MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Infektionsraten über eindimensionale zelluläre Automaten im Mathematikunterricht - Eine Analyse zur Auswirkung auf das Interesse von Schüler*innen"

verfasst von / submitted by

Julia Glock, BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Master of Education (MEd)

Wien, 2023 / Vienna, 2023

Studienkennzahl lt. Studienblatt / degree programme code as it appears on the student record sheet:	UA 199 502 520 02
Studienrichtung lt. Studienblatt / degree programme as it appears on the student record sheet:	Masterstudium Lehramt Sek (AB) UF Biologie und Umweltbildung UF Mathematik
Betreut von / Supervisor:	Univ.-Prof. Dr. Gunther Leobacher

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meine Dankbarkeit gegenüber all den Personen ausdrücken, die mich auf verschiedene Arten während des Schreibens meiner Masterarbeit unterstützt und begleitet haben.

Allen voran richte ich ein großes Dankeschön an Michael Fischer, ohne den eine Masterarbeit in dieser Form nicht umsetzbar gewesen wäre. Vielen Dank für die großartige Unterstützung und die vielen Stunden, die du in das Gelingen des Projektes gesteckt hast. Du hast einige stressige Wochenenden und viele zurückgelegte Kilometer im Zuge der Schulbesuche in Kauf genommen, was ich sehr zu schätzen weiß.

Ein weiteres Dankeschön möchte ich an Gunther Leobacher für die Betreuung der Arbeit und eine problemlose Zusammenarbeit richten. Zusätzlich möchte ich mich bei Christina Krause bedanken, die bei fachlichen Fragen, dem Formulieren der Forschungsfragen, sowie der Erstellung des Fragebogens ihre Expertise eingebracht hat. Ein großes Dankeschön gebührt auch Benjamin Hackl, der für die Erstellung der Linksammlung verantwortlich war. Danke für die gelungene Homepage und deine Geduld mit uns. Erst die gute Zusammenarbeit mit allen genannten Personen ermöglichte die Entstehung dieser Masterarbeit.

Das Erproben des Unterrichtskonzeptes in verschiedenen Schulklassen stellt das Herzstück der Arbeit dar. Deshalb möchte ich ein besonderes Dankeschön an alle Lehrpersonen und Direktionen richten, die uns die Möglichkeit gegeben haben, das Projekt umzusetzen. Vielen Dank für eure Flexibilität in der Terminfindung, die zur Verfügung gestellten Unterrichtsstunden und euer Vertrauen in das Projekt.

Abschließend möchte ich mich noch bei meiner Familie und meinen engsten Freunden bedanken. Danke für eure Geduld beim Zuhören und eure uneingeschränkte Unterstützung. Nicht nur einmal haben mich eure ermutigenden Worte motiviert, weiterzuarbeiten. Ohne euch wäre die Arbeit vermutlich immer noch nicht fertig. Vielen Dank.

Zusammenfassung

Inwiefern in Zeiten starker medialer Kritik das Image des Unterrichtsfaches Mathematik und das Interesse daran gesteigert werden können, stellt aktuell eine wichtige gesellschaftliche Frage dar. Diese beruht darauf, dass Mathematik als wichtige Schlüsseltechnologie im digitalen Zeitalter immer relevanter wird. Ziel dieser Arbeit ist es daher empirisch zu untersuchen, wie sich der Einsatz von Modellierungen und Simulationen zu Infektionsraten über eindimensionale zelluläre Automaten im Mathematikunterricht auf das Interesse bzw. Nicht-Interesse von Schüler*innen auswirkt. Zur Beantwortung dieser Frage wurde ein empirisches Forschungsprojekt geplant und durchgeführt. Es beinhaltet ein vierstündiges, interessenförderliches Unterrichtskonzept und eine detaillierte Ausarbeitung der zugrundeliegenden Modellierung und Simulation sowie eine Implementierung in Microsoft Excel. Die Umsetzung erfolgte in fünf Schulklassen aus Wien, Niederösterreich und Oberösterreich über einen Zeitraum von ca. zwei Wochen. Begleitend wurde eine prae- und postaktionale Fragebogenerhebung zur Interessenentwicklung durchgeführt. Neben der quantitativen Auswertung liegt eine qualitative Einschätzung individueller Entwicklungen im Fokus der Forschung. Es konnte im Zuge des Projektes eine Abnahme des Nicht-Interesses am Fach Mathematik nachgewiesen werden. Vereinzelt wurde auch situatives Interesse und beginnendes individuelles Interesse am Unterrichtsfach geweckt. Vor allem die Unterrichtsbeobachtungen zeigen eine Interessiertheit und hohe Motivation am Simulieren und Arbeiten mit dem Laptop, während das verwendete Programm Microsoft Excel eher wenig Interesse ausgelöst hat. Zugrundeliegende biologische Themen wie Gesundheit und Infektionskrankheiten ergaben sehr hohe Werte des Interesses, vor allem informatikinteressierte Schüler*innen zeigten große Begeisterung am Projektthema. Das hohe Interesse am Arbeiten mit naturwissenschaftlichen Themen und Simulieren, sowie das positive Feedback zu den Projektstunden bestätigt, dass eine weitere Auseinandersetzung mit Themen angewandter Mathematik im Unterricht im Forschungsinteresse stehen sollte.

Abstract

The extent to which the image of mathematics as a subject and interest in it can be enhanced in times of strong media criticism is currently an important social question. This is based on the fact that mathematics is becoming increasingly relevant as an important key technology in the digital age. Therefore, the aim of this thesis is to empirically investigate how the use of modeling and simulation of infection rates via one-dimensional cellular automata in mathematics classes affects the interest or non-interest of students. To answer this question, an empirical research project was planned and conducted. It included a four-hour interest-building instructional design and a detailed elaboration of the underlying modeling and simulation, as well as an implementation in Microsoft Excel. The implementation took place in five school classes from Vienna, Lower Austria and Upper Austria over a period of about two weeks. Accompanying a pre and post actional questionnaire survey on interest development was conducted. In addition to the quantitative evaluation, the research focuses on a qualitative assessment of individual developments. In the course of the project, a decrease in non-interest in the subject of mathematics was demonstrated. Occasionally, situational interest and incipient individual interest in the subject were also awakened. Above all, the lesson observations show an interest and high motivation in simulating and working with the laptop, while the Microsoft Excel program used triggered rather little interest. Underlying biological topics such as health and infectious diseases resulted in very high values of interest, especially informatics-interested students showed great enthusiasm for the project topic. The high level of interest in working with scientific topics and simulation, as well as the positive feedback on the project lessons, confirms that further engagement with topics of applied mathematics in the classroom should be of research interest.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

Medial wird das österreichische Schulsystem immer wieder starker Kritik ausgesetzt. Zu realitätsfern seien die Lerninhalte. Gerade das Unterrichtsfach Mathematik wird häufig als unverständlich, abstrakt, alltagsfremd und scheinbar unnötig für die persönliche Zukunft beschrieben, vgl. [48]. Gleichzeitig ist Mathematik aber zunehmend eine Schlüsseltechnologie in unserer Gesellschaft. Obwohl sie in der von der Digitalisierung geprägten heutigen Zeit immer relevanter wird, erscheint Mathematik für das Individuum immer unverständlicher und irrelevanter, siehe auch das Relevanzparadoxon von Niss in [63]. Es muss deshalb eine Aufgabe des Unterrichts sein, die Bedeutung von Mathematik aufzuzeigen und für das Fach zu begeistern. Daraus ergibt sich eine wichtige gesellschaftliche Frage: Wie kann es gelingen, das Image des Faches Mathematik und das Interesse an naturwissenschaftlichen Themen zu steigern?

Die Interessenforschung lieferte in den letzten Jahren bereits vielfältige Theorien für die Konstruktion und Evaluation von Lernarrangements, um dieses naturwissenschaftliche Interesse im schulischen Kontext zu fördern, siehe [8]. Eine dieser Theorien ist beispielsweise die Person-Gegenstands-Theorie, in der Interesse durch eine dynamische Beziehung zwischen einem Lerngegenstand und einer Person ausgezeichnet ist. Interesse ist danach immer spezifisch auf ein Thema, eine Idee, eine Aktivität oder einen Gegenstand gerichtet, siehe [54]. Diese theoretischen Rahmungen sind aber oft übergeordneter Natur und es werden konkrete fachliche Inhalte zu wenig berücksichtigt. Forschungen, die sich auf spezielle Fachinhalte fokussieren, ermöglichen es, Empfehlungen für die Gestaltung von interessensteigernden schulischen Settings abzuleiten und bieten deshalb großes Potential für die Weiterentwicklung des Unterrichts, vgl. [8].

Daher ist das Ziel dieser Masterarbeit, empirisch zu untersuchen, inwiefern sich die Auseinandersetzung mit moderner Mathematik und aktuellen wissenschaftlichen Themenfeldern im Mathematikunterricht auf die Motivation und das Interesse der Lernenden auswirkt. Genauer soll die schulische Auseinandersetzung mit der Modellierung und Simulation von Infektionsraten über eindimensionale zelluläre Automaten untersucht werden. Die fachliche Grundlage dazu wurde bereits in der vorangegangenen Bachelorarbeit erarbeitet, siehe [31]. Darin wurde mittels eines eindimensionalen periodischen Random Walks das Infektionsgeschehen mit und ohne Social Distancing Maßnahmen zeit- und ortsabhängig modelliert und anschließend simuliert. Zugrunde liegen dabei dynamische Systeme, sowie schulmathematische Themen wie rekursive Folgen und Zufallsprozesse bzw. Zufallsvariablen, welche auch im Lehrplan der AHS verankert sind, vgl. [30]. Es bietet sich daher an, dieses Thema in der zehnten oder elften Schulstufe vereinfacht in den Unterricht zu bringen. Weitere didaktische Überlegungen zur Untersuchung jenes konkreten Themas wären folgende:

- Modellieren und Simulieren stellen wichtige Arbeitsweisen in der Mathematik dar. Vor allem mathematisches Modellieren ist schon seit Jahrzehnten ein fester Bestandteil didaktischer Diskussionen und als solcher auch im Lehrplan in allen Schulstufen fest verankert, siehe [30]. Vor allem in den letzten Jahren, in denen digitale Werkzeuge immer mehr an Bedeutung erlangt haben, wurden zahlreiche theoretische und empirische Studien zu verschiedensten Aspekten mathematischer Modellierungen im Schulkontext publiziert. Hierbei wurden auch einige konkrete unterrichtliche Beispiele und Nutzungsmöglichkeiten bestimmter digitaler Werkzeuge aufgezeigt, vgl. [32].

- Zudem handelt es sich bei der Auseinandersetzung mit Infektionsraten um ein hochaktuelles Thema, vor allem seit Beginn der Corona-Pandemie 2020. Es stellt sich für Schüler*innen nicht erst die Frage, wozu man sich mit dem Thema beschäftigen sollte, da die gesellschaftliche Relevanz durch die durchgemachten Lockdowns und die selbst erlebten Maßnahmen der Regierungen in den letzten Jahren für alle spürbar waren. Zudem zeigten verschiedenste Studien der Biologiedidaktik, dass Jugendliche allem voran Interesse an humanbiologischen Aspekten wie Gesundheit, Fortpflanzung, sowie dem menschlichen Körper zeigen. Das Thema Krankheiten wurde in diesem Kontext mehrmals als für Schüler*innen interessant angeführt, vgl. [41].

- Die Entscheidung, Infektionsraten als zelluläre Automaten zu simulieren, wurde bereits in der vorangegangenen Bachelorarbeit getroffen, siehe [31]. Mit der Vorstellung dieser Modellart im Unterricht können Schüler*innen Einblicke in die wissenschaftliche Praxis geliefert werden, denn sie spielen im aktuellen wissenschaftlichen Diskurs in verschiedensten Bereichen eine wichtige Rolle. Fußgänger- und Populationsdynamiken, vgl. [26, 12, 65], Simulationen des Raumverhaltens, vgl. [98] oder auch Modellierungen des menschlichen Sozialverhaltens, vgl. [78], stellen hierfür nur einige Beispiele dar. Zudem bietet sich dieser Zugang im Schulkontext gut an, da die Modellierung über zelluläre Automaten für Schüler*innen durch Spielbretter und Grafiken sehr intuitiv erscheint und auf Microsoft Excel gut umsetzbar ist. Da dieses digitale Werkzeug in den meisten Schulen zumindest im Informatikunterricht verwendet wird, werden damit die Simulationen durchgeführt. Ein Teil der Arbeit wird also auch eine schulgerechte Adaption der Modellierung und Simulation der Bachelorarbeit auf Excel sein.

Letztlich aber ausschlaggebend für die Themenwahl war ein im März 2020 in der Washington Post erschienener Artikel von Harry Stevens, siehe [89], zur Simulation einer imaginären Infektionskrankheit, der bereits die Grundlage der Bachelorarbeit darstellte. Darin wurden verschiedene Effekte und deren Auswirkungen auf die Infektionszahlen simuliert und beschrieben, um aufzuzeigen, welche Wirkung beispielsweise Social Distancing Maßnahmen auf die Infektionsrate haben. Dazu wurden unter anderem Barrieren, die einer strikten Quarantäne entsprechen, simuliert. Zudem kann beobachtet werden, wie sich die Infektionszahlen entwickeln, wenn sich nur ein festgelegter Anteil der Bevölkerung bewegen darf. Die Simulationen im Artikel zeigen, dass durch die Maßnahmen die Infektionszahlen deutlich gesenkt werden können.

Gerade im gesundheitspolitischen Kontext spielen Simulationen wie diese eine wichtige Rolle. Beobachtet man die medialen Berichterstattungen, nicht nur zum Thema COVID19, sieht man sich immer wieder solchen Modellen und Simulationen konfrontiert, siehe zum Beispiel [22, 67, 14]. In einer demokratischen Gesellschaft, in der wir leben, wird dabei erwartet, dass mündige Bürger*innen kritisches politisches Engagement zeigen. Dazu gehören nicht nur parteipolitische Tätigkeiten, sondern auch persönliche Gespräche, oder Kommentare in Social-Media Kanälen. Um umfassend mitdiskutieren zu können, braucht es daher ein gewisses Maß an Medienkompetenz. Dazu zählt vor allem die Fähigkeit, das Wahrgenommene auf inhaltlicher Ebene kritisch zu bewerten und daraufhin Entscheidungen zu treffen und Haltungen zu entwickeln. Damit dies gerade in naturwissenschaftlichen Diskursen, wie zum Beispiel jenem rund um die Corona-Pandemie gelingen kann, braucht es zahlreiche mathematische Kompetenzen. Vor allem, wenn man mit mathematischen Modellen und Simulationen konfrontiert wird. Die Interpretation verschiedener Darstellungen, ein Verständnis für funktionale Abhängigkeiten und die Fähigkeit zugrundeliegende Prinzipien des Modellierens zu verstehen, sind deshalb wichtige Kompetenzen von Personen mit höherer Allgemeinbildung. Ziel soll sein, dass möglichst viele Menschen Äußerungen von Expert*innen und Politiker*innen, die medial getätigt werden, kritisch hinterfragen können, vgl. [57]. Die schulische Auseinandersetzung mit Modellierungen und Simulationen von Infektionsraten, wie sie in dieser Arbeit geplant ist, kann beim Erwerb der dafür benötigten Kompetenzen einen wesentlichen Beitrag liefern.

Um ein interessenförderliches Unterrichtskonzept entwickeln zu können und den genannten Ansprüchen gerecht zu werden, sollen einführend in Kapitel 2 theoretische Grundlagen zum aktuellen Stand der Interessenforschung geklärt werden. Dabei werden sowohl Theorien zur Interessenstruktur als auch zur Interessenentwicklung angeführt. Zudem wird in einem zweiten Teil eine Begriffsklärung zu mathematischen Modellierungen und Simulationen vorgestellt. Es wird in diesem Zusammenhang der aktuelle Forschungsstand zum Modellieren und Simulieren von Infektionsraten im Bildungskontext aufgearbeitet. In Kapitel 3 sollen die sich aus der Theorie ergebenden Forschungsfragen konkret formuliert und Hypothesen aufgestellt werden. Da sich das Schulprojekt auf die Modellierung und Simulation der Infektionsraten bezieht, wird im Kapitel 4 die durchgeführte Modellierung zusammengefasst und die Implementierung und Adaption in Excel bzw. an das Schulniveau vorgestellt. Anschließend wird in Kapitel 5 das methodische Vorgehen des Forschungsprojektes detailliert aufgearbeitet. Um inhaltlich sinnvoll arbeiten zu können, wurden im Zuge dessen zwei Doppelstunden, also insgesamt 100 Minuten, in fünf verschiedenen Schulklassen gehalten und mit einer Fragebogenerhebung zum Interesse begleitet. Die genauen Rahmenbedingungen der Forschung, das Unterrichtskonzept, sowie die Erhebungsmethoden werden in diesem Kapitel genauer ausgeführt. In Kapitel 6 werden abschließend die ausgewerteten Ergebnisse vorgestellt und in Kapitel 7 diskutiert, um Antworten auf die Forschungsfragen zu finden und zu zeigen, wie sich dieses Projekt auf das Interesse der Schüler*innen ausgewirkt hat. Mit einem Ausblick auf weiterführende Fragestellungen und Ungeklärtes wird die Arbeit abgeschlossen. Es ist an dieser Stelle noch anzumerken, dass das Forschungsprojekt dieser Masterarbeit den Grundstein für eine Zusammenarbeit mit Krause und Fischer am Didaktikzentrum für Naturwissenschaften und Mathematik der Universität Graz und in diesem Zusammenhang für weiterführende Forschungen legt.

2 Theoretischer Hintergrund

Folgendes Kapitel soll einen Überblick des theoretischen Hintergrunds liefern. Dazu wird in einem ersten Teil der aktuelle psychologische Forschungsstand zum Thema Interesse aufgezeigt. Im zweiten Teil werden die Begriffe mathematische Modellierung und Simulation definiert und ihre Bedeutung für den Schulkontext nach aktuellen Studien dargestellt.

2.1 Interessenforschung

In den meisten Theorien zur Interessenforschung wird Interesse als ein Phänomen verstanden, das sich durch die Interaktion einer Person mit ihrer Umwelt ergibt. Jener theoretische Ansatz, der diese Behauptung stützt, wird weithin als die Person-Gegenstands-Theorie diskutiert. Schiefele und Kolleg*innen in den 1970er und 1980er Jahren lieferten dafür die zentralen Ideen, vgl. [81, 80, 82, 70, 53], wobei die Theorie mittlerweile weiterentwickelt wurde. Demnach ist Interesse immer spezifisch auf einen Gegenstand, eine Aktivität oder auch ein Thema gerichtet. Ein Zitat von Gardner 1996 - „Man kann nicht einfach ein Interesse haben, man muss an etwas interessiert sein“ siehe [28, S. 6] - bringt diese Inhaltsspezifität auf den Punkt. Diese Eigenschaft ist ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal zu anderen motivationalen Konstrukten. Obwohl Selbstkonzept, Bedürfnisse, Ziele und Motive ebenso wie Interesse die langfristigen Hintergründe von Motivation darstellen, können sie sich klar voneinander abgrenzen oder sogar widersprechen. Beispielsweise kann eine Person eine starke Abneigung einem Thema gegenüber haben und trotzdem ein ausgeprägtes Interesse daran zeigen, dieses Thema zu verstehen, vgl. [83, 55]. Eine genaue Charakterisierung der Interessenstruktur ist somit neben der Auseinandersetzung mit der Entwicklung von Interesse unerlässlich. Auch Interessenstudien in Bildungskontexten können diesen beiden Schwerpunkten zugeordnet werden: Struktur und Entwicklung von Interesse. Daher sollen in Folge die aktuell bestehenden Theorien in den jeweiligen Bereichen näher beschrieben werden. In einem abschließenden Kapitel werden Studien, die den Zusammenhang zwischen Interesse und Lernen untersuchen und somit für die schulische Praxis relevant sind, aufgezeigt.

2.1.1 Interessenstrukturen

2.1.1.1 Formen des Interesses

Krapp unterscheidet bereits 1992 zwischen zwei Formen des Interesses: dem situationalen und dem individuellen Interesse, vgl. [52]. Am Beginn des 21. Jahrhunderts wurde zusätzlich eine dritte Form ergänzt, nach der Interesse auch als ein spezifischer, momentaner psychologischer Zustand beschrieben werden kann, siehe [2]. Das situationale Interesse entspricht einer vorübergehenden Konzentration der Aufmerksamkeit und der Gefühle auf eine bestimmte Situation und wird auch als Interessiertheit bezeichnet. Es wird durch eine spezielle Bedingung in diesem Moment ausgelöst, zum Beispiel eine besondere Eigenschaft der Lernlandschaft. Diese Form des Interesses ist dann auch an die bestimmte Bedingung gebunden. Die dritte Form, also das individuelle Interesse, definiert man als eine persönliche Orientierung oder Veranlagung, um sich mit einem bestimmten Kontext zu beschäftigen. Diese Interessenform ist dauerhaft und stellt somit ein stabiles Persönlichkeitsmerkmal dar. Das bedeutet, die Person setzt sich immer wieder, ohne externe Aufforderung, mit dem Interessengegenstand auseinander, um umfangreiches Wissen darüber zu erwerben. Da diese Form langfristig stabil ist, wird sie als besonders wichtiger Faktor für die Berufs- bzw. Studienwahl von Schüler*innen angesehen, vgl. [47]. Situatives Interesse ist hingegen wesentlich leichter von Lehrpersonen zu beeinflussen, indem eine anregende Lernumgebung geschaffen wird, vgl. [37].

2.1.1.2 Das multidimensionale Konstrukt des Interesses

Nach Krapp, in [49], unter der Person-Gegenstands-Theorie wird Interesse als multidimensionaler motivationaler Aspekt charakterisiert. Folgende drei Komponenten sind nach ihm Teil einer Person-Gegenstands-Auseinandersetzung:

- kognitive Komponente: Bei Interesse an einem Thema möchte man Wissen darüber erwerben und es besser verstehen können.
- emotionale Komponente; Die Beschäftigung mit interessanten Gegenständen löst in der Regel positive Gefühle aus.
- wertbezogene Komponente: Hat man einen Interessengegenstand, ist man dazu bereit, dafür Zeit und Geld zu investieren.

In Folge solcher Auseinandersetzungen mit dem Gegenstand können sich Interessen, vor allem auch individuelles Interesse entwickeln, aber auch strukturell verändern. Schiefele et al. beschrieben bereits 1983 in [82], dass eine Person bei einer Interessenhandlung selbstintentional, also frei von äußeren Zwängen handeln muss. Durch die Wiederholung solcher Person-Gegenstands-Auseinandersetzungen wird der Interessengegenstand aufrechterhalten (Persistenz) und es kann sich eine inhaltliche Schwerpunktsetzung herausbilden (Selektivität), vgl. [94]. Hat eine Person häufig positive Erfahrungen bei Person-Gegenstands-Auseinandersetzungen, können die Merkmalsausprägungen verstärkt werden (Kognition, Emotion, Wertbezug, Selbstintentionaliät). Diese Information ist gerade im schulischen Bereich von großer Bedeutung, da sich nach Krapp, in [51], aus häufigem situationalem Interesse langfristiges individuelles Interesse entwickeln kann.

Um daher Lernangebote im Unterricht didaktisch-methodisch interessenförderlich auszugestalten und weiterzuentwickeln, ist eine genauere Differenzierung des Interesses notwendig. In den naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken wird Interesse grundsätzlich in Fachinteresse und Sachinteresse geteilt. Während beim Fachinteresse das ganze Schulfach der Interessengegenstand ist, zeigt sich beim Sachinteresse nur Interesse an bestimmten Themen oder Aktivitäten. Gerade in Bezug auf das Sachinteresse wird noch weiter differenziert. Häußler und Hoffmann beschreiben, bezogen auf das Sachinteresse an Physik, drei Unterteilungen: Interesse an einem bestimmten Themengebiet, einem Kontext, in den ein Inhalt eingebettet ist und Interesse an einer Tätigkeit, siehe [35]. Verschiedene Studien zeigen wesentliche Unterschiede des naturwissenschaftlichen Interesses bezogen auf diese drei Unterteilungen, vgl. [5, 84]. Daher ist eine Unterscheidung bei Untersuchungen zum Interesse von Schüler*innen relevant. Aktuelle Studien fokussieren sich beispielsweise auf das Interesse an bestimmten naturwissenschaftlichen Tätigkeiten, andere auf bestimmte Themengebiete, siehe beispielsweise [66, 74].

