}{4}$	$\frac{10}{13} = \frac{130}{169}$	$\frac{121}{198} = \frac{11}{18}$
$2,\dot{3} = \frac{7}{3}$	$\frac{3}{4} = \frac{93}{124}$	$\frac{25}{125} = \frac{1}{5}$

$3,013 = \frac{3013}{1000}$	$\frac{8}{9} = \frac{96}{108}$	$\frac{84}{112} = \frac{3}{4}$
-----------------------------	--------------------------------	--------------------------------

Lösungen zu den Kärtchen mit den Schwertern

$\frac{2}{4} = 0,5$	$\frac{4}{5} = \frac{12}{15}$	$\frac{65}{10} = \frac{13}{2}$
$\frac{2}{5} = 0,4$	$\frac{6}{7} = \frac{30}{35}$	$\frac{24}{36} = \frac{2}{3}$
$\frac{3}{10} = 0,3$	$\frac{5}{12} = \frac{50}{120}$	$\frac{9}{3} = \frac{3}{1} = 3$
$\frac{81}{100} = 0,81$	$\frac{1}{9} = \frac{6}{54}$	$\frac{32}{8} = \frac{4}{1} = 4$
$10,3 = \frac{103}{10}$	$\frac{3}{15} = \frac{12}{60}$	$\frac{3}{39} = \frac{1}{13}$
$1,01 = \frac{1}{100}$	$\frac{1}{3} = \frac{7}{21}$	$\frac{22}{66} = \frac{1}{3}$
$2,4 = \frac{12}{5}$	$\frac{6}{10} = \frac{54}{90}$	$\frac{800}{100} = \frac{8}{1} = 8$
$3,125 = \frac{25}{8}$	$\frac{7}{11} = \frac{56}{88}$	$\frac{64}{16} = \frac{4}{1} = 4$