2.1.1.3 Theorie des Interesses und Nicht-Interesses

Ausgehend von der ursprünglichen „Münchner Interessentheorie“ nach Schiefele et al., wie sie bereits charakterisiert wurde, entwickelten Upmeier zu Belzen und Vogt in [95] eine Erweiterung der Theorie, in der auch Nicht-Interesse und Indifferenz definiert werden. Dadurch wird im schulischen Bereich die Operationalisierung von Nicht-Interesse ermöglicht. Vogt definierte diese beiden Konzepte wie folgt:

- Indifferenz bezeichnet eine neutrale Ausgangshaltung bezüglich eines bestimmten Gegenstandes. Das heißt, es gab damit bisher weder positiven noch negativen Kontakt, somit ist noch keine Person-Gegenstands-Relation vorhanden. Gerade im schulischen Bereich, wenn neue Inhalte vermittelt werden, stellt Indifferenz die Basis für die Entwicklung von Interesse oder auch Nicht-Interesse dar, vgl. [97].

- Findet beispielsweise in einer Lernsituation eine Person-Gegenstands Auseinandersetzung statt, aber die intrinsisch erlebte Qualität ist sehr niedrig, können sich Nicht-Interessen entwickeln. Angst und Ekel werden dabei von Nicht-Interesse klar abgegrenzt, was besonders in der Biologiedidaktik Relevanz hat. Upmeier zu Belzen und Vogt unterscheiden je nach Grad der Ausprägung zwischen zwei Formen des Nicht-Interesses: Desinteresse und Abneigung, siehe [95]. Ersteres könnte man als Gleichgültigkeit gegenüber einem Gegenstand beschreiben, während Abneigung eine viel stärkere Form des Nicht-Interesses darstellt. Hier kommen Widerwille bzw. Antipathie als starke negative Emotionen hinzu. Je nachdem, wie stark die Ablehnung und wie ausgeprägt die Bewusstheit im Umgang mit dem Thema des Nicht-Interesses ist, wird zwischen diesen Formen unterschieden.

2.1.1.4 Das RIASEC+N-Modell

Studien zeigen, dass sich Schüler*innen eher auf die Form der Aktivität und weniger auf das inhaltliche Thema konzentrieren, vgl. [68]. Aufgrund der nachgewiesenen Relevanz der Aktivitäten für die Interessenentwicklung wurde eine Theorie aufgestellt, die es erlaubt die Interessenstrukturen bezüglich naturwissenschaftlicher Aktivitäten besser zu beschreiben. Es handelt sich dabei um eine Adaption des RIASEC-Modells von Holland, siehe [39], das ursprünglich aus der Berufswahldiagnostik stammte. In dem Modell werden die Einstellungen, Werte, Fähigkeiten und das Interesse der Schüler*innen an Aktivitäten in sechs verschiedene Dimensionen geteilt, die auch den Namen des Modells prägen, vgl. [39]:

- R - *realistic Tasks:* Personen mit realistischem Persönlichkeitstyp arbeiten gerne handwerklich und sind oft technisch versiert.
- I - *investigative Tasks:* Forschende Persönlichkeitstypen sind analytisch geprägt und sind wissenserwerbenden Tätigkeiten wie Lesen und Forschen zugeneigt.
- A - *artistic Tasks:* Kreativität und Interesse an künstlerischen Tätigkeiten wie Malen, Zeichnen, Gestalten, sowie innovative Ideen sind typisch für künstlerische Persönlichkeitstypen.
- S - *social Tasks:* Soziale Personen bevorzugen lehrende oder pflegende Professionen und sind fürsorgliche, sozial-engagierte Typen.
- E - *enterprising Tasks:* Unternehmerische Persönlichkeitstypen finden sich häufig in Führungs- oder Managementpositionen.
- C - *conventional Tasks:* Personen des konventionellen Typs bevorzugen klar definierte, sich wiederholende Aufgaben. Sie beherrschen beispielsweise organisatorische Aufgaben sehr gut.

In dieser Form des Modells wird Interesse an Naturwissenschaften hauptsächlich der forschenden und realistischen Dimension zugeordnet. Da es aber heutzutage so vielfältige naturwissenschaftliche Tätigkeiten und Berufe gibt, ist diese Sichtweise zu starr. Daher wurde 2014 in einer Studie von Dierks et al., siehe [20], das ursprüngliche RIASEC-Modell angepasst. Durch die Erweiterung können typische Tätigkeiten von Schüler*innen genauer charakterisiert werden. Zudem wurde das Modell um eine siebte Dimension - *networking* - erweitert. Abbildung 2.1 zeigt eine Übersicht über die sieben Dimensionen des RIASEC+N-Modells.

In der Vernetzungs-Dimension wird der Peer-to-Peer Wissensaustausch extra und nicht als Teil der sozialen Dimension hervorgehoben. Die soziale Dimension konzentriert sich demnach mehr auf das Tun von guten Taten, zum Beispiel durch direkte Hilfeleistungen oder das Lehren anderer Menschen, während die neue Dimension Denken auf vergleichbaren Wissensebenen impliziert und daher einen anderen Schwerpunkt setzt. Diese zusätzliche Dimension wurde auch in weiteren Studien bestätigt, vgl. [7, 21]. Eine Kombination des RIASEC+N-Modells mit verschiedenen Lernumgebungen und Kontexten ermöglicht ein besseres Verstehen von Interessenstrukturen. Zudem ermöglicht das Modell in einzelnen Lerngelegenheiten besser auf die Bedürfnisse der Lerngruppe eingehen zu können, vgl. [8].

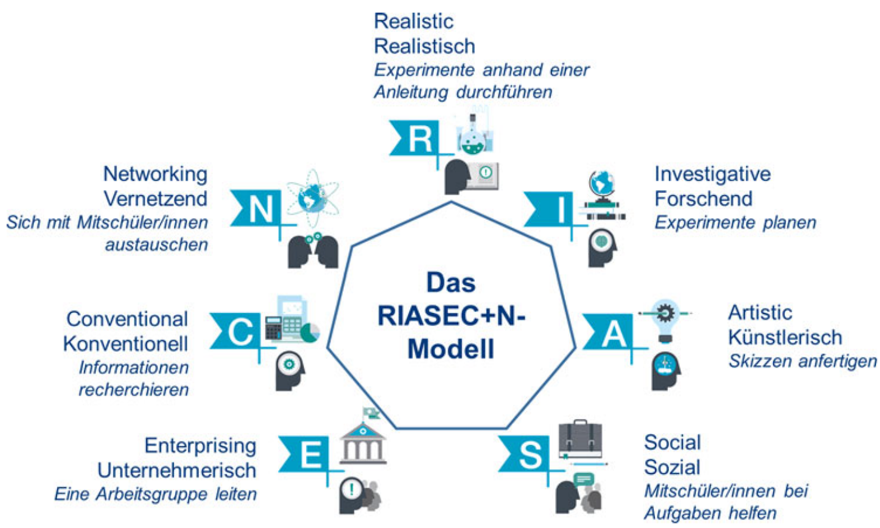


Abbildung 2.1: Das RIASEC+N Modell, siehe [8, S. 251]

2.1.2 Interessenentwicklung

Interesse entwickelt sich nach Deci und Ryan in drei Initialisierungsstufen, siehe [18]. Eine erste Auseinandersetzung mit dem Gegenstand, die sogenannte Introjektion, entspricht der ersten Stufe. Die zweite Stufe, die Identifikation, umfasst die wiederholte Auseinandersetzung mit dem Gegenstand, bis sich in der Integrationsstufe schließlich individuelles Interesse entwickelt hat, vgl. [18]. Um im ersten Schritt lernwirksames, situationales Interesse zu wecken, reicht es nicht nur eine neugierweckende, situationsabhängige Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand zu initiieren, vgl. [51]. In der Interessengenese spricht Mitchell, in [61], von zwei wichtigen Aspekten. Zu Beginn muss ein erster situationaler Interessenzustand, die sogenannte *catch*-Komponente erreicht werden. Wenn dann zusätzlich das situationale Interesse aufrechterhalten wird, kann man von der *hold*-Komponente sprechen. Im Schulkontext gesehen, kann also didaktisch initiierte Aufmerksamkeit für ein Thema Interessiertheit bzw. einen *catch*, erzeugen. Dass sich daraus schließlich langfristiges Interesse entwickeln kann, muss eine Person den Lerngegenstand einerseits selbst durch kognitive, rationale Überlegungen als wichtig genug einstufen und andererseits müssen positive Erlebnisqualitäten überwiegen. Wenn man motivationale Bedingungen bei der Ausgestaltung des Unterrichts berücksichtigt, kann dadurch die intrinsische Qualität gesteigert werden, was sich positiv auf die *hold*-Komponente und somit auf die Entwicklung von individuellem Interesse auswirkt. Es kann dadurch zur höchsten Stufe, der Integration kommen, wobei durch Internalisierungsprozesse der Interessengegenstand im Wertesystem verankert wird und ein Bestandteil der Identität bzw. des Selbstkonzeptes wird, vgl. [51].

2.1.2.1 Zusammenhang zur Selbstbestimmungstheorie der Motivation

Nach obiger Theorie sind intrinsische und extrinsische Motivation für die Interessenentwicklung relevant. Um positive Erlebnisqualitäten im Unterricht erreichen zu können, müssen nach der Selbstbestimmungstheorie der Motivation nach Ryan und Deci, siehe [19], drei grundlegende psychologische Grundbedürfnisse (basic needs) erfüllt sein. Erst durch eine Erfüllung der Bedürfnisse Autonomie, Kompetenzerleben und soziale Eingebundenheit, können menschliches Wohlbefinden, sowie eine positive Identitätsentwicklung entstehen, vgl. [54].

Das Grundbedürfnis Autonomie beschreibt das Bestreben nach Selbstbestimmtheit, also ohne die Kontrolle anderer entscheiden und handeln zu können. Man darf dies aber nicht mit dem Wunsch nach vollständiger Freiheit oder Unabhängigkeit verwechseln. Dies ist nur dann gewünscht, wenn sich Lernende auch selbst zutrauen, die Aufgaben alleine bewältigen zu können, vgl. [50]. Wird man seinen sich selbst gestellten Aufgaben und Anforderungen gerecht, erfährt man Kompetenzerleben. Dies kann im Unterricht ermöglicht werden, indem optimale individuelle Anforderungsniveaus sichergestellt werden, ohne Schüler*innen zu unter- oder überfordern. Sehr eng verbunden mit dem Kompetenzerleben ist das Gefühl der Selbstwirksamkeitserwartung. Ist diese günstig, wie es meist bei der Beschäftigung mit Interessengegenständen der Fall ist, kann dies die Handlung an sich positiv beeinflussen. Glaubt aber eine Person selbst nicht daran, etwas zu schaffen oder bestimmte Ergebnisse zu erzielen, ist wenig Handlungstrieb vorhanden. Wichtig anzumerken ist, dass nicht automatisch impliziert werden kann, dass hohe Selbstwirksamkeitserwartung zu einem bestimmten Gegenstand automatisch zu individuellem Interesse führt, siehe [4]. Als letztes der drei Grundbedürfnisse bezieht sich soziale Eingebundenheit auf den Wunsch in einer Gruppe zugehörig und akzeptiert zu sein, vgl. [50]. Durch die Erfüllung dieser drei Grundbedürfnisse kann ein sogenanntes „Flow-Erleben“ erreicht werden. In diesem Zustand beschäftigt sich die Person über längere Zeit aufmerksam, ohne Ablenkungen oder Störungen und mit viel Freude mit einem Lerngegenstand. Dadurch wird nicht nur Lernen begünstigt, sondern auch die Interessenentwicklung positiv beeinflusst, vgl. [17]. Anzumerken ist, dass das Ausbleiben dieser Flow-Erlebnisse nicht automatisch zu Nicht-Interesse führen muss, dies kann aber dadurch begünstigt werden. Der Zusammenhang zwischen den psychologischen Grundbedürfnissen und der Interessengenese wurde mittlerweile schon mehrfach empirisch belegt, beispielsweise in [97, 93].

Abbildung 2.2 stellt ein Zusammenhangsmodell der einzelnen Aspekte der bisher aufgezeigten Theorie der Interessenentwicklung dar. Es soll einen Überblick über die beschriebenen Abläufe liefern. Auch der Einfluss der *basic needs* auf das Entstehen von Interesse oder Nicht-Interesse wird hierin berücksichtigt.

2.1.2.2 Vier-Phasen Modell

Hidi und Renninger erweitern in [72] die Theorie der Interessenentwicklung von situationalem zu individuellem Interesse, indem sie diese in vier Phasen teilen: ausgelöstes situatives, aufrechterhaltenes situatives, aufkommend individuelles und gut entwickeltes individuelles Interesse. Damit können Interessenentwicklungen über alle Altersstufen, Kontexte und Umgebungen wie Schule, Freizeit oder Arbeitsplatz hinweg charakterisiert werden. Es wird bewusst der Begriff Phase verwendet, da Dauer und Charakter einer bestimmten Phase von Individuum zu Individuum unterschiedlich sein können, vgl. [72].

Bei der ersten Phase (*catch*) handelt es sich um ausgelöstes situatives Interesse. Auslöser sind höchstwahrscheinlich außerhalb der Person zu suchen. Es kann

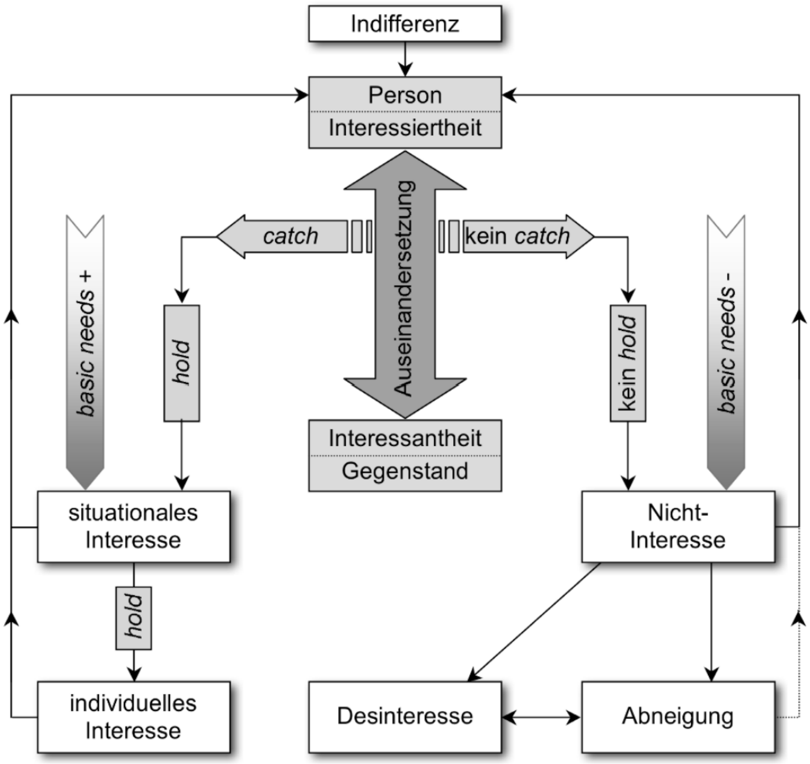


Abbildung 2.2: Zusammenhangsmodell Interessenentwicklung, siehe [97, S. 11]

sich dabei um Gruppenarbeiten, Denkspiele, Computeraktivitäten und andere Tätigkeiten, die abwechslungsreich sind und Neugierde wecken, handeln. Ob solch eine ausgelöste Interessiertheit aufrechterhalten wird, hängt unter anderem stark von persönlichen Vorerfahrungen, Stärken und Bedürfnissen, sowie der Unterstützung anderer und den Merkmalen der interessenbezogenen Aktivitäten und Aufgaben ab. Sobald das ausgelöste Interesse aufrechterhalten wird, kann es zur zweiten Phase (*hold*) des Interesses führen. Hierbei beginnt man Verbindungen zwischen dem Interessengegenstand und den eigenen Fähigkeiten, Vorerfahrungen und seinem Wissen herzustellen. Gerade dieses Faktenwissen über den Gegenstand und die Wertigkeit dessen werden in dieser Phase erhöht. Zudem wird in der Regel ein positiver Affekt empfunden, während die erste Phase auch noch durch negative Emotionen wie Ekel ausgelöst werden kann. Wichtig ist, dass in der zweiten Phase immer noch ein Großteil an Unterstützung für die fortsetzende Entwicklung des Interesses von außen kommt, also beispielsweise von Lehrpersonen und Freunden oder durch Aktivitäten, sowie bestimmten zur Verfügung gestellten Ressourcen. Erst wenn Lernende selbst die Initiative ergreifen und eigenständig Antworten suchen, neue Ressourcen finden und die Auseinandersetzung mit dem Gegenstand reflektieren, kann man von der dritten Phase, also beginnendem individuellem Interesse sprechen. In dieser Phase steht die Auseinandersetzung mit eigenen Fragen zum Interessengegenstand im Fokus. Die Lernenden können, müssen aber noch nicht, offen für Feedback sein und benötigen immer noch teilweise Unterstützung, um ihre Fähigkeiten betreffend des Interessengegenstandes auszubauen. Sobald eine Person die vierte Phase der Entwicklung erreicht hat und somit gut entwickeltes individuelles Interesse zu einem Gegenstand aufgebaut hat, ist sie in der Lage sich auch auf Informationen über dieses Thema zu konzentrieren, die über ihre eigenen Fragen hinausgehen. Das Wissen und die Kenntnisse zum Interessengegenstand sind bereits umfangreich ausgebildet. Man engagiert sich freiwillig und empfindet dabei positive Gefühle. Auch Frustration kann überwunden werden, wenn diese bei der Auseinandersetzung mit dem Gegenstand auftritt. Zudem kann Austausch mit anderen Personen zu diesem Thema stattfinden und man ist üblicherweise dazu bereit, Feedback einzuholen, vgl. [72]. Mittlerweile sind schon mehrere Studien publiziert worden, die sich auf dieses Modell beziehen und versuchen, die Phasen noch besser zu differenzieren bzw. zu charakterisieren, siehe zum Beispiel [59].

2.1.3 Interesse und Lernen - Studien mit Bildungskontext

Nachdem aufgezeigt wurde, wie Interesse operationalisiert werden kann und welche Theorien für die Entwicklung aktuell herangezogen werden, sollte man sich im Bildungskontext die Frage stellen, inwiefern Interesse Lernen beeinflussen kann.

Zahlreiche Studien zeigen, dass Interesse ein wesentlicher Faktor ist, um nachhaltig zu lernen. Bybee und McCrae wiesen beispielsweise 2011 in [13] einen signifikanten Einfluss des Interesses auf den Lernerfolg nach. Bereits 2002 konnten Ainley et al. in [3] eine verbesserte Aufmerksamkeit bei Auseinandersetzungen mit Interessengegenständen erkennen. Neurobiologisch konnte diese förderliche Wirkung auf bestimmte Gehirnaktivitäten bestätigt werden. Genauer wurde gezeigt, dass eine positive emotionale Erregung zu besseren Gedächtnisleistungen führen kann, vgl. [71]. Daraus kann man für den Schulkontext schlussfolgern, dass Lernen mit Interesse nachhaltiger ist, als Lernen mit Nicht-Interesse, weshalb Interessenforschungen für Fachdidaktiken zentrale Forschungsgegenstände darstellen.

Im naturwissenschaftlichen Bereich gab es dazu in den letzten Jahren einige Studien, die den Interessenstand der Schüler*innen erheben wollten. Es zeigten sich teilweise Geschlechterunterschiede. So ergab die Studie von Dierks et al. in [21], dass Mädchen eher an realistisch, künstlerischen und sozialen Aktivitäten interessiert sind. Blankenburg zeigte 2016 in [7], dass unabhängig vom Geschlecht hohes Interesse an forschenden Tätigkeiten besteht. Zusätzlich gab es Untersuchungen, wie man im Unterricht einen catch erzeugen kann und interessenförderliche Lernumgebungen konzipiert. Beispielsweise ergaben Untersuchungen von Scheersoi in [77] durch Besucherstudien in Zoos und Museen, dass Überraschungserlebnisse oder besondere Merkmale von Gegenständen, zum Beispiel deren Größe oder Niedlichkeit, situatives Interesse auslösen können. Zudem wurden ungewohnte Einblicke durch Führungen und Ausflüge, aber auch das Übernehmen von Sonderrollen in Gruppenarbeitsphasen als interessenförderlich eingestuft. Spielerisches und entdeckendes Lernen wurde ebenfalls positiv für die Interessengenese beschrieben, vgl. [77].

Auch in der Mathematikdidaktik wurden international in den letzten Jahren einige Studien publiziert. Zhu und Kaiser beschäftigten sich in [102] beispielsweise 2022 mit den Auswirkungen spezifischer Unterrichtspraktiken auf das Interesse, das Selbstvertrauen und die mathematischen Leistungen der Schüler*innen. Dazu wurde eine Videostudie mit 85 Mathematiklehrpersonen und ihren Schüler*innen untersucht. Es zeigte sich die Qualität des Unterrichts als signifikant positiver Einfluss auf das Interesse an Mathematik, vgl. [102]. Zhang und Whang untersuchten 2020 die Rolle von Selbstwirksamkeit und der Angst vor Mathematik für die Entwicklung von Interesse am Fach, sowie Mathematikleistungen der Schüler*innen, siehe [101]. An dieser chinesischen Studie nahmen über 150 000 Schüler*innen teil. Es zeigte sich, dass Interesse am Fach einen direkten positiven Effekt auf die mathematischen Leistungen der Schüler*innen hat. Diese positive Beziehung entsteht teilweise durch Selbstwirksamkeit. In einer indonesischen Studie von Sukmaningthias aus 2020, siehe [92], wurden wiederum konkrete Unterrichtsmaterialien beruhend auf authentischen und anwendungsbezogenen Aufgaben erstellt, um zu überprüfen, ob diese Art der Unterrichtsmaterialien Auswirkungen auf das Interesse und die Leistungen der Schüler*innen haben. Es ergaben sich in der Erprobung im Zuge der Studie ein Anstieg des Interesses, sowie bessere Leistungen.
Aus dem deutschsprachigen Raum sind vor allem die Studien von Schukajlow et al. von der Universität Münster erwähnenswert. Er untersuchte mit seinen Kolleg*innen beispielsweise in [86] das Interesse, die Freude und die Selbstwirksamkeitserwartungen von 224 Schüler*innen deutscher Realschulklassen bezüglich verschiedener mathematischer Probleme. Des Weiteren konnten auch Schukajlow und Krug den positiven Effekt von Interesse und Freunde an der Leistungsfähigkeit der Schüler*innen nachweisen, siehe [85].

Dies stellt nur einen Auszug der naturwissenschaftlichen Studien zum Thema Interesse dar. Alle Untersuchungen haben gemeinsam, dass sie die Bedeutung für den schulischen Kontext hervorheben. Einige liefern auch Implikationen für den Unterricht. Dies zeigt, wie wichtig es ist, sich als Lehrperson mit aktuellen Interessentheorien und praktischen Studien auseinanderzusetzen. Eine Weiterforschung zu konkreten Unterrichtsaktivitäten und Themen ist von großem Forschungsinteresse für die einzelnen Fachdidaktiken. Gerade in Unterrichtssituationen sind Schüler*innen den meisten Lerngegenständen vorher noch nicht begegnet und stehen ihnen indifferent gegenüber. Es ist deshalb nicht nur von zentraler Bedeutung Interesse zu fördern, sondern es soll auch versucht werden, das Entstehen von Nicht-Interesse zu vermeiden, vgl. [97].

2.2 Modellierungen und Simulationen im Schulkontext

Da sich die folgende Untersuchung mit der Modellierung und Simulation von Infektionsraten im schulischen Kontext beschäftigt, sollen in diesem Kapitel mathematische Modellierung und Simulation definiert und für den Bildungsbereich diskutiert werden. In einem weiteren Kapitel wird der aktuelle Forschungsstand zur Modellierung und Simulation von Infektionsraten im Unterricht zusammengefasst.

2.2.1 Mathematische Modellierung

Ziel einer mathematischen Modellierung ist es, ein reales Problem der außermathematischen Welt vereinfacht in mathematische „Sprache“ zu übersetzen. Dadurch kann mit dem Modell gearbeitet werden. Die Ergebnisse werden anschließend wieder in der realen Welt abgebildet, um Antworten und Lösungsmöglichkeiten für das vorangegangene Problem zu finden. Wird dieser Modellierungskreislauf wiederholt durchlaufen, kann man von mathematischem Modellieren sprechen, siehe [64]. Die nachstehende Abbildung 2.3 liefert einen Überblick dieses Kreislaufes.

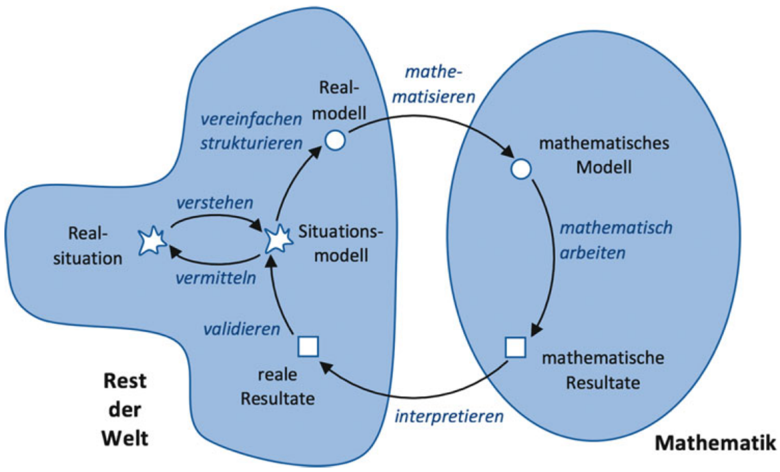


Abbildung 2.3: Modellierungskreislauf nach Blum und Leiß, siehe [9, S. 19]

Die Kompetenz, mathematisch zu modellieren, ist als eine Handlungsdimension im Lehrplan der AHS, siehe [30], verankert, was die Bedeutung für das Erreichen einer allgemeinen mathematischen Kompetenz hervorhebt. Um den Prozess des Modellierens im Unterricht zu erleichtern, können digitale Werkzeuge als Unterstützung eingesetzt werden. Dazu zählen digitale Medien wie Computer, Smartphone, Tablet oder grafikfähige Taschenrechner. Sie bieten eine Möglichkeit, um mehr Anwendungen der Modellierung in den Unterricht zu bringen. Henn beschrieb 2007 in

[36] zusätzlich, dass das Modellieren und des Weiteren auch das Simulieren, wie im nächsten Kapitel aufgearbeitet wird, mit digitalen Werkzeugen die drei Grunderfahrungen nach Winter, vgl. [99], fördern kann. Diese definiert Winter in [99, S. 35] folgendermaßen:

(1) Erscheinungen der Welt um uns, die uns alle angehen oder angehen sollen, aus Natur, Gesellschaft und Kultur, in einer spezifischen Art wahrzunehmen und zu verstehen,

(2) mathematische Gegenstände und Sachverhalte, repräsentiert in Sprache, Symbolen, Bildern und Formeln, als geistige Schöpfungen, als eine deduktiv geordnete Welt eigener Art kennenzulernen und zu begreifen,

(3) in der Auseinandersetzung mit Aufgaben Problemlösefähigkeiten (heuristische Fähigkeiten), die über die Mathematik hinausgehen, zu erwerben.

Modellierungen erlauben alle drei Grunderfahrungen im Mathematikunterricht zu verwirklichen. Der Einsatz digitaler Werkzeuge kann vor allem die dritte und die zweite Grunderfahrung durch dynamische Visualisierungen unterstützen, vgl. [32].

2.2.2 Simulationen im Mathematikunterricht

Der Einsatz von digitalen Hilfsmitteln ermöglicht es, Simulationen im Mathematikunterricht immer mehr zu fokussieren. Unter einer Simulation versteht man das „Nachbilden eines Systems mit seinen dynamischen Prozessen in einem experimentierfähigen Modell, um zu Erkenntnissen zu gelangen, die auf die Wirklichkeit übertragbar sind“, siehe [96]. Man kann Simulieren also auch als Experimentieren mit mathematischen Modellen bezeichnen. In der Regel werden naturwissenschaftliche, technische oder ökonomische Zusammenhänge modelliert und im Zuge dieses Modells mit digitalen Werkzeugen simuliert. Dadurch sollen mehr Erkenntnisse über das Modell und somit das reale Problem generiert werden. Grundsätzlich sind Simulationen nicht nur mit digitalen Werkzeugen möglich, sondern auch mit realen Modellen umsetzbar. Oft ist aufgrund der Komplexität eines Sachverhalts eine Simulation mit digitalen Werkzeugen aber die einzige Möglichkeit, das Problem zu bearbeiten, vgl. [32]. Grundsätzlich sind in der angewandten Mathematik Simulationen Teil des Modellierungskreislaufes, wodurch diese beiden Begriffe untrennbar miteinander verbunden sind. Durch die Simulation können Daten erhoben werden, die man für verschiedene Zwecke nutzen kann. Sie können beispielsweise dazu dienen, ein numerisches Modell zu testen und dieses zu optimieren. Informationsgewinnung über das Modell oder der Vergleich mit realen Daten sind ebenfalls mögliche Einsatzmöglichkeiten, vgl. [87].

Um Simulationen besser charakterisieren zu können, werden in der Literatur verschiedene Arten von Simulationen unterschieden. Man unterscheidet zwischen dynamischen und statischen Simulationen, je nachdem, ob diese zeitabhängig oder zeitunabhängig sind. Des Weiteren werden Simulationen, die zufällige Aspekte berücksichtigen, stochastische Simulationen genannt. Ein Beispiel dafür wäre die Simulation zufälliger Bewegungsmuster. Deterministische Simulationen, werden im Gegensatz dazu nicht von Wahrscheinlichkeiten bestimmt, vgl. [33]. Im Schulkontext unterscheiden Kaiser und Sriraman außerdem zwei verschiedene Perspektiven, siehe [42]. Werden Simulationen eingesetzt, um authentische Probleme zu lösen bzw. die Welt besser zu verstehen, sprechen sie von realistischem Simulieren. Man wählt hier als Vorbild Simulationen angewandter Mathematiker*innen. Diese werden als Ganzes durchgeführt und nicht nur Teilprozesse davon bearbeitet. Als zweite Perspektive nennen sie das pädagogische Simulieren, vgl. [42]. Hierbei dienen Simulationen der Einführung oder Übung mathematischer Methoden, sowie der Förderung von Lernprozessen. Aufgaben, die in diesem Kontext verwendet werden, sind nur für den Mathematikunterricht konzipiert und meist stark vereinfacht. Die Simulation an sich nimmt dann eine didaktische Funktion an und dient nicht als Werkzeug, um ein reales Problem zu lösen.

Es gibt mittlerweile schon sehr viele theoretische und empirische Erkenntnisse zum Modellieren und Simulieren im Mathematikunterricht. Dabei liegt der Fokus beispielsweise auf der Untersuchung der digitalen Werkzeuge - vor allem grafikfähiger Taschenrechner - hinsichtlich ihrer Förderlichkeit der Modellierungskompetenz, siehe zum Beispiel [24]. Zudem gibt es einige Studien, die sich mit den Auswirkungen von Simulationen auf funktionales Denken beschäftigen, vgl. [58, 25]. In einer ganz aktuellen Studie von Kasch und Dreßler in [45] wird das bildungstheoretische Potential von Simulationen beleuchtet. Sie untersuchen dabei genauer, in welchem Verhältnis Sache und Lebenswelt durch Simulationen gebracht werden. Darüber hinaus gibt es bereits verschiedene theoretische Überlegungen zu Modellierungs- und Simulationsbeispielen im Unterricht, vgl. [46, 88, 73]. Dies ist nur ein kleiner Auszug des aktuellen Forschungsstandes zum mathematischen Modellieren und Simulieren. Es soll darauf nicht detaillierter eingegangen werden, um den Fokus auf die Interessenentwicklung nicht zu verlieren.

2.2.3 Modellierung und Simulation von Infektionsraten - ein aktueller Foschungsstand

Mittlerweile gibt es mehrere Publikationen, die sich mit Modellierung und Simulation von Infektionskrankheiten in der Sekundarstufe II auseinandersetzen. Dies hängt vermutlich auch mit der Aktualität der Thematik aufgrund verschiedenster Epidemien in den letzten Jahrzehnten zusammen. Mit der Corona-Pandemie 2020 erreichte dies ihren Höhepunkt. In den letzten drei Jahren entstanden unter anderem auch einige Master- und Bachelorarbeiten zu diesem Thema, siehe zum Beispiel [91]. In Folge sollen Einblicke in einige Arbeiten geliefert werden.

Bock und Bracke zeigen in [10] beispielsweise auf, wie räumliche und zeitliche Krankheitsdynamiken im Unterricht behandelt werden können. Sie verwenden dazu zwei verschiedene Methoden, die sie abschließend auch vergleichen: Modellieren mit zellulären Automaten und das SIR-Modell. Grundlage stellen für sie Simulationen mit der Software MATLAB dar, wobei auch auf die Umsetzbarkeit mit Tabellenkalkulationsprogrammen verwiesen wird. Bock und Bracke gehen auf die beiden Modellarten detailliert ein. Für das SIR-Modell, das heute noch in aktuellen Forschungen zu Krankheitsausbreitungen eingesetzt wird, verwenden sie die Euler-Methode zur Lösung von Differentialgleichungen. Dazu muss im Unterricht vorweg Differentialrechnung genügend detailliert erarbeitet worden sein. Sie bieten auch Modellvorschläge für das Einbauen von Impfungen oder Immunisierung an. Zelluläre Automaten können im Gegensatz dazu ohne Differentialrechnung in den Unterricht eingebaut werden. Die Autoren erachten bei dieser Methode aber mehr Programmiererfahrung der Schüler*innen als notwendig. Bock und Bracke betonen, dass zelluläre Automaten im Unterricht immer nur als Werkzeug zur Simulation betrachtet werden sollten und thematisiert werden muss, dass ein Durchlauf nie der Realität entsprechen kann. Sie sehen als Nachteil bei dieser Methode, dass die Mathematik in den Hintergrund rückt, erkennen aber den Vorteil, komplexere Strukturen dadurch implementieren zu können. Bock und Bracke liefern damit detaillierte Modellvorschläge für den Unterricht, beschreiben aber nicht genau, wie diese im Unterricht umgesetzt werden könnten, oder welchen didaktischen Nutzen eine Auseinandersetzung mit der Thematik bringt, vgl. [10].

Ein konkretes Unterrichtskonzept zum Modellieren von Epidemien wurde 2022 von Bauer und Donner publiziert, siehe [6]. Hier wird ebenso wie in den meisten anderen Arbeiten zu diesem Thema mit dem SIR-Modell gearbeitet. Ein genaues Unterrichtskonzept für zwei Doppelstunden, umsetzbar ab der elften Schulstufe, wurde dabei entwickelt, um aufzuzeigen, wie man authentisches Modellieren in den Unterricht bringen kann.

Zu Agenten-basierten Modellierungen im Unterricht findet man abgesehen von Bocks Einsatz eines zellulären Automaten, siehe [10], sehr wenige Arbeiten. Bodline et al. publizierten 2020 in [11] einen Artikel, in dem sie sich für dessen Einsatz im Mathematik- und Biologieunterricht aussprechen. Agenten-basierte Modelle und Simulationen könnten einerseits ganz ohne notwendige Programmierkenntnisse zum Hypothesenprüfen oder Daten erfassen, eingesetzt werden. Andererseits könnten in Mathematik- oder Informatikkursen, wo Schüler*innen bereits Erfahrungen mit Programmieren sammeln konnten, Modelle konstruiert, simuliert und analysiert werden. Bodline et al. empfehlen biologische Anwendungen für erste Agenten-basierte Modelle im Unterricht, da hier in der Regel kaum neues Vokabular oder neue Theorien benötigt werden, um die Grundlagen zu verstehen. Neben verschiedenen Software-Tools zeigen sie Vorteile und Schwierigkeiten beim Einsatz im Mathematikunterricht auf, ohne dabei konkret ein Modell zu beschreiben. Abschließend empfehlen sie in den Lehrplänen nicht nur mathematisches Modellieren, sondern auch Agenten-basiertes Modellieren zu integrieren, da sich diese Modellart in den letzten Jahren immer mehr als praktikables und attraktives Werkzeug zum Untersuchen biologischer Systeme hervorgehoben hat, vgl. [11].

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es zahlreiche Auseinandersetzungen zum Modellieren und Simulieren von Krankheiten im Unterricht gibt. Der Autorin ist jedoch noch nicht bekannt, welche Auswirkungen das Einbauen dieser Thematik in den Mathematikunterricht auf das Interesse, die Motivation oder die Leistungsbereitschaft der Schüler*innen hat. Die vorliegende Masterarbeit stellt somit einen wichtigen Beitrag zum Schließen dieser Forschungslücke dar.

3 Forschungsfragen und Hypothesen

Im Zuge der Literaturrecherche konnte aufgezeigt werden, dass Interesse ein wesentlicher Faktor für das Lernen darstellt und deshalb in den letzten Jahrzehnten in den Forschungsmittelpunkt der Fachdidaktiken gerückt ist. Es ist somit erstrebenswert im Unterricht das Interesse am Fach Mathematik zu fördern und die Entwicklung von Nicht-Interesse zu vermeiden. Konkrete Unterrichtsmethoden, Arbeitsweisen und Themen müssen dahingehend konzipiert und evaluiert werden, wie es in dieser Forschung zur Modellierung und Simulation von Infektionsraten der Fall ist. Es ergibt sich somit folgende konkrete Forschungsfrage:

Inwiefern wirkt sich der Einsatz von Modellierungen und Simulationen zu Infektionsraten über eindimensionale zelluläre Automaten im Mathematikunterricht auf das situative bzw. individuelle Interesse der Schüler*innen aus?
Konkreter sollen folgende Fragen untersucht werden:

(F1) Inwiefern kann durch den Einsatz von Modellierungen und Simulationen zu Infektionsraten über eindimensionale zelluläre Automaten im Mathematikunterricht das Fachinteresse und die Entwicklung von Nicht-Interesse beeinflusst werden?

(F2) Inwiefern kann durch den Einsatz von Modellierungen und Simulationen zu Infektionsraten über eindimensionale zelluläre Automaten im Mathematikunterricht das Interesse der Schüler*innen an den mathematischen Tätigkeiten Modellieren und Simulieren beeinflusst werden?

(F3) Wie hoch ist das Interesse der Schüler*innen an dem konkreten Projektthema „Modellierung und Simulation von Infektionsraten“.

In Bezugnahme auf die dargestellte Forschungsgrundlage wird davon ausgegangen, dass unter Berücksichtigung interessenförderlicher Lernumgebungen im Zuge der Projektstunden Nicht-Interesse am Fach vermindert werden kann und situatives Interesse geweckt wird. Für die Entwicklung von individuellem Interesse ist der zeitliche Rahmen der Projektstunden zu eng gesetzt, weshalb hierbei nicht erwartet wird eine Veränderung festzustellen. Des Weiteren wird angenommen, dass das Interesse am Modellieren und Simulieren durch die Projektstunden steigt. Dies

wird aufgrund des Einsatzes digitaler Werkzeuge, der Fokussierung auf den forschenden Aspekt der Tätigkeit und des Realitätsbezuges vermutet. Aufgrund der Aktualität des Themas und dem persönlichen Bezug der Schüler*innen dazu, wird des Weiteren situatives Interesse am Projektthema erwartet.
Konkret sollen somit folgende Hypothesen im Zuge der Arbeit überprüft werden:

(H1) Der Einsatz von Modellierungen und Simulationen zu Infektionsraten über eindimensionale zelluläre Automaten in interessenförderlichen Lernumgebungen wirkt sich negativ auf das Nicht-Interesse und positiv auf das situative Interesse am Fach Mathematik aus.

(H2) Der Einsatz von Modellierungen und Simulationen zu Infektionsraten über eindimensionale zelluläre Automaten in interessenförderlichen Lernumgebungen wirkt sich positiv auf das situative Interesse am Modellieren und Simulieren aus.

(H3) Es kann vermehrt situatives Interesse am Projektthema festgestellt werden.

4 Modellierung und Simulation

Als Grundlage der Modellierung und Simulation von Infektionsraten als eindimensionalen zellulären Automaten dienen die Überlegungen der vorangegangenen Bachelorarbeit, weshalb an dieser Stelle für Interessierte darauf verwiesen wird, siehe [31]. In diesem Kapitel sollen die fachlichen Hintergründe zur Modellierung, wie sie in den Projektstunden erarbeitet wurde, aufgezeigt werden. Zudem wird die für die Simulation notwendige Implementierung in Microsoft Excel vorgestellt.

4.1 Random Walk als eindimensionaler zellulärer Automat

Im ersten Schritt der Modellierung wird die zufällige Bewegung der Personen als Random Walk dargestellt. Der Random Walk wird für Modelle verschiedenster Wissenschaftsbereiche eingesetzt und steht seit dem 20. Jahrhundert im Forschungsinteresse, siehe z.B. [16, 60, 43, 62]. In diesem Modell wird er als zellulärer Automat (kurz ZA) modelliert. Dabei handelt es sich um ein räumlich und zeitlich diskretes Modell aus gleichförmigen Zellen, die in diskreten Zeitschritten je nach Regelsystem ihre Zustände verändern können, siehe [29]. Es werden in der Modellierung folgende Annahmen getroffen, vgl. [31]:

- Der ZA wird eindimensional modelliert, wobei die Anzahl der Zellen mit $\Omega \in \mathbb{N}$ festgelegt wird. Um eine Indexverschiebung beim Simulieren anfänglich zu vermeiden, wird zu Beginn mit folgendem Zellgitter $\mathcal{G}$ gearbeitet:

$$\mathcal{G} = \{i \in \mathbb{N} \mid 0 \leqslant i \leqslant \Omega - 1\}.$$

- Der Zustand jeder Zelle gibt die Anzahl der Personen an, die sich derzeit darauf befinden, wobei mehr Personen gleichzeitig auf einer Zelle stehen dürfen. Die Anzahl der Personen kann auch als Dichte ρ einer Zelle bezeichnet werden.

- Personen dürfen sich innerhalb eines diskreten Zeitschrittes nach links, nach rechts, oder auch gar nicht bewegen. In einer weiteren Modellierung, die Effekte wie einen Drift und auch das Einbetten der Infektion erleichtert, werden wir ein Stehenbleiben ausschließen. Die Wahrscheinlichkeiten sich in bestimmte Richtungen zu bewegen, werden als gleich groß angenommen, das heißt es gilt $\mathcal{T}^- = \mathcal{T}^+ = \mathcal{T}^0 = \frac{1}{3}$ bzw. $\mathcal{T}^+ = \mathcal{T}^- = \frac{1}{2}$ für die Transitionsraten, die die Wahrscheinlichkeit für eine Links- $\mathcal{T}^-$, Rechtsbewegung $\mathcal{T}^+$ oder Stehenbleiben $\mathcal{T}^0$ festlegen. Für das Änderungsverhalten des Zellzustandes einer Zelle i, und somit der Positionen der Personen ergibt sich daraus folgende Differenzengleichung:

$$\rho(i,t+1) - \rho(i,t) = -\mathcal{T}^-\rho(i,t) - \mathcal{T}^+\rho(i,t) + \mathcal{T}^-\rho(i+1,t) + \mathcal{T}^+\rho(i-1,t).$$

- Die Anfangspositionen werden in späteren Simulationen zufällig festgelegt. Je nach Aufgabenstellung in den Projekteinheiten, können diese auch bewusst festgelegt werden, um bestimmte Effekte simulieren zu können.

- Der Random Walk wird mit verschiedenen Randbedingungen modelliert und simuliert. Genauer wird darauf im nächsten Unterkapitel eingegangen.

4.1.1 Randbedingungen

Je nach zu untersuchender Fragestellung eigenen sich verschiedene Randbedingungen für die Modellierung, welche die globale Entwicklung des Modells maßgeblich beeinflussen. Die zwei in der Literatur sehr häufig verwendeten Randbedingungen werden in den Projektstunden genauer erarbeitet, vgl. [29]:

- **periodische Randbedingung:** Hierbei wird das Zellgitter periodisch fortgesetzt, um Randeffekte zu vermeiden. Abbildung 4.1 veranschaulicht, dass bei dieser Randbedingung im eindimensionalen Anfangs- und Endzelle benachbart werden und somit ein Ring entsteht.

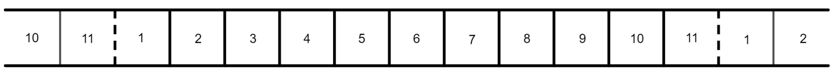


Abbildung 4.1: Periodische Randbedingung (Eigene Darstellung)

- **NoFlux-Randbedingung:** Randzonen werden hierbei umgangssprachlich als „Wände“ angesehen, es ist also kein Fluss entlang der Randzone möglich, was Abbildung 4.2 skizziert. Dadurch können Randeffekte auftreten.

Neben diesen beiden hervorgehobenen Randbedingungen wird ebenfalls ein Random Walk mit offener Randbedingung simuliert. Dabei ist eine unendliche Ausdehnung des Zellgitters zulässig. Da das gesamte Zellgitter in diesem Fall nicht visualisiert werden kann, passiert es unter anderem, dass Personen scheinbar „verschwinden“, weil sie sich nicht mehr im visualisierten Bereich befinden.

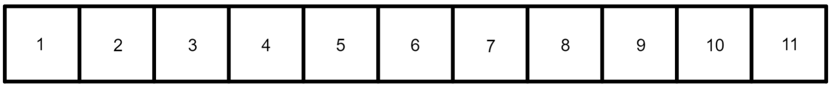


Abbildung 4.2: NoFlux-Randbedingung (Eigene Darstellung)

4.1.2 Simulation in Excel

In der vorangegangenen Bachelorarbeit wurde die Simulation mit dem Softwarepaket „Mathematica“ vom Unternehmen Wolfram Research programmiert, siehe [31]. Da diese Software aber nicht schultauglich ist, da sie unter anderem kostenpflichtig ist, wurde entschieden, die Simulation mit einem Tabellenkalkulationsprogramm wie Microsoft Excel durchzuführen. Der Vorteil ist, dass grundlegende Excel-Kenntnisse meist zumindest aus dem Informatikunterricht vorhanden sind. Einzelne Lehrpersonen verwenden es zusätzlich im Mathematikunterricht. Dadurch muss keine neue Software installiert und eingeführt werden. Des Weiteren liegt die Programmiersprache bei dieser Variante nicht im Vordergrund und es kann mehr Fokus auf den Modellierungsprozess gelegt werden.

Es werden hierfür die jeweiligen Positionen der einzelnen Personen ${x_t}^j$ ausgehend vom Zeitpunkt t folgendermaßen berechnet:

$$x_{t+1}^j = x_t^j + Z.$$

Dabei entspricht Z einer Zufallsvariable, die für $\omega \in [0;1]$ folgendermaßen definiert ist:

$$Z(\omega) = \begin{cases} -1 & \omega < 0,5 \\ 1 & \text{sonst} \end{cases}$$

Für die Umsetzung in Excel werden dafür lediglich die Funktionen *Zufallsbereich* und *Zufallszahl* benötigt. Mit ersterer kann die Anfangsposition als zufällige Zahl im festgelegten Intervall $[0; \Omega - 1]$ bestimmt werden. Die Funktion *Zufallszahl* generiert eine zufällige Zahl im Intervall $[0; 1]$. Diese Zahl wird dazu verwendet, die Zufallsvariable Z zu bestimmen. Zusätzlich muss noch die jeweilige Randbedingung bei der Berechnung der Positionen berücksichtigt werden. Eine periodische Randbedingung kann mit der Modulo-Operation erreicht werden, eine NoFlux-Randbedingung mit der Ergänzung einer Wenn-Bedingung. Der nachstehende Pseudocode fasst den Algorithmus für das Generieren der zufälligen Bewegung zusammen.

Algorithm 1 Random Walk

for $agent = 1, 2, \dots, n$ **do**
    Ermittle zufällige Startposition.
end for
for $t = 1, 2, \dots$ **do**
    for $agent = 1, 2, \dots, n$ **do**
        Bestimme Zufallsvariable Z.
        Berechne neue Position $x_{t+1} = x_t + Z$
        Berücksichtige jeweilige Randbedingung.
    end for
end for

Mit Hilfe der *Zählenwenn*-Funktion und bedingter Formatierung kann der Random Walk als ZA visualisiert werden. Abbildung 4.3 zeigt zur besseren Nachvollziehbarkeit die Darstellung auf Excel, wie sie in den Projektstunden eingesetzt wurde, für eine eindimensionale Simulation mit periodischer Randbedingung und einem Zellgitter der Größe $\Omega = 30$.

29	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	0
																t= 1															
0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
																t= 2															
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
																t= 3															
0	0	1	2	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
																t= 4															
0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
																t= 5															
0	0	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
																t= 6															
0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
																t= 7															
1	0	1	1	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
																t= 8															
0	2	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
																t= 9															
0	0	2	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Abbildung 4.3: Simulation eindimensionaler Random Walk mit periodischer Randbedingung und $\Omega = 30$ (Eigene Darstellung)

4.1.3 Drift

In der bisherigen Modellierung ist es gleich wahrscheinlich, dass sich eine Person nach links oder rechts bewegt. In bestimmten Kontexten kann es aber von Interesse sein, eine Tendenz zur Bewegung in eine bestimmte Richtung festzulegen. Zum Beispiel, wenn man annimmt, dass sich Personen entlang eines Weges bewegen.

Das Modellieren dieses Effekts, dem sogenannten Drift, kann durch eine entsprechende Definition der Zufallsvariable Z erreicht werden. Demnach sei

$$Z(\omega) = \begin{cases} -1 & \omega < v \\ 1 & \text{sonst} \end{cases},$$

wobei durch den Parameter v die Wahrscheinlichkeit für eine Linksbewegung festgelegt wird. Es gilt somit $\mathcal{T}^{-} = v$ und $\mathcal{T}^{+} = 1 - v$.

4.2 Infektionen

Im nächsten Schritt wird eine fiktive Infektionskrankheit in das Modell des Random Walks eingebaut. Einfachheitshalber wird eine Genesung dafür vernachlässigt. Dazu werden die Zellzustände um eine Dimension erweitert. Das heißt, es wird in einer Zeile weiterhin visualisiert, wie viele Personen insgesamt auf einer Zelle stehen. Zusätzlich wird in einer zweiten Zeile angegeben, wie viele kranke Personen $k(i,t)$ sich auf dem Feld i zum Zeitpunkt t befinden.

Neben der Bewegung der Personen, die analog zum vorangegangenen Kapitel modelliert und simuliert wird, muss das Änderungsverhalten der Infizierten untersucht werden, das heißt, das Infektionsgeschehen muss modelliert werden. Dazu wird eine Infektionswahrscheinlichkeit $\mathcal{T}_I(i,t)$, die orts- und zeitabhängig ist, ermittelt. Sie ist abhängig von der Zahl der Kranken auf einer Position. Um das Modell für den Schulkontext zu vereinfachen, nehmen wir hier an, dass sich eine Person nur von Kranken, die auf derselben Position wie die Person selbst stehen, anstecken kann. Im Vergleich konnten sich bei der Modellierung der Bachelorarbeit Personen auch von Infizierten auf ihrer linken und rechten Nachbarzelle anstecken. Es ergibt sich dadurch folgende Gleichung für die Infektionswahrscheinlichkeit:

$$\mathcal{T}_I(i,t) = \alpha\, k(i,t).$$

Dabei ist $\alpha \in [0;1]$ ein Parameter, der festlegt, wie ansteckend die Krankheit angenommen wird. Der Term $k(i,t)$ kann in diesem Zusammenhang auch als ein Potential, sich an dieser Position anzustecken, bezeichnet werden. Befinden sich keine Kranken auf einer Zelle, gibt es nach diesem Modell auch keine Möglichkeit sich an dieser Position zu infizieren. Der Begriff des Potentials kann unter anderem auch für das Modellieren von Social Distancing Maßnahmen, wie es im nächsten Kapitel vorgestellt wird, genutzt werden.

Ist eine Person zum Zeitpunkt t bereits krank, ändert sich nichts an ihrem Zustand. Ob sich eine gesunde Person ansteckt, entscheiden die Ansteckungswahrscheinlichkeit $\mathcal{T}_I(i,t)$ an ihrem Ort und die Zufallsvariable I. Die Zufallsvariable ist in diesem Fall folgendermaßen definiert:

$$I(\omega) = \begin{cases} 1 & \omega < \mathcal{T}_I(i,t) \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

Nimmt die Zufallsvariable den Wert 1 an, entspricht dies einer Ansteckung der Person. Wenn $I(\omega) = 0$ gilt, bleibt die Person gesund.

4.2.1 Simulation in Excel

Zu Beginn muss festgelegt werden, welche Personen bereits infiziert sind. Dies kann je nach Fragestellung unterschiedlich gewählt werden. Für die Zufallsvariable I können analog zur Simulation des Random Walks Zufallszahlen zwischen 0 und 1 generiert werden. Im Zuge einer Wenn-Bedingung, die ausschließt, dass eine Person bereits krank ist, kann die Zufallszahl mit der Ansteckungswahrscheinlichkeit verglichen werden, um zu entscheiden, ob sich eine Person ansteckt oder nicht. Da zur Berechnung der Ansteckungswahrscheinlichkeit die Anzahl der Kranken $k(i,t)$ benötigt wird, kann die *Index*-Funktion eingesetzt werden, die eben jene Information aus dem ZA ausgibt. Ansonsten braucht es keine weiteren Excel-Funktionen.

Der Pseudocode auf der nächsten Seite fasst den Algorithmus des Random Walks mit Infektion zusammen. Zudem zeigt Abbildung 4.4 beispielhaft, wie die Simulation für die Projektstunden vorbereitet wurde. Ganz bewusst wurde dabei das Farbschema, des als Motivation gewählten Artikels zur Simulation von Infektionszahlen aus der Washington Post gewählt, vgl. [89].

4.3 Social Distancing

Neben der Beobachtung des Infektionsgeschehens bei zufälligen Bewegungen soll auch modelliert werden, wie sich die Krankheit ausbreitet, wenn Social Distancing Maßnahmen eingehalten werden. Dabei gehen Personen einander mit höherer Wahrscheinlichkeit aus dem Weg. Um dies zu erreichen, müssen die Transitionsraten für Links- und Rechtsbewegungen $\mathcal{T}^-(i,t)$ und $\mathcal{T}^+(i,t)$ abhängig von der jeweiligen Position i und dem Zeitpunkt t berechnet werden, genauer abhängig von der Anzahl der Personen auf den Nachbarfeldern. In der vorangegangenen Bachelorarbeit werden die theoretischen Hintergründe zur Berechnung dieser Wahrscheinlichkeiten, angelehnt an die verwendeten Methoden in aktuellen Fußgängerdynamiken

Algorithm 2 Random Walk mit Infektion

---

for $agent = 1, 2, \ldots, n$ **do**
    Ermittle zufällige Startposition.
    Bestimme anfänglich Infizierte.
end for
for $t = 1, 2, \ldots$ **do**
    for $agent = 1, 2, \ldots, n$ **do**
        Bestimme Zufallsvariablen Z und I.
        Berechne neue Position $x_{t+1} = x_t + Z$.
        Berücksichtige jeweilige Randbedingung.
        Berechne Infektionswahrscheinlichkeit $\mathcal{T}_I(i,t) = \alpha\, k(i,t)$.
        Bestimme das Ansteckungsverhalten.
    end for
end for

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	**Omega** 11						**Ansteckungs-WK**	0,8
2							**Drift**	0,5
3		**Eigenschaft der**						
4		**Personen**	**Zeit**					
5		Position x^i	1	1	3	5	7	9
6		Infizierte I		1	0	0	0	0
7		Position Infizierte		1	0	0	0	0
8		ZV x^i		0,6	0,3	0,7	0,1	0,5
9		ZV I		1,0	0,1	0,8	0,3	0,1
10		Position x^i	2	2	2	6	6	8
11		Infizierte I		1	0	0	0	0
12		Position Infizierte		2	0	0	0	0
13		ZV x^i		0,8	0,4	0,8	0,9	0,9
14		ZV I		1,0	0,9	0,6	0,9	0,6
15		Position x^i	3	3	1	7	7	9
16		Infizierte I		1	0	0	0	0
17		Position Infizierte		3	0	0	0	0
18		ZV x^i		0,2	0,7	0,0	0,8	0,5
19		ZV I		0,5	0,8	0,3	0,6	0,7
20		Position x^i	4	2	2	6	8	10
21		Infizierte I		1	0	0	0	0

	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1																	
2																	
3						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
4											**t=1**						
5						1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	
6						1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7																	
8																	
9											**t=2**						
10						0	2	0	0	0	2	0	1	0	0	0	
11						0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12																	
13																	
14											**t=3**						
15						1	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	
16						0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
17																	
18																	
19											**t=4**						
20						0	2	0	0	0	1	0	1	0	1	0	
21						0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Abbildung 4.4: Simulation Random Walk mit Infektion (Eigene Darstellung)

detailliert vorgestellt, siehe [31]. Daher wird an dieser Stelle für Interessierte auf die Arbeit verwiesen. Die für die vorliegende Untersuchung relevanten Vereinfachungen und Adaptionen für eine Simulation in Excel im Schulkontext sollen in Folge vorgestellt werden.

Bei der Simulation in Excel werden weiterhin die jeweiligen Positionen der einzelnen Personen x_t^j ausgehend vom Zeitpunkt t folgendermaßen berechnet:

$$x_{t+1}^j = x_t^j + Z.$$

Die Zufallsvariable Z muss jetzt aber abhängig von der Anzahl der Personen der linken Nachbarzelle $\rho(i-1,t)$ und der rechten Nachbarzelle $\rho(i+1,t)$ bestimmt werden. Es werden dafür folgende zwei Fälle betrachtet:

1. Fall - keine Personen auf Nachbarfeldern

Gilt zu einem Zeitpunkt t folgende Gleichung $\rho(i-1,t)+\rho(i+1,t)=0$, das heißt es befinden sich keine Personen in der Nachbarschaft der Zelle i, gilt analog zum Modell des Random Walks $\mathcal{T}^-(i,t) = \mathcal{T}^+(i,t) = \frac{1}{2}$. Eine Links- und Rechtsbewegung wird somit gleich wahrscheinlich angenommen und die Zufallsvariable Z wird analog wie im Kapitel 4.1.2 folgendermaßen definiert:

$$Z(\omega) = \begin{cases} -1 & \omega < 0,5 \\ 1 & \text{sonst} \end{cases}$$

2. Fall - Personen auf Nachbarfeldern

Befindet sich mindestens eine Person auf der linken oder rechten Nachbarzelle und gilt somit folgende Ungleichung $\rho(i-1,t)+\rho(i+1,t)>0$, soll die Wahrscheinlichkeit für eine Links- und Rechtsbewegung für jeden Ort i zum Zeitpunkt t abhängig von der Anzahl der Personen auf den Nachbarfeldern berechnet werden. Genauer ergibt sich

$$\mathcal{T}^-(i,t) = \frac{\rho(i+1,t)}{\rho(i-1,t)+\rho(i+1,t)}$$

für die Berechnung der Wahrscheinlichkeit für eine Linksbewegung ausgehend vom Ort i zum Zeitpunkt t. Diese gewichtete Wahrscheinlichkeit geht ursprünglich auf Zermelo zurück, vgl. [100]. Die Transitionsrate für eine Rechtsbewegung kann mithilfe der entsprechenden Gegenwahrscheinlichkeit $\mathcal{T}^+(i,t) = 1-\mathcal{T}^-(i,t)$ berechnet werden. Abhängig von diesen Wahrscheinlichkeiten wird die Zufallsvariable Z folgendermaßen definiert:

$$Z(\omega) = \begin{cases} -1 & \omega < \mathcal{T}^-(i,t)) \\ 1 & \text{sonst} \end{cases}$$

Für die Umsetzung in Excel genügt ein geübter Umgang mit *Wenn*-Funktionen, sowie die *Index*-Funktion für die Ausgabe von $\rho(i-1,t)$ und $\rho(i+1,t)$. Zudem muss die jeweils gewählte Randbedingung berücksichtigt werden. Abbildung 4.5 zeigt eine beispielhafte Simulation mit Social Distancing Maßnahmen, in der beobachtet werden kann, wie sich die anfangs nah beieinander befindlichen Personen mit der Zeit auseinander bewegen.

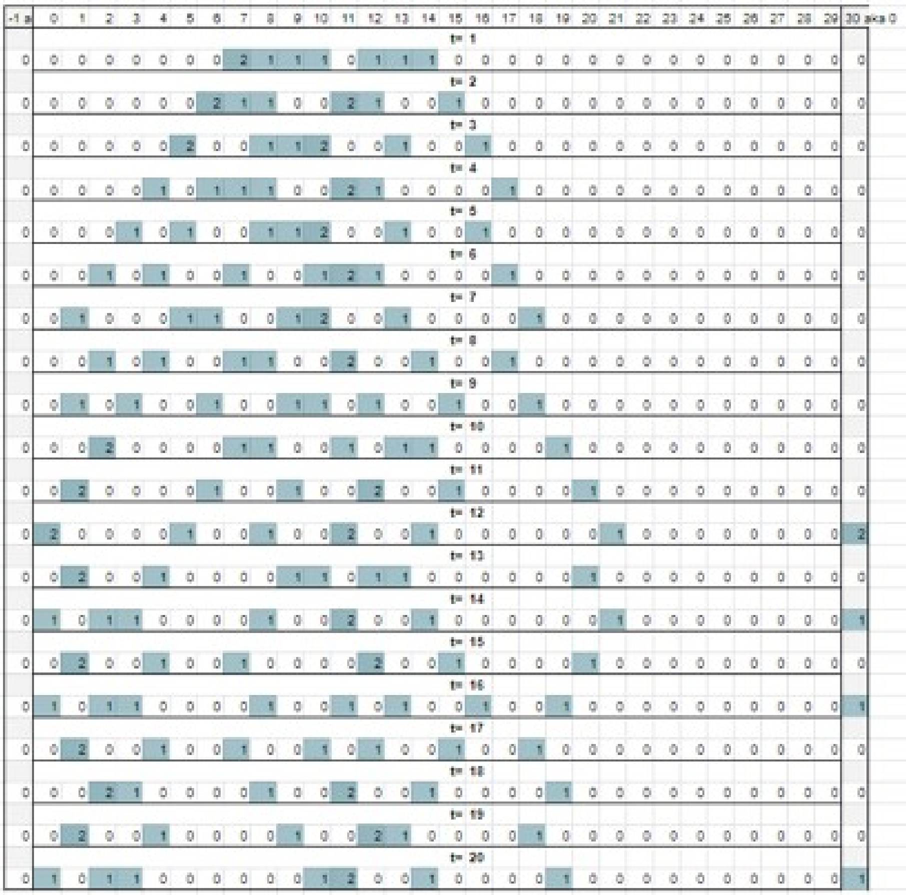


Abbildung 4.5: Simulation Walk mit Social Distancing (Eigene Darstellung)

Das Bewegungsverhalten nach Social Distancing Maßnahmen wurde abschließend mit einer Infektionskrankheit simuliert. Im Vergleich zur Modellierung in der Bachelorarbeit gibt es hier keine Möglichkeit, die Bereitschaft sich an Maßnahmen zu halten zu berücksichtigen. Dies wurde in die Modellierung der Bachelorarbeit sehr wohl eingearbeitet. Die Vereinfachungen wurden bewusst getroffen, um einerseits eine einfache Umsetzung auf Excel zu ermöglichen und andererseits auf Schulniveau zu arbeiten. Eine Überforderung der Schüler*innen sollte aufgrund der daraus entstehenden negativen Auswirkungen auf das Interesse im besten Fall vermieden werden.

4.4 Ausblick: Diffusion der Aerosole und Zombieapokalypse

Um realistischer simulieren zu können, wie viele Menschen sich in Innenräumen infizieren und welche Auswirkungen bestimmte Maßnahmen haben, muss die Ausbreitung von Aerosolen im Raum ebenfalls berücksichtigt werden. Es handelt sich dabei um Partikel in Gasen, die beispielsweise beim Ausatmen der Luft von Menschen an ihre Umgebung abgegeben werden können. Sind Personen infiziert, können Aerosole entstehen, die den bestimmten Krankheitserreger enthalten. Diese Erreger können je nach Größe unterschiedlich lange in der Luft verbleiben und durch Strömungen verteilt werden, vgl. [90]. Die genauen Prozesse, wie die Aerosole gebildet werden, sich im Raum ausbreiten und sich verändern, sind deshalb im besonderen Interesse für Simulationen zu Infektionsraten, siehe zum Beispiel [67]. Als Ausblick für eine weiterführende Auseinandersetzung mit Aerosolen wurde mit vereinfachten Annahmen die Aerosolausbreitung im Raum, ausgehend von einer sich nicht bewegenden, infizierten Person simuliert. Die folgende Abbildung 4.6 zeigt die Ergebnisse eines Simulationsdurchlaufs.

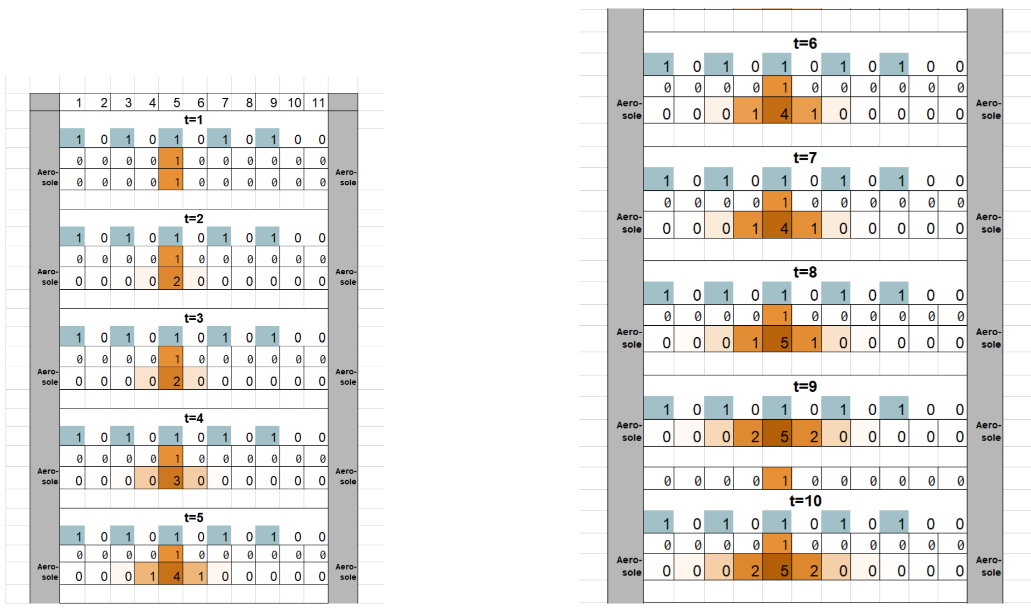


Abbildung 4.6: Simulation Aerosolausbreitung im Raum (Eigene Darstellung)

Zudem wurde angelehnt an die Modellierung der Social Distancing Maßnahmen aus dem Modell einer Infektionskrankheit eine Zombieapokalypse nachgestellt. Infizierte entsprechen hierbei Zombies, die sich mit größerer Wahrscheinlichkeit zu gesunden Menschen bewegen, während diese vor den Zombies flüchten und somit den bereits vorgestellten Social Distancing Maßnahmen folgen. Das Simulieren der Verfolgung gesunder Personen, was in dieser Arbeit als Social Affection bezeichnet wurde, kann analog zu Social Distancing mit der angepassten Transitionsrate

$$\mathcal{T}^{-}(i,t) = \frac{\rho(i-1,t)}{\rho(i-1,t)+\rho(i+1,t)}$$

durchgeführt werden. Abbildung 4.7 zeigt die Simulation, wobei in Orange Zombies gekennzeichnet werden.

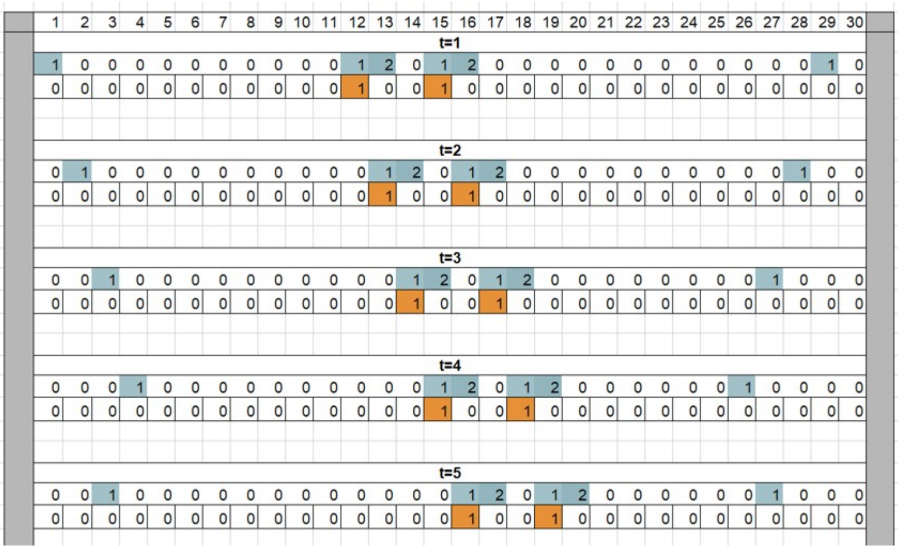


Abbildung 4.7: Simulation Zombieapokalypse: orange - Zombies, blau - Gesamtpersonenanzahl (Eigene Darstellung)

Die Zombieapokalypse als Ausblick hat zwar grundsätzlich keinen Alltagsbezug, wurde aber als abschließender *catch* ganz bewusst gewählt, um das Interesse der Schüler*innen zu wecken und aufzuzeigen, welche vielfältigen weiterführenden Möglichkeiten die gezeigte Modellierung und Simulation liefert.

5 Methodisches Vorgehen

Im folgenden Kapitel soll das methodische Vorgehen des Forschungsprozesses vorgestellt werden. Dazu werden einleitend die Rahmenbedingungen der Projektstunden und der Datenerhebung vorgestellt. In einem zweiten Kapitel wird das Projekt detailliert ausgearbeitet. Neben dem konkreten Unterrichtskonzept werden didaktische Überlegungen und alle verwendeten Materialien dargelegt. Abschließend wird das Testinstrument - der Fragebogen - vorgestellt und diskutiert. Insgesamt sollen somit in diesem Kapitel der Ablauf der Projektstunden und die Methoden der Datengewinnung nachvollziehbar aufgearbeitet werden.

5.1 Rahmenbedingungen

5.1.1 Vorgehensweise und Konzept

Ziel war es im Zuge der Aktionsforschung in verschiedenen Schulklassen in Form von Projektstunden die vorgestellte Modellierung und Simulation von Infektionsraten zu erarbeiten. Die Inhalte sollten dafür in ein interessenförderliches Unterrichtskonzept eingebettet werden, um überprüfen zu können, wie sich die Auseinandersetzung mit diesen Inhalten, aber auch die eingesetzten Arbeitsweisen auf das Interesse der Schüler*innen auswirken. Um eine Antwort auf die Forschungsfragen zu finden, wurden die Projektstunden durch eine Interessenbefragung, in Form einer Fragebogenerhebung, begleitet. Diese wurde zu Beginn und zum Abschluss des Projektes durchgeführt, das sich in jeder Klasse über mindestens zwei Wochen erstreckt hat. Dies ermöglichte, die Interessenentwicklung im Zeitraum des Projektes festzustellen. Neben der quantitativen Auswertung der Fragebögen, sollte auch das Unterrichtskonzept kritisch hinterfragt werden, indem einerseits von Schüler*innen bearbeitete Aufgabenstellungen ausgewertet und Beobachtungen der Projektstunden berücksichtigt wurden. Die Erhebung und Auswertung wurde nur in jenen Klassen durchgeführt, in denen auch die Projektstunden gehalten wurden. Kontrollgruppen wurden im Zuge dieser Masterarbeit ausgespart, da sie einerseits organisatorisch schwer umsetzbar gewesen wären und andererseits den Rahmen der Arbeit gesprengt hätten. In weiterführenden Arbeiten sollte über eine mögliche Ergänzung der Kontrollgruppen nachgedacht werden.

Die Ergebnisse und daraus resultierenden Schlussfolgerungen der durchgeführten Erhebung werden in Kapitel 6 zusammengefasst. Anzumerken ist an dieser Stelle, dass in allen Schulen das Einverständnis der Direktor*innen, sowie der Erziehungsberechtigten für die Befragung eingeholt wurde. Zudem wurde für die Durchführung des Projektes ein Antrag an die Bildungsdirektionen für Niederösterreich und Oberösterreich gestellt und genehmigt.

5.1.2 Stichprobe

Die Projektstunden wurden in fünf verschiedenen Klassen unterschiedlicher Schulen im Mai und Juni 2023 durchgeführt. Es handelte sich dabei um allgemeinbildende höhere Schulen, sowie eine berufsbildende höhere Schule in den Bundesländern Wien, Niederösterreich und Oberösterreich. Insgesamt nahmen beim ersten Termin 83 Schüler*innen teil, wobei davon 40 die zehnte Schulstufe und 43 die elfte Schulstufe besuchten. Zudem nahmen nach Angabe in der Fragebogenerhebung 36 Schüler und 43 Schülerinnen teil. Dreimal wurde keine Angabe zum Geschlecht gemacht und eine non-binäre Geschlechtsidentifikation wurde angegeben. Beim zweiten Termin nahmen 37 Schüler und 39 Schülerinnen teil. Ergänzt man vier Nichtangaben des Geschlechts, erhält man eine Gesamtteilnehmerzahl von 80 Schüler*innen. Bei beiden Terminen sicher anwesend aufgrund zugeordneter Fragebögen waren 52 Schüler*innen.

Die Projektstunden wurden immer im Zuge des Mathematikunterrichts durchgeführt. Die Klassen unterschieden sich unter anderem durch ihr Vorwissen in der Arbeit mit Excel. Während manche Lehrpersonen angaben, auch im Mathematikunterricht mit Excel zu arbeiten, haben andere Klassen laut Aussagen der Schüler*innen in den Projektstunden das letzte Mal in der Unterstufe im Informatikunterricht Excel verwendet. Eine genaue Auswertung dazu wird im Kapitel 6 angeführt.

5.2 Projektbeschreibung

Das Projekt wurde für zwei Doppelstunden, also insgesamt 100 Minuten Arbeitszeit, inklusive der Befragung, konzipiert. In diesem Umfang konnte es auch dankenswerterweise in allen Klassen durchgeführt werden. Zwischen den beiden Doppelstunden sollten mindestens zwei Wochen liegen, um die Interessenentwicklung besser beobachten zu können. Im nächsten Unterkapitel wird eine didaktische Analyse und ein Bezug zum Lehrplan vorgestellt, bevor die konkrete Unterrichtsmatrix mit einer genauen Beschreibung des Unterrichtsablaufes und der Materialien angeführt wird.

5.2.1 Didaktisch-methodische Analyse

5.2.1.1 Sachanalyse

Das Thema der Unterrichtseinheiten ist, wie bereits mehrfach erwähnt, die Modellierung und Simulation von Infektionsraten über eindimensionale zelluläre Automaten. Die fachlichen Hintergründe wurden im Kapitel 4 ausführlich aufgearbeitet und es soll an dieser Stelle bloß darauf verwiesen werden. Im Fokus des Projektes soll vor allem der Forschungs- bzw. Modellierungsprozess als Ganzes stehen. Des Weiteren bietet das Thema eine fachliche Verknüpfung zu rekursiven Folgen, sowie Zufallsprozessen und Zufallsvariablen an.

5.2.1.2 Lehrplanbezug

Das Thema kann mehrfach im Lehrplan der allgemeinbildenden höheren Schulen verortet werden. Konkret eignet sich das Projekt in der sechsten Klasse (zehnte Schulstufe) unter folgendem Lehrplanbezug:

- Zahlenfolgen als auf $\mathbb{N}$ bzw. $\mathbb{N}*$ definierte reelle Funktionen kennen (insbesondere arithmetische Folgen als lineare Funktionen und geometrische Folgen als Exponentialfunktionen); sie durch explizite und rekursive Bildungsgesetze darstellen und in außermathematischen Bereichen anwenden können.
- Die Begriffe Zufallsversuch, Ereignis und Wahrscheinlichkeit kennen, siehe [30].

Ebenso eignet sich das Thema in der siebten Klasse (elfte Schulstufe) zur vertiefenden Erarbeitung der diskreten Wahrscheinlichkeitsverteilungen:

- Die Begriffe „diskrete Zufallsvariable“ und „diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilung“ kennen, siehe [30].

Auch in der achten Klasse (zwölfte Schulstufe) würde sich das Thema gut eignen, um Differenzengleichungen bzw. Grundlagen der Systemdynamiken, vgl. [30], in einen anwendungsbezogenen Kontext zu stellen. Da die Schulbesuche aber im Sommersemester durchgeführt wurden, kamen achte Klassen aufgrund der bevorstehenden Zentralmatura nicht mehr in Frage.

Neben der konkreten Verortung in den einzelnen Kompetenzmodulen bietet das Projekt einen wichtigen Beitrag zu den Bildungsbereichen, da die Bedeutung von Mathematik für die Gesellschaft und die Möglichkeit Probleme damit zu lösen, aufgezeigt wird. Des Weiteren wird beim Modellieren und Simulieren der Bildungsbereich Kreativität und Gestaltung in den Fokus gerückt. Zudem wird der didaktische

Grundsatz „Lernen mit technologischer Unterstützung“ sinnvoll durch die Simulation mit Excel umgesetzt und darstellend-modellierendes Arbeiten, welches laut Lehrplan gefördert werden soll, vgl.[30], in den Unterrichtsmittelpunkt gerückt.

5.2.1.3 Vorkenntnisse und Vorerfahrungen

Da mit so vielen verschiedenen Schüler*innen zusammengearbeitet wird, deren Vorkenntnisse nur anhand vereinzelter Aussagen der Lehrpersonen abzuschätzen sind, sollte die Planung so konzipiert werden, dass möglichst wenig fachliche Vorkenntnisse zwingend erforderlich sind. Von Vorteil ist aber auf jeden Fall, wenn im Unterricht bereits Folgen erarbeitet wurden und rekursives Denken nichts Neues ist. Zudem wird von grundlegenden Excel-Kenntnissen ausgegangen, wobei die große Streuung der Vorerfahrungen mit dem Tabellenkalkulation in der Planung berücksichtigt wurde.

5.2.1.4 Ziele und Kompetenzen

Das übergeordnete Ziel der Projektstunden ist es Einblicke in die Arbeit angewandter Mathematiker*innen zu liefern und einen vollständigen Forschung- bzw. Modellierungszyklus näherzubringen und dadurch das Interesse der Schüler*innen zu wecken. Folgende Fachkompetenzen sollen dabei im besten Fall erreicht werden.

Schüler*innen sollen ...

- ... Modellierungsprozesse am Beispiel der Infektionszahlen beschreiben können.
- ... den Random Walk und seine Bedeutung beschreiben können.
- ... zelluläre Automaten als Modellart kennen.
- ... verschiedene Randbedingungen nennen können.
- ... im Team mit Excel selbstständig einfache Simulationen durchführen.
- ... Fragestellungen mithilfe der Simulation beantworten.
- ... die Chancen und Grenzen eines mathematischen Modells und einer Simulation reflektieren können.

Zusätzlich sollen durch die Simulation mit Excel wichtige digitale Kompetenzen gefördert werden. Die Projektstunden sollen außerdem Raum zum Lernen und Trainieren von Problemlösungsstrategien bieten und die Kreativität der Schüler*innen fördern.

Wichtige Sozialkompetenzen, wie das gemeinsame Problemlösen in der Gruppe, das Übernehmen von Aufgaben und Rollen, Selbstvertrauen und Vertrauen in andere, sowie die Reflexion der eigenen Fähigkeiten sollen durch entsprechende Aufgabenstellungen und Sozialformen gefördert werden. Deshalb wird ein Schwerpunkt auf Gruppenarbeiten liegen, wobei im Zuge der Interessenförderlichkeit Schüler*innen immer wieder Freiraum haben sollen, selbst die Sozialform bzw. die Gruppenmitglieder zu bestimmen.

5.2.1.5 Didaktische Überlegungen mit Bezug zur Interessentheorie

Ziel ist es, die Projektstunden interessenförderlich zu gestalten. Daher wurde bereits bei der Konzeption und Planung die zugrundeliegende Theorie, wie sie im einführenden Kapitel 2 vorgestellt wurde, berücksichtigt.

Um im besten Fall situatives Interesse auszulösen, soll eine anregende und besondere Lernumgebung gestaltet werden, vgl. [52]. Da der Unterricht durch den Schulbesuch von universitärer Seite grundsätzlich vom Regelunterricht stark abweicht, ist dafür von vorneherein Potential vorhanden. Um möglichst viele Momente zu erzeugen, in denen situatives Interesse ausgelöst wird, werden folgende Aspekte im Unterricht eingebaut:

- ein direkter Einstieg durch die interaktive Simulation aus dem Washington Post Artikel, siehe [89], und ein klar kommuniziertes Ziel der Projektstunden
- Abweichen vom frontalen Mathematikunterricht und aufzeigen, dass Mathematik mehr ist als Rechnen
- Einblicke in die Tätigkeit angewandter Mathematiker*innen liefern und die Schüler*innen selbst einen Forschungszyklus durchlaufen lassen
- durch vielfältige Aufgabenstellungen verschiedene Persönlichkeitstypen nach RIASEC+N ansprechen, vgl. Kapitel 2.1.1.4
- die Bedeutung des Themas für das persönliche Leben aufzeigen
- bestmöglich auf das Niveau und die jeweiligen Bedürfnisse der Klasse eingehen, um negative Erlebnisqualitäten zu vermeiden
- die drei Grundbedürfnisse nach Ryan und Deci erfüllen, vgl. Kapitel 2.1.2.1
- Angebot von zusätzlichen Materialien, um eine freiwillige weiterführende Auseinandersetzung mit dem Thema zu erleichtern
- humorvoller Abschluss, um das Projekt in Erinnerung zu behalten

Der Unterricht soll stark von einem Mathematikunterricht, indem hauptsächlich gerechnet und an der Tafel gearbeitet wird, abweichen und neben Input Phasen der Vortragenden auch viele freie Arbeitsphasen der Schüler*innen aufweisen. Methodenvielfalt ermöglicht auf fast alle sieben Persönlichkeitstypen nach RIASEC+N, vgl. Kapitel 2.1.1.4, einzugehen. Nicht nur forschende Typen sollen angesprochen werden, sondern auch künstlerische Persönlichkeiten sollen die Möglichkeit erhalten, sich kreativ und innovativ einzubringen. Zudem wird praktisch gearbeitet, was realistische Personen ansprechen könnte. In gesteuerten Gruppenarbeitsphasen, in denen einzelne Schüler*innen zu Expert*innen werden und in einem Austauschprozess das jeweilige Expertenwissen zur Lösung des Problems einbringen müssen, wird unter anderem *networking* in den Fokus gerückt. Soziale Typen, können andere Schüler*innen unterstützen und unternehmerische Persönlichkeiten können Gruppenmanagementaufgaben übernehmen. Somit soll gewährleistet werden, dass die verschiedenen Stärken und Persönlichkeiten der Schüler*innen optimal genutzt werden, was wiederum im besten Fall zu Selbstwirksamkeitserfahrungen führen kann, vgl. [20].

Neben Selbstwirksamkeitserfahrungen wird den Schüler*innen die Möglichkeit gegeben autonom, sozial eingebunden und mit Kompetenzerleben zu lernen, um die drei Grundbedürfnisse der Motivation, vgl. [19], bestmöglich zu erfüllen. Um Autonomie zu gewährleisten, werden den Schüler*innen immer wieder Freiheiten bei der Bearbeitung von Aufgaben gegeben, wobei immer ausreichend Hilfestellungen angeboten werden. Die Arbeitsphasen sind in Kleingruppen geplant, wobei darauf Wert gelegt wird, dass sich die Schüler*innen in den Gruppen wohlfühlen und respektvoll zusammenarbeiten. Hat man beim Programmieren einer Simulation ein Ziel vor Augen und erreicht dieses, kann dies zu Stolz und Kompetenzerleben führen. Zudem ist aufgrund der Expert*innenrollen jede Person für den Erfolg der Gruppenarbeit mitverantwortlich und identifiziert sich damit. In Kombination mit der Unterstützung der Vortragenden können sich die Schüler*innen dadurch selbstwirksam und kompetent erleben, unabhängig von ihren bisherigen Kompetenzen und Leistungen im Fach Mathematik. Das Erfüllen der drei Grundbedürfnisse und ein respektvoller und wertschätzender Umgang mit den Schüler*innen soll zu positiven Erlebnisqualitäten führen, wodurch aus *catch*-Momenten eine aufrechterhaltene *hold*-Komponente werden kann, vgl. Kapitel 2.1.2.2. Dazu tragen ebenfalls die zur Verfügung gestellten Materialien bei, die leicht und schnell verfügbar von den Schüler*innen in der Zeit zwischen den beiden Doppelstunden und danach genutzt werden können.

Um die Vielseitigkeit der Modellierung aufzuzeigen, wird die Zombieapokalypse in Ausblick gestellt, wobei die Vortragenden auf Fotos zu Zombies gemacht wurden.

Dieser bewusst gesetzte, amüsante Moment, der aufgrund von Videospielen und Filmen bei einigen Schüler*innen möglicherweise einen starken Bezug zu ihrer Lebenswelt darstellt, soll dafür sorgen, dass das Projekt positiv in Erinnerung bleibt und sich Schüler*innen eventuell auch danach noch mit der Thematik befassen möchten.

5.2.2 Konkreter Unterrichtsverlauf

Auf den nächsten Seiten wird in einer Unterrichtsmatrix übersichtlich der konkrete Ablauf der zwei Doppelstunden dargestellt. Darin sind neben den geplanten Lernschritten Anmerkungen zu den bereits beschriebenen didaktischen Überlegungen festgehalten. In der ersten Doppelstunde wurde das Modellieren und Simulieren eines Random Walk in den Fokus gesetzt, während in der zweiten Doppelstunde eine Infektion und weitere Effekte eingebaut wurden, um Antworten auf individuelle Fragestellungen zu finden. Details sind in der Unterrichtsmatrix nachzulesen, welche als roter Faden für die Projektstunden genutzt wurden. Der Stundenablauf sollte dabei aber immer noch flexibel gehalten werden, indem sich für Fragen oder Anregungen der Schüler*innen Zeit genommen und eventuell Inhalte dadurch in veränderter Reihenfolge oder Gewichtung erarbeitet wurden. Eine passive Rolle der Schüler*innen war nicht erstrebenswert.

Eine wichtige Voraussetzung für das Gelingen der Projektstunden war die technische Ausstattung im Klassenzimmer. Neben einem Beamer für die Vortragende benötigten die Schüler*innen zumindest in dreier Gruppen, besser aber jeder für sich, einen Laptop oder Computer, um sinnvoll auf Excel arbeiten zu können. Die Stunden wurden selbst gehalten, wobei bei fast allen Terminen Michael Fischer von der Universität Graz das Projekt begleitet hat. Er unterstützte bei Gruppenarbeitsphasen und hielt Beobachtungen für eine subjektive Einschätzung der Projektstunden fest.

Unterrichtsmatrix - 1. Doppelstunde:

Zeit	Geplante Lernschritte	Sozialform	Medien/Material	Didaktische Überlegungen
15`	Begrüßung und Vorstellung, Technisches Fragebogenerhebung 1	Bearbeitung in Einzelarbeit	Folien 1-2, Handys für online-Fragebogen	
5`	• Washington Post Artikel vorstellen • gemeinsam Simulation ansehen und besprechen • Bedeutung für Gesellschaft diskutieren • Ziel der Einheit vorstellen: selbst Infektionszahlen ähnlich zu dem Artikel modellieren und mit Excel simulieren	LSG, L-Vortrag	Folien 3-6, Internetzugang für online-Artikel	• direkter Einstieg • persönliche Bedeutung aufzeigen • *catch* durch Simulationen im Artikel • ein konkretes Ziel zu haben motiviert und sorgt für Kompetenzerleben, wenn es erreicht wird
10`	• gemeinsames Brainstorming über digitale Wordcloud: Welche Aspekte müssen im Modell berücksichtigt werden?, reales Problem analysieren (z.B. Ort, Personenanzahl, Bewegungsmöglichkeiten, Ansteckungsregeln,...) • gemeinsame Diskussion zur Vereinfachung • Überleitung zum Modell Random Walk (Infektion wird zu Beginn ausgeklammert), kurzer Input zum Random Walk	LSG, Plenum, L-Vortrag	Folien 7-8, Handy für Wordcloud	• erste Schritte des Modellierens: Problem verstehen und vereinfachen • Wordcloud bietet anonyme Möglichkeit, dass sich alle einbringen können
25`	• Aufgabe 1: Bedingungen für einen beispielhaften Random Walk überlegen: Spielfeld zeichnen, Regeln formulieren • gemeinsames Besprechen der entstandenen Spielfelder • Erklärung, dass es sich dabei um zelluläre Automaten handelt (kurze Input-Phase dazu und Vorstellung einer Fußgängerdynamik als ZA) • Randbedingungen werden diskutiert (im besten Fall wird das Thema selbst von den SuS in Aufgabe 1 angesprochen), vorgestellt und mit bekannten Gesellschaftsspielen verglichen • abschließend werden die vielen gesammelten Ideen zu gemeinsamen Regeln für ein „leichtes“ Simulieren verdichtet	Partnerarbeit für Aufgabe 1, LSG, Plenumsdiskussion, L-Vortrag in kurzen Inputphasen	Folien 9-15, AB für Aufgabe 1, Spielfiguren, zum praktischen Ausprobieren der selbst entworfenen Spielfelder	• Es werden für Aufgabe 1 keine Regeln vorgegeben, sondern es sollen verschiedene Herangehensweisen zugelassen werden. (autonomes Arbeiten) • Spielfelder sind den Schüler*innen vertraut und sollen das Modell verständlicher machen. • Haptischer Zugang durch Spielfiguren

10`	Es wird die Frage gestellt: Was hat das mit Mathematik zu tun? • Inputphase zum mathematischen Hintergrund, mit Mini-Aufgaben am AB, • Anknüpfung an Funktionen, rekursive Folgen und Differenzengleichungen	L-Vortrag und LSG, kurze EA-Phasen	Folien 16-21, AB	• an Vorwissen anknüpfen • Mathematik als relevante Wissenschaft in den Mittelpunkt stellen
30`	Random Walk Simulieren – Expertenpuzzle Ziel ist es in 3-4er Gruppen einen RW auf Excel zu simulieren. 1. Schritt: Gruppenmitglieder werden zu Expert*innen (Mathematik-Profis, Excel-Profis, Grafikdesigner*innen), Expert*innen sammeln sich und bearbeiten spezifische Fragestellungen, Vortragende unterstützen die Gruppen 2. Expert*innen kommen in Stammgruppen zurück, informieren sich gegenseitig und versuchen gemeinsam mit dem erworbenem Wissen einen Random Walk zu simulieren. Excel-Datei speichern und in die nächste Doppelstunde mitbringen, falls die Gruppe nicht fertig wird, kann sie den RW bis zur nächsten Einheit fertig stellen, muss es aber nicht	Gruppenarbeit	Folien 22-23	Vorteile Expertenpuzzle: • selbstständiges Arbeiten • Kompetenzerleben für alle Gruppenmitglieder • basic needs werden erfüllt • verschiedene RIASEC+N Typen werden angesprochen • Förderung sozialer, digitaler und Problemlösekompetenzen • strukturierte Gruppenarbeit • gut einsetzbar, wenn nicht alle Schüler*innen sicher im Umgang mit Excel sind
5`	• Ausblick für das nächste Mal liefern • Hinweis auf Linksammlung und Foliensatz, falls sich Schüler*innen bis zur nächsten Einheit mit dem Thema beschäftigen möchten	L-Vortrag	Folie 24	Linksammlung soll vor der Klasse gezeigt werden, um Interesse daran zu wecken

Unterrichtsmatrix - 2. Doppelstunde:

Zeit	Geplante Lernschritte	Sozialform	Medien/Material	Didaktische Überlegungen
5`	Einleitende Worte, Fragen nach dem Ziel und Erinnerung an Washington Post Artikel	LSG	Folien 1-2	
10`	Abschluss des Expertenpuzzles vom letzten Termin: • einige Minuten in Stammgruppen sammeln und Excel-File mit RW vom letzten Mal sichten und gemeinsam besprechen • eine Gruppe darf vor der Klasse ihre Simulation kurz präsentieren • Fragen dazu klären	Gruppenarbeit, S-Vortrag, LSG	Folie 3, USB-Sticks für den Transfer der Excel-Files	• direktes Anknüpfen an die Arbeitsphase vom letzten Mal • offene Fragen können gemeinsam geklärt werden • eigene Arbeit der Schüler*innen soll wertgeschätzt werden • gruppenübergreifender Austausch kann zu Anregungen führen
20`	Random Walk mit Drift und Visualisierung als zellulärer Automat: • Hinweis, wie man die Simulationen der Schüler*innen sehr leicht als zellulären Automaten visualisieren kann • Vergleich mit Washington Post Artikel – Wo stehen wir gerade? Was ist noch zu tun? • den Effekt des Drifts sollen sie selbst mit Fragestellungen in Aufgabe 1 zu fertigen Excel-Files entdecken (vorher Hinweise zum Aufbau der Excel-Dateien und währenddessen Unterstützung) • gemeinsames Vergleichen	LSG, Gruppenarbeit (jede Gruppe bearbeitet eine Excel-Datei)	Folien 4-9, USB-Sticks mit Excel-Files zu Aufgabe 1 (unterscheiden sich nur durch verschiedene Randbedingungen)	• Methodenwechsel: Arbeiten mit fertigen Excel-Files • die Gruppen bekommen verschiedene Excel Files, um die anschließende Diskussion anregender zu halten
10`	Infektion einbauen: • Fragen nach Ideen, wie dies gelingen könnte • Vorstellen des Modells und Umsetzung auf Excel erklären • Unterschied bei der Simulation der Infektion und des Random Walks erfragen • das Konzept des Potentials vorstellen	L-Vortrag mit Fragen an die Schüler*innen	Folien 10-15	• bewusst eher frontal gehalten, aufgrund des Schwierigkeitsgrades

30`	Aufgabe 2 – Wozu sich mit diesen Simulationen beschäftigen? • Artikel aus Zeit online vorstellen, bei dem die Ansteckungsgefahr mit Sars-CoV2 in Innenräumen modelliert wird • Überleitung zum Forschungszyklus, Modelle und Simulationen werden verwendet, um bestimmte Forschungsfragen beantworten zu können • in Gruppen wird genau das gemacht: mitgebrachte Excel-Files mit Infektion sichten, Fragestellungen formulieren, Simulationen entsprechend verändern und Antworten auf die Frage finden • Excel-Files werden in drei Schwierigkeitsgraden angeboten, eines beinhaltet Social-Distancing Maßnahmen (kann bei Wunsch im Zuge der Gruppenarbeit besprochen werden) • abschließende Vorstellung in einer Plenumsdiskussion und Diskussion der Grenzen der Simulation	LSG, Gruppenarbeit, Plenumsdiskussion	Folien 16-17, AB mit Aufgabenstellung, USB-Stick mit Excel Files zu Aufgabe 2	• wissenschaftliche Forschung wird nähergebracht • es gibt keine Vorgaben bezüglich der Fragestellung: viele Freiheiten und Förderung der Kreativität • es müssen selbst Strategien entwickelt werden, wie die Frage durch die Simulation beantwortet werden kann (entsprechende Parametervariationen müssen selbst überlegt werden), fördert Austausch in Gruppe und Problemlösestrategien • Bezug auf aktuelle Artikel zeigt wieder die Relevanz der Thematik • Modellzyklus wird abgeschlossen
10`	• Diskussion anregen: Was wurde im Modell noch nicht berücksichtigt? Was wären Möglichkeiten für weiterführende Arbeiten? • Simulation der Aerosole als Ausblick kurz vorstellen • Zombieapokalypse als Ausbaumöglichkeit vorstellen	Plenumsdiskussion, L-Vortrag, LSG	Folien 18-22	• durch den Ausblick sollen Anregungen geschaffen werden, sich selbst weiterführend damit zu beschäftigen • die in Ausblick gestellten Modelle werden den Schüler*innen zur Verfügung gestellt • Zombieapokalypse als *catch* zum Abschluss
15`	• Abschluss der Einheit, Verweis auf Linksammlung und Kontaktdaten • Fragebogenerhebung 2, • evt. noch mündliches Feedback	Bearbeitung in Einzelarbeit, LSG	Folien 23-24	

5.2.3 Erstellte Materialien

Wie aus der Matrix bereits ersichtlich ist, wurden verschiedene Materialien für die Projektstunden erstellt. Sie sollen an dieser Stelle vorgestellt werden.

5.2.3.1 Präsentationsfolien

Für beide Doppelstunden wurde ein Foliensatz erstellt, der als Anhang 1 der Arbeit beigefügt ist. Die Farbwahl orientiert sich bewusst am blau-orange-Farbschema des Washington Post Artikels. Viele Abbildungen sollten es erleichtern, den Projektinhalten zu folgen. Zudem erhielten die Schüler*innen über einen QR-Code auf den Arbeitsblättern Zugang zu den Folien. So konnten sie später noch einmal auf sie zugreifen. Vor allem, wenn einzelne Schüler*innen den ersten Termin verpasst hatten, erhielten sie damit die Möglichkeit, sich zu informieren, was gemacht wurde. Um abschätzen zu können, inwiefern dieses Angebot genutzt wurde, wird ausgezählt, wie oft die Foliensätze heruntergeladen wurden.

5.2.3.2 Arbeitsblätter

Es wurde für jeden Termin ein Arbeitsblatt erstellt, auf dem die Aufgabenstellungen genau formuliert sind. Die Schüler*innen sollten ihre Überlegungen immer zumindest einmal pro Gruppe auf dem Arbeitsblatt festhalten. Diese wurden am Ende der Stunde eingesammelt, um die Aufgaben auswerten zu können. Zudem erhielten sie ein Blatt, auf dem sie sich Notizen machen konnten. Darauf waren Kontaktdaten und QR-Codes zu den Foliensätzen und einer Linksammlung vermerkt. Dieses Blatt behielten die Schüler*innen, sodass sie auch nach der Einheit auf die Materialien zugreifen konnten. Die finalen Arbeitsblätter können Anhang 2 entnommen werden.

5.2.3.3 Linksammlung

In Zusammenarbeit mit Benjamin Hackl von der Universität Graz konnte eine Linksammlung zur vertiefenden Auseinandersetzung mit dem Thema erstellt werden, siehe [34]. Darauf befinden sich Links zu verschiedenen Artikeln, in denen Simulationen zu dem Thema vorgestellt werden. Des Weiteren sind Zentralmatura-Aufgaben, in denen der Random Walk Thema ist, verlinkt. Über die Linksammlung haben die Schüler*innen auch Zugriff auf alle Excel-Dateien, die in den Einheiten verwendet wurden, sowie weitere Animationen. Die Linksammlung bietet mehrere Vorteile:

- Sicherung der Inhalte der Projektstunden: Schüler*innen können langfristig auf Excel-Dateien, Folien und Links, die in der Einheit verwendet wurden, zugreifen.

- einfacher und schneller Zugang zu weiterführenden Materialien: Konnte in den Einheiten Interesse geweckt werden, wird ein vertiefendes Auseinandersetzen mit dem Thema erleichtert, wodurch die *hold*-Komponente der Interessenentwicklung gefördert wird.
- Sie ermöglicht durch Zählen der Aufrufe eine Auswertung, ob sich Schüler*innen Zuhause mit dem Thema beschäftigen.

5.2.3.4 Excel-Dateien

In den Einheiten wurden den Schüler*innen unter anderem vorgefertigte Simulationen zur Verfügung gestellt, mit denen sie arbeiten sollten. Sie erhielten diese über USB-Sticks, wobei auch über die Linksammlung darauf zugegriffen werden konnte. Es wurden folgende Simulationen in Zusammenarbeit mit Michael Fischer vorbereitet:

- Random Walk mit periodischer Randbedingung
- Random Walk mit NoFlux Randbedingung
- Random Walk mit offener Randbedingung
- Random Walk mit Social Distancing, NoFlux
- Random Walk mit Social Distancing, periodisch
- Random Walk mit Infektion mit verschiedenen Zellgittergrößen, NoFlux
- Random Walk mit Infektion und Social Distancing, NoFlux
- Aerosole
- Zombieapokalypse, NoFlux

Durch die vielen verschiedenen Simulationen konnte in Gruppenarbeitsphasen sehr individuell auf das Leistungsniveau und Interesse der Schüler*innen eingegangen werden.

5.3 Fragebogen - das Testinstrument

Das Hauptinstrument der Untersuchung ist ein in Zusammenarbeit mit Krause und Fischer konzipierter Fragebogen, welcher angelehnt an das Testinstrument der „Mathematics Attidtudes and Perceptions Survey“ - kurz an das MAPS-Instrument, siehe [15] - entwickelt wurde. In Folge wird er detailliert vorgestellt.

5.3.1 Struktur und Aufbau

In dieser Forschung wurden individuelle Fragebogenergebnisse der Schüler*innen zu zwei verschiedenen Zeitpunkten - am Anfang und Ende der Projektstunden - erfasst und miteinander verglichen, um potenzielle Veränderungen oder Konsistenz des Interesses im Laufe des Projektes nachweisen zu können. Um den Vergleich zu ermöglichen, sind die beiden Fragebögen großteils identisch, wobei die finale Befragung umfangreicher war. Beide haben folgende gemeinsame Struktur:

- **Deckblatt:** Ein einladendes Deckblatt mit einem einleitenden Text und einer Abbildung zur Simulation von Infektionsraten, sollte zu Beginn deutlich machen, worum es bei der Befragung geht und somit nach [69] eine höhere Motivation auslösen, um den Fragebogen auszufüllen. Anmerkungen zum Thema, Ziel und Nutzen der Befragung, sowie Dankesworte wurden zusätzlich verbal vor der Bearbeitung ausgesprochen.

- **Erfassung soziodemografischer Daten:** Eine einführende Abfrage des Geschlechts und der Schulstufe ermöglichte die Beantwortung weiterer Forschungsfragen. Zudem wurde in diesem Teil eine selbstgewählte Identifikationsnummer verlangt. Häufig wird solch ein Code eingesetzt, um den Rücklauf kontrollieren zu können, vgl. [40]. In diesem Fall sollen durch eine weitere Abfrage dieser Nummer in der zweiten Befragung individuelle Fragebogenergebnisse hinsichtlich der Interessenentwicklung miteinander verglichen werden können. Diese Variante wurde einem Vergleich durch personenbezogenen Daten, wie das Geburtsdatum vorgezogen, um die Anonymität der Schüler*innen zu gewährleisten.

- **Block 1 - Interesse am Fach:** In diesem Block wurde das Interesse am Fach Mathematik abgefragt. Dazu wurden Items angelehnt an die Theorie zu Nicht-Interesse, situativem Interesse und individuellem Interesse formuliert. Indifferenz wurde hierbei ausgespart, da alle Schüler*innen mit dem Fach bereits in Berührung gekommen sind. Es wurden bewusst die vier Phasen der Interessenentwicklung auf situatives und individuelles Interesse reduziert, da gerade eine eindeutige Trennung der dritten und vierten Phase - beginnendes individuelles und individuelles Interesse - durch einzelne Items schwer umsetzbar ist. Genauer werden die einzelnen Items in Kapitel 5.3.3 beschrieben. Zusätzlich erfolgte in diesem Block eine Selbsteinschätzung des Interesses an naturwissenschaftlichen Fächern, wie Biologie, Physik, Informatik und Chemie.

- **Block 2 - Interesse am mathematischen Kontext, Vorwissen:** Rekursive Folgen, Zufallsprozesse und Zufallsvariablen bilden den Kontext, in dem die Inhalte der Projektstunden eingebettet sind. In diesem Block wurde erhoben, ob diese bereits im Unterricht erarbeitet wurden und wie die Schüler*innen ihre Kompetenzen dazu einschätzen.
- **Block 3 - Interesse an der Tätigkeit:** Im Fokus der Einheiten steht das Modellieren und Simulieren als mathematische Arbeitsweisen. Das Interesse an diesen Tätigkeiten, sowie das Interesse an der Arbeit mit digitalen Werkzeugen und Tabellenkalkulationen wurde in diesem Block erhoben. Zusätzlich wurde erfragt, welche digitalen Werkzeuge im Unterricht verwendet werden und wie die Schüler*innen ihre Fertigkeiten damit einschätzen.

Im zweiten Fragebogen, der nach den Projektstunden bearbeitet wurde, war ergänzend ein vierter Block zum Interesse an dem konkreten Themengebiet, also der Arbeit zu Infektionsraten zu bearbeiten. Dieser Block diente zwar nicht zum Vergleich, sollte aber aufzeigen, ob Interesse an dem Thema geweckt werden konnte und wenn ja, in welcher Entwicklungsstufe dieses auftritt. Zudem wurde abschließend ein Feedback erfragt, um die Projektstunden evaluieren zu können.

5.3.2 Layout

Die Erhebung wurde digital über das Smartphone durchgeführt. Nach einer Diskussion, ob alle Schüler*innen für eine Online-Befragung mit digitalen Endgeräten ausgestattet sind, überwog der Vorteil der anschließend leichteren Datenauswertung. Zudem wurde die Durchführung über das Smartphone mit den jeweiligen Lehrpersonen zuvor abgesprochen.

Abgesehen von einer offenen Feedbackfrage am Schluss der zweiten Befragung sind alle Fragen geschlossen formuliert. Es wurde dafür hauptsächlich eine fünfstufige Likert-Skala eingesetzt. Um eine Verwechslung der Nummern zu vermeiden, wurde die Skala nicht numerisch, sondern verbal beschriftet. Die Skala entspricht dabei von links nach rechts gelesen einem steigenden Grad der Zustimmung, wobei die neutrale, meist mittlere Antwortmöglichkeit bewusst als letzte Antwortmöglichkeit gesetzt wurde. Dadurch soll die Gefahr der „Tendenz zur Mitte“, vgl. [23], entschärft werden. Obwohl auch mit dieser Reihenfolge weiterhin die Gefahr besteht, dass

Schüler*innen vermehrt neutral antworten, bietet sie den Vorteil, dass die Testpersonen nicht gezwungen werden, sich für eine Tendenz zu entscheiden und somit die Ergebnisse verfälschen. Abbildung 5.1 zeigt ein beispielhaftes Item aus dem Fragebogen. Um herauszufiltern, ob der Fragebogen ernsthaft beantwortet wurde, oder wahllose Kreuze gesetzt wurden, ist in jeden Block ein Kontrollitem eingebaut, das folgendermaßen formuliert ist: *Wir nutzen diese Aussage, um diejenigen Personen herauszufiltern, die die Aussagen nicht lesen. Bitte kreuze für diese Aussage „Trifft eher zu“ an.* Dadurch soll eine Verfälschung der Daten vermieden werden.

4. Kreuze bei jeder Aussage an, wie sehr diese für dich zutrifft.

	Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu	Weiß ich nicht
Ich lerne Mathematik nur, wenn es notwendig ist.	○	○	○	○	○

Abbildung 5.1: Beispielhaftes Item des Fragebogens (Eigene Darstellung)

Neben der Likert-Skala wurden vereinzelt auch Skalen von null bis acht zur Selbsteinschätzung des Interesses eingebaut, wobei eine höhere Zahl größerem Interesse entspricht. Zudem sollten die Schüler*innen im abschließenden Feedbackteil die Projektstunden, die Materialien, sowie die Vortragende mit Schulnoten bewerten.

5.3.3 Items

Wie bereits beschrieben, wurden die einzelnen Items konstruiert, um die jeweilige Entwicklungsphase des Interesses zu erheben. Die Zuordnung der Items zu den Phasen wird nachfolgend für die jeweiligen Blöcke des Fragebogens vorgestellt.

Block 1 - Interesse am Fach:

Kategorie	Item
Nicht-Interesse	Ich lerne Mathematik nur, wenn es notwendig ist.
	Ich vermeide es, Mathematikaufgaben zu lösen.
	Ich verbinde das Fach Mathematik mit negativen Gefühlen (z.B. Angst, Überforderung, Zorn, ...).
	Schulmathematik hat nichts mit dem zu tun, was ich in der realen Welt erlebe.
	Die Themen im Mathematikunterricht langweilen mich.
	Ich rege mich schnell auf, wenn ich bei einer Mathematikaufgabe nicht weiterkomme.

situatives Interesse	Ich bin neugierig auf neue Themen im Mathematikunterricht. Im Unterricht werden die Inhalte interessant vermittelt, aber ich beschäftige mich nicht näher damit in meiner Freizeit. Ich bin zufrieden, wenn ich Aufgaben eines mathematischen Themengebiets bearbeiten kann, auch wenn ich nicht jeden Aspekt voll und ganz verstehe. Ich habe Spaß daran, Mathematikaufgaben zu lösen. Das Lernen von Mathematik verändert meine Vorstellungen davon, wie die Welt funktioniert. Die Fähigkeit zur logischen Argumentation, wie ich sie in Mathematik nutze, kann mir im Alltag nützlich sein.
individuelles Interesse	Ich setze mich auch zu Hause mit Mathematik auseinander. Ich möchte mehr über Mathematik lernen, als wir im Unterricht erarbeiten. Ich kenne mich sehr gut in Mathematik aus. Wenn ich eine Mathematikaufgabe herausfordernd finde, gebe ich trotzdem nicht auf, weil ich sie unbedingt lösen möchte. Ich spreche gerne mit meinen Freunden oder Lehrpersonen über Mathematik. Ich beschäftige mich in meiner Freizeit, also nicht für die Schule, mit Mathematik.

Block 3 - Interesse an der Tätigkeit:

Kategorie	**Item**
Nicht-Interesse	Ich fühle mich mit Tabellenkalkulationen überfordert. Unterrichtsstunden, in denen mit Tabellenkalkulationen gearbeitet wird, empfinde ich als anstrengend. Ich verwende Tabellenkalkulationen nur, wenn es für den Unterricht notwendig ist. Ich verbinde mit Tabellenkalkulationen negative Gefühle (z.B. Angst, Überforderung, Zorn, ...).
Indifferez	Ich habe noch nie mit Tabellenkalkulationen gearbeitet. Ich weiß nicht, worum es sich bei Tabellenkalkulationen handelt.
situatives Interesse	Ich finde Unterrichtsstunden, in denen Tabellenkalkulationen eingesetzt werden, besonders interessant. Ich würde gerne mehr über Programmiersprachen lernen. Ich würde gerne mehr über Tabellenkalkulationen lernen. Ich arbeite gerne am Laptop/PC/Computer.

	Das Arbeiten mit Tabellenkalkulationen bringt mir etwas für mein späteres Leben.
	Es macht mir Spaß mit Tabellenkalkulationen zu arbeiten.
individuelles Interesse	Ich beschäftige mich in meiner Freizeit mit Programmiersprachen.
	Ich kann mir vorstellen, in meinem zukünftigen Beruf mit Tabellenkalkulationen oder anderen Programmiersprachen zu arbeiten.
	Ich tausche mich regelmäßig mit Freunden oder Bekannten über Programmiersprachen aus.
	Ich sitze oft stundenlang an einem Code, wenn dieser nicht sofort funktioniert.
	Ich helfe meinen Mitschüler*innen regelmäßig, wenn sie beim Arbeiten mit Tabellenkalkulationen Schwierigkeiten haben.

Block 4 - Interesse am Themengebiet und den Projektstunden:

Kategorie	Item
Nicht-Interesse	Die Projektstunden haben mich gelangweilt.
	Die Inhalte der Projektstunden haben mir nichts für mein weiteres Leben gebracht.
	Ich habe beim Modellieren unterschiedlicher Effekte schnell aufgegeben.
	Ich habe beim Modellieren eines Random Walks schnell aufgegeben.
	Ich habe beim Simulieren eines Random Walks schnell aufgegeben.
	Ich habe beim Simulieren der Infektionen schnell aufgegeben.
	Die Aufgabenstellungen in den Projektstunden habe ich als anstrengend empfunden.
	Ich möchte mich mit den Inhalten der Projektstunde nicht weiter befassen.
Indifferez	Ich kann nicht genau wiedergeben, was wir in den Projektstunden gemacht haben, weil ich nicht aufgepasst habe.
situatives Interesse	Die Projektstunden haben mich auf das Thema neugierig gemacht.
	Ich finde das Themenfeld Gesundheit und Krankheit für mich relevant.
	Das Thema Infektionskrankheiten ist für mich von Bedeutung.

	Die Inhalte, die wir erarbeitet haben, können mir im Alltag nützlich sein.
	Ich hatte Spaß daran, an den Simulationen in den Projektstunden zu arbeiten.
	Ich habe aktiv in den Projektstunden mitgearbeitet, weil ich die Inhalte interessant fand.
individuelles Interesse	Ich möchte mich im Mathematikunterricht vermehrt mit Anwendungsfeldern aus den Naturwissenschaften beschäftigen.
	Ich möchte in Zukunft öfter Simulationen im Unterricht erarbeiten.
	Ich habe mich zu Hause mit der zur Verfügung gestellten Linksammlung auseinandergesetzt.
	Ich habe meiner Familie und meinen Freunden von den Inhalten der Projektstunden erzählt.
	Ich habe mich zu Hause vertiefend mit der Thematik auseinandergesetzt (z.B dazu im Internet recherchiert oder selbst auf Excel weiter programmiert)
	Ich habe mich auch außerhalb der Projektstunden mit meinen Mitschüler*innen über das Thema ausgetauscht.

Da Block 2 zur Erhebung des Vorwissens diente und nicht das Interesse fokussiert, wurde er an dieser Stelle ausgespart. Eine Druckversion des vollständigen Fragebogens ist als Anhang 3 beigefügt.

5.3.4 Gütekritierien

Die Qualität des Fragebogens kann anhand von drei Gütekriterien beurteilt werden: Objektivität, Validität und Reliabilität, siehe [56]. Diese werden in Folge, bezogen auf den konstruierten Fragebogen, diskutiert.

5.3.4.1 Objektivität

Wenn unterschiedliche Personen unabhängig voneinander Messungen durchführen und dabei zu denselben Ergebnissen gelangen, liegen objektive Messergebnisse vor, vgl. [38]. Genauer unterteilt man hierbei in Durchführung-, Auswertungs- und Interpretationsobjektivität.

Durchführungsobjektivität kann angenommen werden, da der standardisierte Fragebogen in allen Klassen zu denselben Zeitpunkten während des Projektes eingesetzt wird. Zudem wurden die gleichen verbalen Instruktionen gegeben. Auswertungsobjektivität wird durch eine systematische, statistische Auswertung der

Likert-Skalen über die Software Mathematica gewährleistet. Angemerkt werden muss aber, dass Interpretationsobjektivität von diesem Fragebogen nicht erwartet werden kann, da Interpretationen immer subjektiven Beurteilungen zugrunde liegen, vgl. [56]. Durch die wiederholte Befragung kann aber sehr wohl ein objektiver Vergleich der Daten stattfinden.

5.3.4.2 Validität

Dieses Gütekriterium gibt an, ob durch den Test tatsächlich das gemessen wird, was gemessen werden soll, siehe [1]. Es gibt hierfür verschiedene Möglichkeiten, die Validität der Items zu überprüfen. Der erstellte Fragebogen wurde beispielsweise von Expert*innen wie Krause und Fischer von der Universität Graz inhaltlich überprüft und kommentiert, bis die finale Version entstanden ist. Zudem wurde die deutsche Version des MAPS-Instruments, welches als Grundlage für diesen Fragebogen gilt, von Code durch eine Faktoranalyse auf Validität geprüft und im Zuge von Masterarbeiten der Universität Duisburg-Essen ausführlich auf dieses Gütekriterium untersucht und adaptiert, vgl. [44, 75]. Um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu sprengen, wird daher auf eine detailliertere Validierung der Items verzichtet. Diese sollte aber beispielsweise in Form eines Expertenkonsensens, oder gezielten Interviews zur Verständlichkeit des Fragebogens in weiterführenden Arbeiten mit dem Fragebogen in den Fokus genommen werden.

5.3.4.3 Reliabilität

Unter Reliabilität versteht man die Messgenauigkeit eines Tests, siehe [56]. Durch die Berechnung von Cronbachs Alpha Koeffizienten für die einzelnen Kategorien der Items - Nicht-Interesse, Indifferenz, situatives Interesse und individuelles Interesse - kann die Reliabilität geprüft werden. Es handelt sich dabei um „...ein Maß für die interne Konsistenz (die Übereinstimmung der Antworten auf die zur Einstellungsmessung verwendeten Items“, vgl. [56]. Es ergaben sich dabei die in Tabelle 5.4 ersichtlichen Werte.

Die Cronbachs Alpha Werte können zwischen minus Unendlich und 1 liegen. Eine sinnvolle Interpretation ist aber nur bei Werten zwischen 0 und 1 möglich, wobei 0 eine schlechte interne Konsistenz anzeigt und 1 eine perfekte interne Konsistenz bedeutet, siehe. [79]. In der Literatur wir häufig ein α-Wert von $0,7$ oder $0,8$ als erstrebenswert angeführt, vgl. [23]. Bei sechs der sieben Interessengruppen konnte ein Wert größer als $0,7$ erreicht werden, bei vier davon war er sogar größer als $0,8$. Dies spricht dafür, dass die Items gut die jeweilige Phase des Interesses erfassen. Einzig die Gruppe des situativen Interesses am Fach Mathematik hat einen niedrigeren α-Wert. Schecker spricht sich in [76] aber dagegen aus, Skalen, die niedrige

Werte liefern, sofort zu verwerfen, gerade wenn fachdidaktische Inhalte erfragt werden. Er beschreibt erst einen α-Wert der kleiner als 0,5 ist als inakzeptabel, was in diesem Fall nicht vorliegt.

Interessengruppe	**Cronbachs Alpha**
Nicht-Interesse Mathematik	$0,724892$
situatives Interesse Mathematik	$0,53062$
individuelles Interesse Mathematik	$0,807473$
Nicht-Interesse Tätigkeit	$0,757175$
Indifferenz Tätigkeit	$0,877001$
situatives Interesse Tätigkeit	$0,807958$
individuelles Interesse Tätigkeit	$0,820496$

Tabelle 5.4: Cronbachs Alpha der einzelnen Interessengruppen

6 Auswertung und Ergebnisse

In diesem Kapitel wird das Vorgehen der Auswertung und deren Ergebnisse dargestellt. Dazu werden einleitend Beobachtungen, sowie subjektive Interpretationen aus den unterschiedlichen Klassen dargelegt. Anschließend werden die quantitativen Ergebnisse der Fragebogenerhebung übersichtlich zusammengefasst und die Auszählung der Linksammlung angeführt. Des Weiteren werden die bearbeiteten Aufgabenstellungen der Projektstunden kategorisiert und das eingeholte Feedback zum Projekt vorgestellt.

6.1 Beobachtungen

An dieser Stelle sollen die Beobachtungen und Interpretationen von der Vortragenden und Michael Fischer übersichtlich dargestellt werden. Diese beinhalten bereits subjektive Einschätzungen zum Interesse in den jeweiligen Klassen.

6.1.1 Klasse 1

Rahmenbedingungen: Die Doppelstunden fanden beide sehr spät (15:40h-17:20h) statt. Zudem fehlten einige Schüler*innen und es waren schließlich sehr kleine Gruppen von sechs Jugendlichen, wobei nur drei Schüler*innen bei beiden Terminen anwesend waren. Der Raum war groß, hell und technisch gut ausgestattet. Es hatten alle Schüler*innen eigene Laptops zur Verfügung, was das Arbeiten sehr angenehm gemacht hat.

Zeitmanagement und Classroom-Management: Die erste Doppelstunde konnte erst verspätet begonnen werden, weshalb es insgesamt sehr knapp mit der Zeit wurde. Zudem gab es anfänglich einige technische Schwierigkeiten, die aber schnell behoben werden konnten. Insgesamt hatte ich als Vortragende das Gefühl, dass ich etwas unfokussiert und gestresst war. Die zweite Doppelstunde lief dahingehend wesentlich entspannter ab, wobei auch hier die Zeit gegen Ende aufgrund vieler Nachfragen und reger Diskussionen der Schüler*innen knapp wurde. Das Organisieren und Lenken der Klasse hat insgesamt sehr gut funktioniert.

Schülerbeteiligung und Interaktion: Bei beiden Terminen wirkte die Gruppe trotz der späten Uhrzeit sehr motiviert und es nahmen alle aktiv am Unterrichtsgeschehen teil. Gerade beim Modellieren und Simulieren brachten sie viele Anregungen und Vorschläge ein. Ein Schüler stach besonders heraus und machte unter anderem sehr wertvolle Bemerkungen. So hatte er beispielsweise bereits in der ersten Stunde den Wunsch nach einer Formalisierung der Zufallsvariable beim Modellieren der rekursiven Folge. Die Schüler*innen wirkten sehr interessiert am Excel Code und stellten viele Fragen dazu. Dieses scheinbar hohe Interesse am Simulieren mit Excel zeigte sich auch dadurch, dass einige Schüler*innen Zuhause die Simulation des Random Walks ausgebaut und optimiert hatten. Auch jene Schüler*innen, die nicht in der ersten Doppelstunde waren, haben Zuhause versucht einen Random Walk zu simulieren, obwohl dies nicht von uns verlangt wurde.

Anpassungen: Da die Zeit etwas knapp war, wurde der mathematische Hintergrund etwas schneller erarbeitet und die Aufgaben dazu wurden ausgespart.

Einschätzung zu Excelkenntnissen: Es war zu beobachten, dass die Burschen wesentlich besser mit Excel umgehen konnten, als die Mädchen. Die Arbeit mit dem Tabellenkalkulationsprogramm stellte aber insgesamt kein Problem dar.

Sonstiges: Die Schüler*innen kannten bereits „Game of Life“ als zellulären Automaten aus dem Informatikunterricht. Des Weiteren wurde die Linksammlung im Unterricht zwischen der ersten und zweiten Doppelstunde ausgehend von der Lehrkraft bearbeitet. Die Lehrperson hat sich vor allem in der zweiten Doppelstunde stark eingebracht, was in den anderen Schulen nicht der Fall war.

6.1.2 Klasse 2

Rahmenbedingungen: Die Doppelstunden fanden morgens in den ersten Stunden statt. Beim ersten Termin fehlten einige Schüler*innen, wodurch sich in der zweiten Doppelstunde die Herausforderung ergab, dass einige Schüler*innen ohne das Vorwissen der ersten Einheiten arbeiten mussten. Die Klasse war hell und technisch gut ausgestattet. Es hatten fast alle Schüler*innen Laptops zur Verfügung.

Zeitmanagement und Classroom-Management: Zeitlich gab es keine Probleme in beiden Doppelstunden. In der zweiten Einheit wirkten einige Schüler*innen etwas abgelenkt, es gab aber keine Schwierigkeiten im Umgang und in der Organisation der Klasse.

Schülerbeteiligung und Interaktion: Vor allem in der ersten Doppelstunde, aber auch in der zweiten, wirkten die Schüler*innen müde und träge. Ein Großteil der Schüler*innen hat sich trotzdem am Unterricht beteiligt und mitgearbeitet. Einzelne Gruppen wirkten beim Simulieren motiviert.

Anpassungen: Es waren Schwierigkeiten beim Simulieren der Randbedingungen in fast allen Gruppen auffällig, weshalb in der zweiten Doppelstunde dies nochmal wiederholt wurde. Weiters wurden beim zweiten Besuch in den Gruppenarbeitsphasen jene Schüler*innen gezielt unterstützt, die in der ersten Einheit nicht anwesend waren.

Einschätzung zu Excelkenntnissen: Die Schüler*innen waren mit Excel vertraut und arbeiteten laut Lehrkraft öfter im Mathematikunterricht mit dem Tabellenkalkulationsprogramm. Dies merkte man auch deutlich in der ersten Doppelstunde. Interessanterweise konnte dadurch kein Vorteil im Vergleich zu anderen Klassen, die wesentlich weniger mit Excel arbeiten, festgestellt werden.

Sonstiges: -

6.1.3 Klasse 3

Rahmenbedingungen: Die Doppelstunden fanden morgens in den ersten zwei Stunden statt. Beim zweiten Termin fehlten einige Schüler*innen. Der Klassenraum war sehr groß und gut ausgestattet. Die meisten Schüler*innen hatten einen eigenen Laptop zur Verfügung.

Zeitmanagement und Classroom-Management: Zeitlich ist sich alles sehr gut ausgegangen und der Umgang mit der Klasse verlief problemlos.

Schülerbeteiligung und Interaktion: Die Schüler*innen waren in der ersten Doppelstunde sehr engagiert und beteiligten sich großteils aktiv am Unterricht. Wurde eine Frage gestellt, meldeten sich sofort zahlreiche Schüler*innen und man hatte als Vortragende das Gefühl, dass die Schüler*innen das Bedürfnis hatten, mitzureden und zu diskutieren. Dadurch wurde der Unterricht sehr lebendig und interaktiv. Man hatte auch das Gefühl, dass die Schüler*innen sehr interessiert am Thema, vor allem beim Simulieren, waren. Beispielsweise wollten die Schüler*innen keine Pause machen und haben stattdessen durchgearbeitet. Des Weiteren ist eine Gruppe nach Ende der ersten Doppelstunde in ihrer Pause aktiv auf mich zugekommen und wollte noch die Randbedingung des Random Walks fertig programmieren. In der zweiten Doppelstunde wirkte die Klasse wesentlich unmotivierter. Beispielsweise konnte keine Gruppe ihr erarbeitetes Excel-File vorzeigen. Einzelne Schüler*innen sind wie in der ersten Einheit stark herausgestochen, aber man hatte nicht mehr das Gefühl, dass der Großteil der Klasse aktiv dabei ist.

Anpassungen: Es wurde vermehrt in Gruppenarbeitsphasen auf den Excel-Code eingegangen und weniger detailliert im Plenum, um auf die verschiedenen Niveaus besser reagieren zu können.

Einschätzung zu Excelkenntnissen: In dieser Klasse konnte eine extrem große Leistungsspanne festgestellt werden. Während es Schüler*innen gab, die noch nie mit Excel gearbeitet haben und große Schwierigkeiten damit hatten, gab es einzelne extrem affine Schüler, die nicht nur in Excel, sondern allgemein gerne programmieren. Ein Schüler wollte beispielsweise von sich aus in der ersten Einheit mit Zufallsvariablen und dem Konzept des Potentials simulieren und war seinen Kolleg*innen damit einen großen Schritt voraus. Man merkte diese großen Unterschiede besonders stark in der zweiten Einheit. Während es eine Gruppe gab, die sehr viel Hilfe brauchte und große Probleme hatte, gab es einzelne Schüler, die sich intensiv mit der Simulation von Social Distancing Maßnahmen auseinandersetzten und mit der Unterstützung von Fischer eigenständig eine Zombieapokalypse programmierten. Dies geschah aus dem Eigenantrieb der Schüler auch nach der Stunde noch in die Pause hinein.

Sonstiges: Eine Herausforderung war ein ukrainischer Schüler, dessen Excel auf Russisch eingestellt war. Darauf waren wir nicht vorbereitet, aber durch die vielen Gruppenarbeitsphasen konnten wir ihn individuell unterstützen und spontan die Befehle auf Russisch herausfinden. Es konnte in beiden Einheiten beobachtet werden, dass Schüler*innen, die affin in Informatik sind und bereits Programmierkenntnisse haben, in den Projektstunden besonders aufgeblüht sind und sich mit vollem Eifer darauf eingelassen haben. Zudem war eine Schülerin, die von sich selbst behauptet, eher schlecht in Mathematik zu sein, so begeistert von den Inhalten, dass sie in einem Gespräch mit mir über das Arbeitsfeld von Fischer und das Mathematikstudium, selbst eine berufliche Orientierung in diese Richtung infrage gezogen hat.

6.1.4 Klasse 4

Rahmenbedingungen: Die Einheiten fanden am frühen Nachmittag in der fünften und sechsten Stunde statt. In der ersten Doppelstunde befanden wir uns in einem großen, hellen, gut ausgestatteten Physiksaal. Die zweite Einheit war in einer Container-Klasse. Es war an diesem Tag sehr heiß und eng im Container, was man in der Unterrichtsdynamik stark spüren konnte. Die Schüler*innen hatten ihre eigenen Laptops bei beiden Terminen zur Verfügung.

Zeitmanagement und Classroom-Management: Zeitlich sind sich beide Doppelstunden gut ausgegangen. Vor allem in der zweiten Einheit konnte sehr gut auf die einzelnen Gruppen eingegangen werden, da viel Zeit zur Verfügung war. Da es eine volle Klasse war, merkte man anfangs eine Unruhe, die sich aber schnell legte.

Schülerbeteiligung und Interaktion: In der ersten Doppelstunde war die Klasse eher ruhig und wirkte unmotiviert. Man musste konkret Schüler*innen auffordern sich einzubringen und bei Diskussionen beteiligten sich nur wenige aktiv. Es haben trotzdem alle in den Gruppenphasen aktiv gearbeitet. Vor allem beim Programmieren hatte man schließlich das Gefühl, dass die meisten Schüler*innen begeistert mitgearbeitet haben und im Vergleich zu anderen Klassen mehr erreicht haben. In der zweiten Doppelstunde waren sie viel aktiver und brachten sich mehr in den Unterricht ein. Da es aber so heiß im Container war, merkte man stark, dass die Konzentration und Motivation schnell nachließ, weshalb Pausen eingebaut wurden.

Anpassung: Da diese Klasse im Vorhinein noch keine Folgen erarbeitet hat, wurde darauf weniger detailliert eingegangen als in anderen Gruppen. Dies stellte sich insgesamt nicht als nachteilig heraus.

Einschätzung zu Excel: Die Schüler*innen waren mit Excel vertraut und es hat keine Probleme gegeben. Die Schüler*innen waren sehr interessiert an der Simulation in Excel und stellten viele Fragen zum Code. Trotzdem hat sich keine Gruppe mit der Simulation der Social Distancing Maßnahmen auseinandergesetzt.

Sonstiges: Von einem Schüler wurde die Diskussion initiiert, wie aussagekräftig ein Simulationsdurchgang alleine wäre. Er brachte von sich aus das Gesetz der großen Zahlen in die Diskussion ein und verknüpfte augenscheinlich sein Vorwissen mit den neuen Inhalten der Projektstunden. Weiters wurde von den Schüler*innen die Simulation der Aerosole vorweg in den Raum gestellt.

6.1.5 Klasse 5

Rahmenbedingungen: Die Doppelstunden fanden Nachmittags zwischen 15:00h und 17:00h statt. Zudem war bei beiden Einheiten Michael Fischer zur Unterstützung in den Gruppenarbeitsphasen nicht anwesend. Die zweite Einheit fiel auf den letzten Tag vor den finalen Projekttagen, weshalb viele Schüler*innen fehlten. Zudem war es sehr heiß. Der Klassenraum war eng und technisch nicht ideal ausgestattet. So gab es beispielsweise keinen Lehrercomputer, eine sehr kleine Projektionswand und keinen richtigen Lehrerplatz. Zudem gab es nur vier Laptops für die Schüler*innen, was nicht ideal zum Arbeiten war. Insgesamt waren also keine optimalen Rahmenbedingungen gegeben.

Zeitmanagement und Classroom-Management: Es war in der ersten Doppelstunde etwas unruhig und man musste mehr in Management investieren als in anderen Klassen. Zeitlich war die erste Doppeleinheit etwas knapp, dieses Problem lag in der zweiten Doppelstunde nicht mehr vor.

Schülerbeteiligung und Interaktion: In der ersten Doppelstunde war anfangs wenig Beteiligung. Sobald simuliert wurde, hatte man das Gefühl, die Schüler*innen sind aufgetaut und man konnte neben der aktiven Beteiligung Interesse spüren. In der zweiten Doppelstunde war die Klasse absolut unmotiviert. Die meisten Schüler*innen hatten keine Schulsachen, also nicht einmal einen Stift, mit. Es war harte Arbeit einzelne Schüler*innen dazu zu bringen mitzumachen, vor allem die erste Arbeitsphase zum Effekt des Drifts war schwierig. In der zweiten Gruppenarbeitsphase, in der Forschungsfragen formuliert und mit den Simulationen gearbeitet werden sollte, begannen einige Gruppen zu diskutieren und sich etwas mehr einzubringen. Insgesamt war es aber sehr schwierig, mit der Klasse zu arbeiten.

Anpassung: Da nur so wenig Laptops zur Verfügung standen, wurde mehr im Plenum demonstriert. Außerdem musste in größeren Gruppen gearbeitet werden.

Einschätzung zu Excel: Die Schüler*innen waren vertraut mit Excel.

Sonstiges: Bei der ersten Einheit hat ein Schüler noch in der Pause weitergearbeitet, da er die Simulationen fertigstellen wollte. Man merkte insgesamt, dass es mehr Probleme mit der Randbedingung gab, was auch der Tatsache geschuldet sein kann, durch das Fehlen von Fischer weniger individuelle Unterstützung in den Gruppenarbeitsphasen geboten werden konnte.

6.2 Fragebogenerhebung

Die Auswertung der Fragebogenerhebung wurde im Zuge der Zusammenarbeit mit Fischer und Krause für eine Präsentation in einer internationalen Konferenz durchgeführt, siehe [27]. Die Ergebnisse werden in Folge für die einzelnen Blöcke des Fragebogens vorgestellt und in Kapitel 7 diskutiert.

6.2.1 Block 1 - Interesse am Fach

Im Zuge der Auswertung wurden die Daten bereinigt und die Ergebnisse der einzelnen Items als Boxplots grafisch dargestellt. In den nachfolgenden Abbildungen wurden die verbalen Antwortmöglichkeiten folgendermaßen numerisch dargestellt: 1 - trifft nicht zu, 2 - trifft eher nicht zu, 3 - trifft eher zu, 4 trifft zu. Da nur vereinzelt die Antwortmöglichkeit „Weiß ich nicht“ in der fünfstufigen Likert-Skala ausgewählt wurde, werden diese Angaben in den weiteren grafischen Darstellungen nicht berücksichtigt. Zudem stellt der linke Boxplot die Ergebnisse der ersten Befragung und der rechte Boxplot jene der zweiten Befragung dar.

Bei der Auswertung der Items, die Nicht-Interesse abfragten, zeigen sich die größten Unterschiede zwischen den beiden Befragungen. Abbildung 6.1a zeigt beispielhaft, dass in der ersten Erhebung ca. 75 Prozent der Schüler*innen bestätigen, dass sie Mathematik lernen, nur wenn es notwendig ist. Im Boxplot zur zweiten Befragung ist deutlich ersichtlich, dass wesentlich mehr Schüler*innen dieser Aussage nicht zugestimmt haben. Die Abbildung 6.1b zeigt ebenfalls auf, dass in der zweiten Befragung häufiger die Aussage: „Ich vermeide es, Mathematikaufgaben zu lösen“ verneint wurde. Beim Großteil der weiteren Items konnte nur eine geringfügige, oder gar keine Änderung zwischen den beiden Erhebungen festgestellt werden. Das Item zur Neugierde auf weitere mathematische Themen sticht in der Auswertung noch am stärksten heraus. In Abbildung 6.1c sieht man eine positive Veränderung im Laufe des Projektes, wobei die Neugierde grundsätzlich mit einem Median von 3 eher hoch eingeschätzt werden kann.

Abgesehen von der Änderung der Angaben im Laufe des Projektes ist feststellbar, dass das Fach Mathematik mit einem Median von 2 eher nicht mit negativen Gefühlen verbunden wird, vgl. 6.1d. Einem Großteil der Schüler*innen reicht es, die Aufgaben lösen zu können, auch wenn sie nicht jeden Aspekt davon verstehen. Aussagen, die sich auf die Auseinandersetzung mit Mathematik in der Freizeit bzw. Zuhause beziehen, lieferten niedrige Ergebnisse, während herausfordernde Mathematikaufgaben überwiegend unbedingt und ohne aufzugeben gelöst werden möchten, vgl. Abbildungen 6.1e und 6.1f.

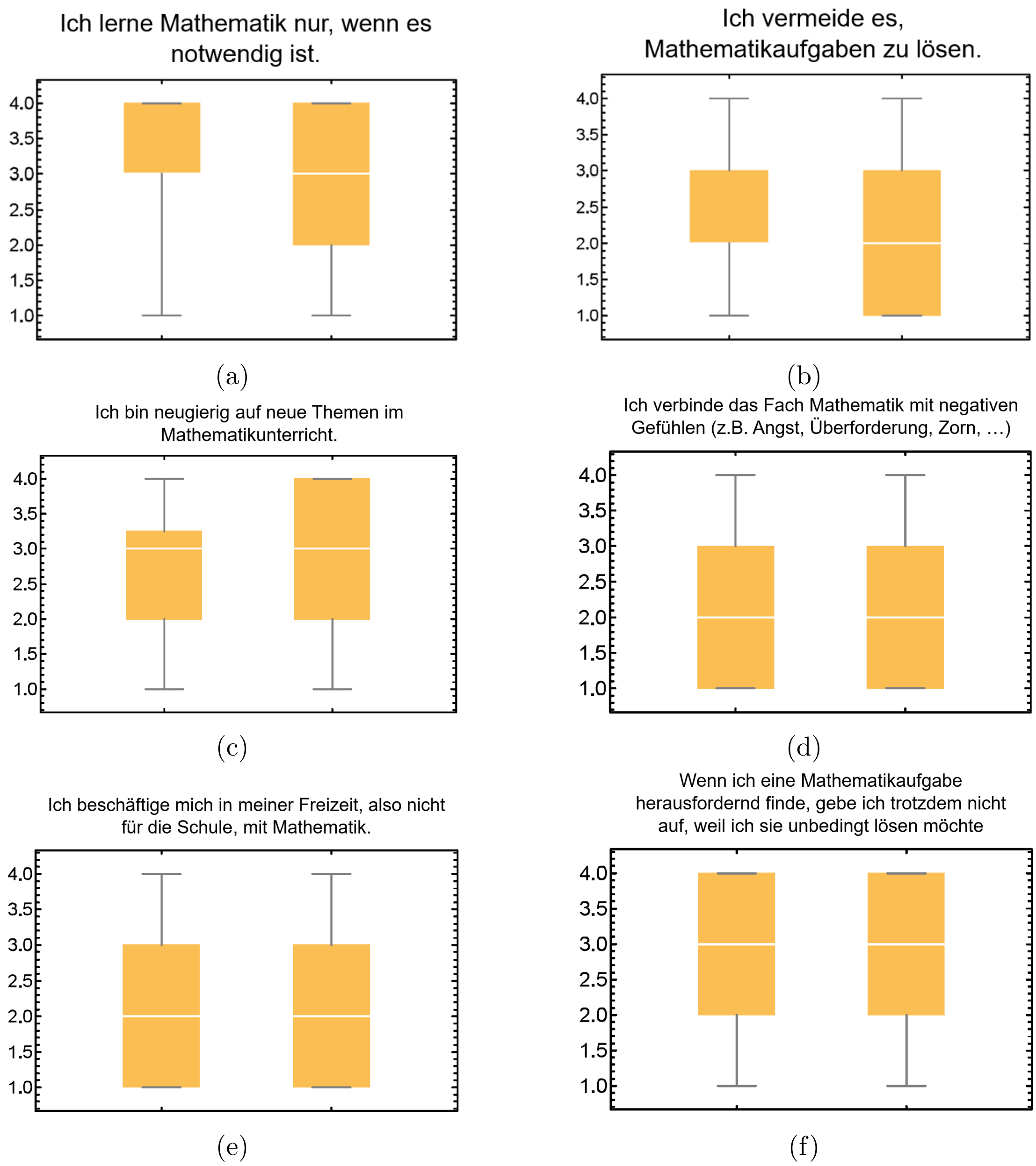


Abbildung 6.1: Ausgewählte Items zum Interesse am Fach, rechts: 1. Befragung, links: 2. Befragung, siehe [27]

Um genauere Aussagen über die Entwicklung des Interesses treffen zu können, wurden individuelle Entwicklungen im Zuge der Auswertung betrachtet. Insgesamt konnten von 52 Schüler*innen aufgrund der angegebenen Identifikationsnummern zwei Erhebungen durchgeführt und verglichen werden. Es wurde für die Analyse des Interesses am Fach Mathematik für jede dieser Personen das arithmetische

Mittel über die Items zum Nicht-Interesse, zum situativen Interesse und zum individuellen Interesse berechnet. Die nachfolgenden Grafiken 6.2, 6.3 und 6.4 zeigen für die 52 analyisierten Befragten in Blau die Mittelwerte der ersten Befragung und in Orange jene der zweiten Befragung. Betrachtet man die Entwicklung von Nicht-Interesse bzw. Desinteresse am Fach Mathematik, zeigt sich überwiegend ein Rückgang, während aus den Liniendiagrammen zur Entwicklung situativen und individuellen Interesses wenig abzuleiten ist. Im Zuge der Kollaboration mit Krause und Fischer ist für genauere Aussagen die Berechnung der Signifikanzniveaus der einzelnen Gruppen in Arbeit. Es wird erwartet, dass für die Änderung des Nicht-Interesses Signifikanz nachgewiesen werden kann.

Abschließend wurde in diesem Block eine Selbsteinschätzung des Interesses an naturwissenschaftlichen Fächern abgefragt. Hierbei konnten keine bemerkenswerten Änderungen festgestellt werden. Vergleicht man das Interesse an den unterschiedlichen Fächern sind die höchsten Werte für die Fächer Biologie und Chemie (Median von 6 in einer aufsteigenden Skala von 0 bis 8) und das niedrigste Interesse mit einem Median von 3,5 für Informatik genannt worden. Für das Interesse an Mathematik gab ca. die Hälfte der Befragten einen Wert zwischen 4 und 6 an.

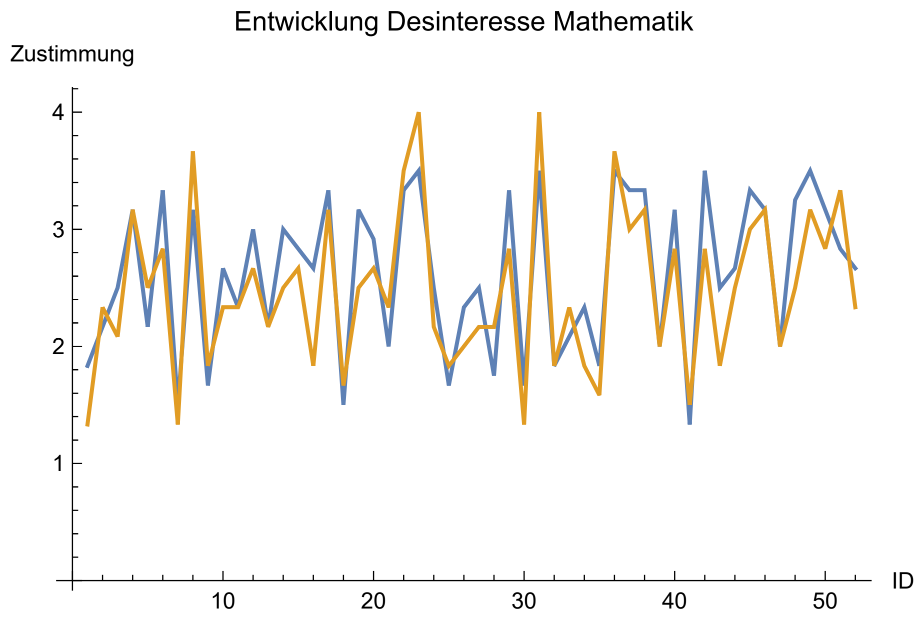


Abbildung 6.2: Individuelle Entwicklung Desinteresse an Mathematik, blau: 1. Befragung, orange: 2. Befragung, siehe [27]

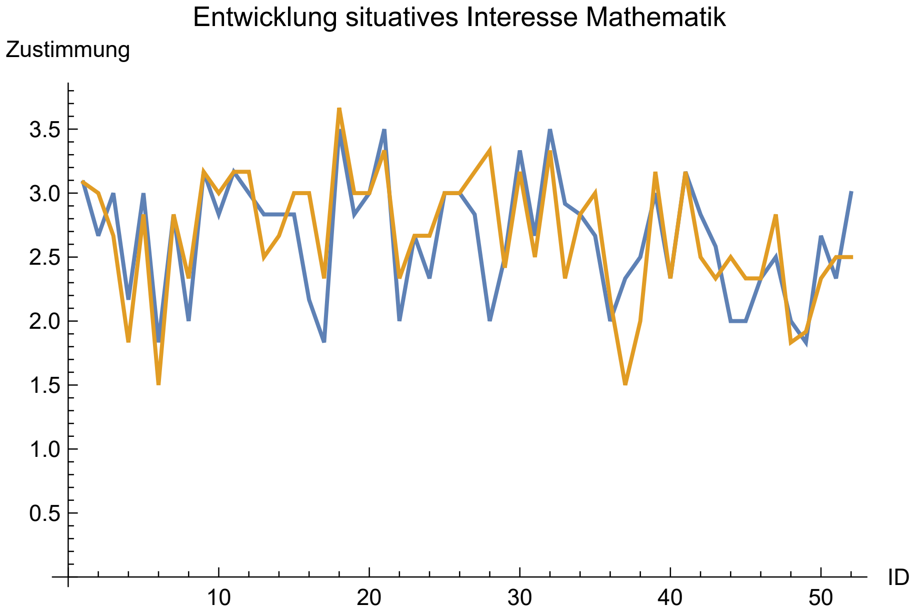


Abbildung 6.3: Individuelle Entwicklung situatives Interesse an Mathematik, blau: 1. Befragung, orange: 2. Befragung, siehe [27]

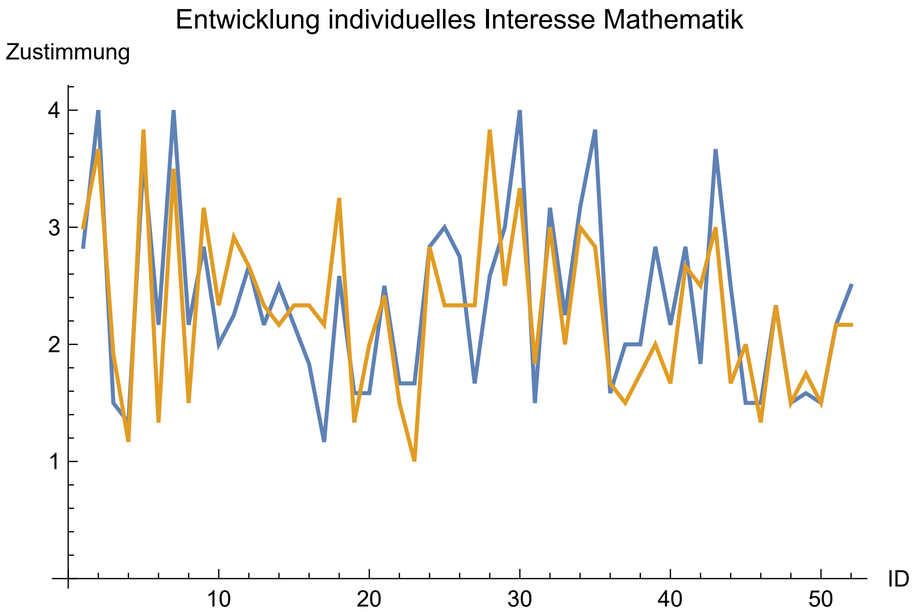
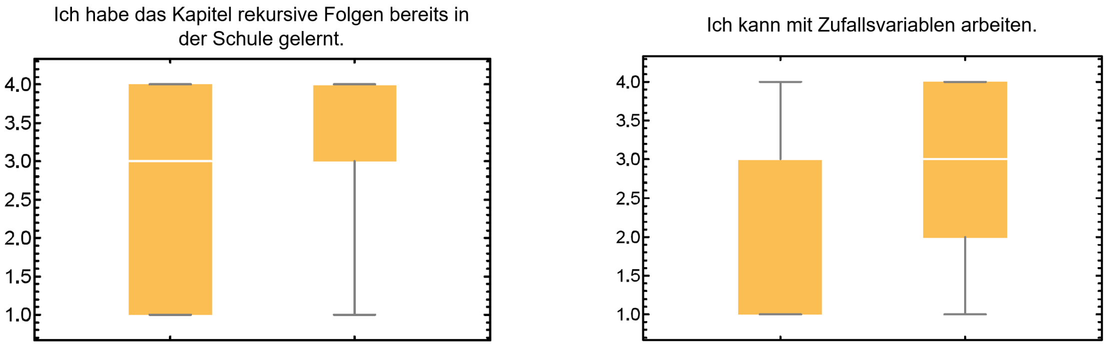


Abbildung 6.4: Individuelle Entwicklung individuelles Interesse an Mathematik, blau: 1. Befragung, orange: 2. Befragung, siehe [27]

6.2.2 Block 2 - Vorwissen, fachliche Kompetenzen

Bei der Auswertung des Vorwissens wurde bestätigt, dass in den ersten Projektstunden noch nicht alle Klassen das Thema Folgen und Reihen erarbeitet hatten. Beim zweiten Termin wurde dieses Thema überwiegend als schulisch gelernt angegeben, vgl. Abbildung 6.5a. Zudem kann im Zuge des Projektes eine positive Entwicklung der selbst eingeschätzten Kompetenzen im Umgang mit Zufallsvariablen und rekursiven Folgen beobachtet werden, wie beispielsweise Abbildung 6.5b zeigt.



(a) (b)

Abbildung 6.5: Ausgewählte Items Block 2, links: 1. Befragung, rechts: 2. Befragung, siehe [27]

6.2.3 Block 3 - Interesse an der Tätigkeit

Analog zur Auswertung des ersten Blockes wurden die Ergebnisse der einzelnen Items, mit denen das Interesse an der Tätigkeit und der Arbeit mit Tabellenkalkulationen erhoben wurde, als Boxplots visualisiert. Für eine genauere Betrachtung der Entwicklung wurden die Angaben zu den einzelnen Items zusätzlich als Histogramme dargestellt. Dabei entsprechen orange Flächen der ersten Befragung, blaue der zweiten und graue Flächen kennzeichnen Überlappungen.

Items, die das Nicht-Interesse abfragten, sind in der Auswertung ausgeglichen zwischen Zustimmung und Ablehnung verteilt. In den Histogrammen in 6.6a und 6.6b zeigt sich, dass Überforderung oder negative Empfindungen, wie Anstrengung bezüglich der Arbeit mit Tabellenkalkulationen, leicht gestiegen sind. Die Auswertung der Items zu Indifferenz zeigt hingegen, dass vor den Einheiten der Großteil der Befragten bereits mit Tabellenkalkulationen gearbeitet hat und weiß, worum es sich dabei handelt. Es wurde zusätzlich eine leichte Verbesserung hinsichtlich Indifferenz zu dieser Arbeitsweise erreicht, siehe beispielsweise Abbildung

6.6f. Ca. 80 Prozent der Schüler*innen gaben, wie in 6.6c ersichtlich, an, Tabellenkalkulationen nur zu verwenden, wenn es im Unterricht notwendig ist. Dies deckt sich auch mit den Angaben bei Items, die die Beschäftigung Zuhause oder den Austausch mit anderen dazu abfragten. Unterrichtsstunden, in denen Tools wie Excel eingesetzt werden, sind eher nicht als interessant eingestuft worden. Bei diesem Item konnte sogar eine leichte Verschlechterung im Zuge des Projektes beobachtet werden, vgl. Abbildung 6.6g. Die Histogramme in 6.6d und 6.6e zeigen ähnliche Entwicklungen bei den Fragen, ob die Schüler*innen mehr über Programmiersprachen und Tabellenkalkulationen lernen möchten. Es ist anzumerken, dass die Auseinandersetzung mit Programmiersprachen im Vergleich zu Tabellenkalkulationsprogrammen mehr positive Rückmeldungen erhalten hat. Bei der Frage, ob die Schüler*innen gerne am Computer oder Laptop arbeiten, haben mehr als die Hälfte der Schüler*innen zugestimmt und über 30 Prozent eher zugestimmt. Zusammenfassend konnten leichte Änderungen des Interesses, eher in das Negative, festgestellt werden.

Durch die Betrachtung der individuellen Veränderungen, analog wie in der Auswertung von Block 1 vorgestellt, soll versucht werden, genauere Aussagen treffen zu können. Die Abbildungen 6.7a, 6.7b, 6.7c und 6.7d zeigen in Blau die individuellen Ergebnisse der ersten Befragung und in Orange jene der zweiten Befragung für die vier untersuchten Interessengruppen. Die Entwicklung der Indifferenz deckt sich mit der Analyse des Gruppenvergleichs. Es kann eine überwiegende Verminderung in der Grafik festgestellt werden. Bei der Entwicklung des Nicht-Interesses und situativen Interessen können vereinzelt Verschlechterungen festgestellt werden, aber auch individuelle Verbesserungen. Die Ergebnisse des individuellen Interesses zeigen weniger Veränderungen, wobei auch vereinzelt Verschlechterungen ersichtlich sind. Inwiefern die Änderungen signifikant sind, wird im Zuge der weiteren Forschung der Kollaboration untersucht.

Zusätzlich zur Erhebung des Interesses wurde eine Selbsteinschätzung zu Kompetenzen mit digitalen Medien wie Laptop, Computer oder Smartphone eingeholt. Kenntnisse im Umgang mit Laptop und Computer wurden mit einem Median von 6 in einer Skala von 0 bis 8 eher hoch eingeschätzt und die Fähigkeiten im Umgang mit dem Smartphone wurden als sehr hoch angegeben. Im Gegensatz dazu wurden die Programmierkenntnisse im Allgemeinen eher gering eingeschätzt. Änderungen konnten in diesen Kategorien nicht festgestellt werden. Die Kenntnisse in Microsoft Excel wurden ebenfalls erhoben und im ersten Durchgang mit einem Median von 5 deutlich besser als die Programmierkenntnisse eingeschätzt. In der zweiten Befragung wurden die eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Tabellenkalkulationsprogramm aber deutlich geringer angegeben, vgl. Abbildung 6.6h.

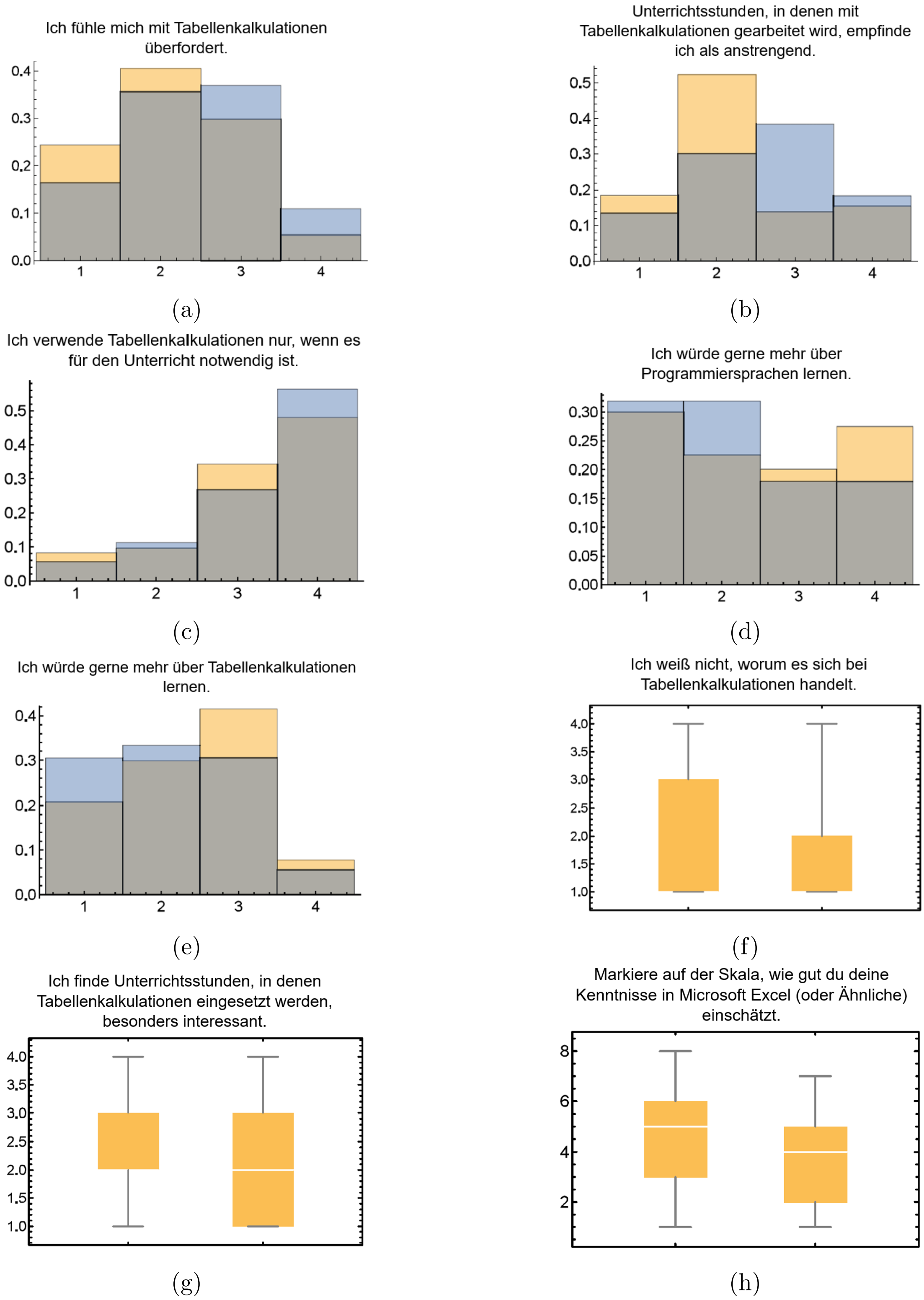


Abbildung 6.6: Ausgewählte Items zum Interesse an der Tätigkeit, Histogramme - orange: 1. Befragung, blau: 2. Befragung, Boxplots - rechts: 1. Befragung, links: 2. Befragung, siehe [27]

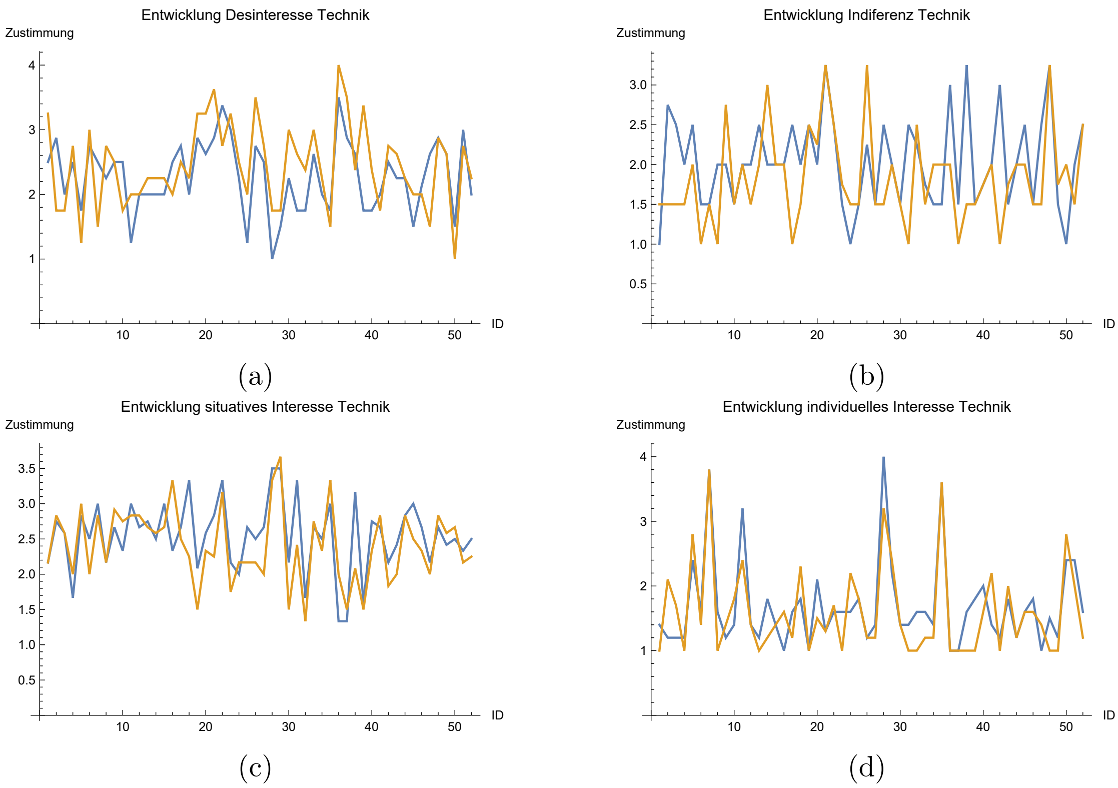


Abbildung 6.7: Individuelle Entwicklungen vom Interesse an der Tätigkeit, blau: 1. Befragung, orange: 2. Befragung, siehe [27]

6.2.4 Block 4 - Interesse am Thema bzw. den Projektstunden

Abschließend wurde das Interesse am Modellieren und Simulieren von Infektionsraten und den Projektstunden an sich ausgewertet. Dieser Block wurde nur in der zweiten Erhebung abgefragt, weshalb kein Vergleich der Daten stattfindet. Die Ergebnisse für die einzelnen Items wurden in Histogrammen visualisiert. Items, in denen das Nicht-Interesse abgefragt wurde, sind überwiegend eher nicht und nicht zugestimmt worden. So gaben beispielsweise ca. 70 Prozent der Schüler*innen an, dass sie die Projektstunden nicht oder eher nicht gelangweilt haben, vgl. 6.8a. Zudem gaben zwischen 80 und 90 Prozent nach Angabe nicht schnell beim Modellieren und Simulieren des Random Walks und der Infektion auf, wie beispielsweise Abbildung 6.8b zeigt. Mehr als drei Viertel der Befragten verneinten die Aussage, nicht wiedergeben zu können, was in den Projektstunden passiert ist, da sie nicht aufgepasst haben, siehe 6.8c. Hohe Zustimmungsraten ergaben Items, in denen die persönliche Relevanz und das Interesse am Themenfeld Gesundheit und Krankheit sowie explizit das Thema Infektionskrankheiten erhoben wurde, was 6.8d beispielhaft veranschaulicht. Mehr als die Hälfte der Schüler*innen empfanden die Inhalte der Projektstunden als nützlich für ihren Alltag und gaben an, Spaß am Simulieren gehabt zu haben. Sogar ca. 70 Prozent der Schüler*innen möchten sich nach ihren Angaben vermehrt im Mathematikunterricht mit Anwendungsfeldern aus den Naturwissenschaften beschäftigen, siehe Abbildung 6.8e. Im Vergleich dazu ist aus dem Histogramm in 6.8f ersichtlich, dass mehr als die Hälfte der Befragten keine Simulationen in Zukunft im Unterricht erarbeiten möchten. Zwischen 10 und 20 Prozent gaben in unterschiedlichen Items an, sich mit Mitschüler*innen oder der Familie und Freunden über das Thema ausgetauscht zu haben. Selbst zu Hause vertiefend auseinandergesetzt, haben sich nur einzelne Schüler*innen.

6.2.5 Vergleich mit Informatikinteresse

Wie aus den Beobachtungen der Projektstunden ersichtlich ist, gab es in den Klassen einzelne Schüler*innen, die besonders positiv herausgestochen sind. Zum Beispiel wurde vermehrt mitgearbeitet, oder auch in Pausen oder zwischen den Projektstunden an den Simulationen gearbeitet. Häufig schien es so, dass gerade jene Schüler*innen, die an Informatik oder am Programmieren interessiert sind, auch großes Interesse am Projektthema zeigten. Um hierzu genauere Aussagen treffen zu können, wurden durch ein Item zur Selbsteinschätzung des Informatikinteresses jene Schüler*innen herausgefiltert, die bei beiden Erhebungen hohes Interesse, also Werte im oberen Drittel, angaben. Es handelte sich dabei um acht Schüler*innen. Ihre Ergebnisse im Block 4 wurden gesondert betrachtet und mit den Angaben der anderen Schüler*innen verglichen.

Im Vergleich zeigt sich, dass Schüler*innen mit hohem Informatikinteresse niedrigere Werte beim Nicht-Interesse angaben, als die Vergleichsgruppe, wie beispielsweise Abbildung 6.9a zeigt. Des Weiteren konnte ein Unterschied bei Items, die sich auf den Sinn bzw. den Nutzen für das eigene Leben bezogen haben, festgestellt werden. Abbildung 6.9b veranschaulicht eine erhöhte Zustimmung der Informatikinteressierten auf die Frage, ob ihnen die Inhalte im Alltag nützlich sein können. Bei Items, die sich auf das zugrunde liegende Themenfeld Gesundheit und Krankheit oder Infektionskrankheiten beziehen, sind keine bemerkenswerten Unterschiede feststellbar. Informatikinteressierte hatten nach ihren Angaben eher Spaß an den Simulationen, vgl. Abbildung 6.9c und möchten diese im Unterricht in Zukunft öfter erarbeiten. Abbildung 6.9d zeigt, dass sie in diesem Item anteilsmäßig mehr Zustimmungen als die Vergleichsgruppe hatten. Obwohl auch die Informatikinteressierten kaum Austausch mit ihren Mitschüler*innen oder Freunden zum Thema angaben, sieht man im Vergleich doch eine leichte Verschiebung der Verteilung ins Positive, siehe Abbildung 6.9e. Die Beobachtung, dass Informatikinteressierte vermehrt mitgearbeitet haben und Engagement zeigten, bestätigt der Vergleich zu folgendem Item: „Ich habe aktiv in den Projektstunden mitgearbeitet, weil ich die Inhalte interessant fand.“, vgl. 6.9f. Dieser Aussage wurde von keinem der achte gesondert Untersuchten nicht zugestimmt und sie wurde überwiegend bestätigt.

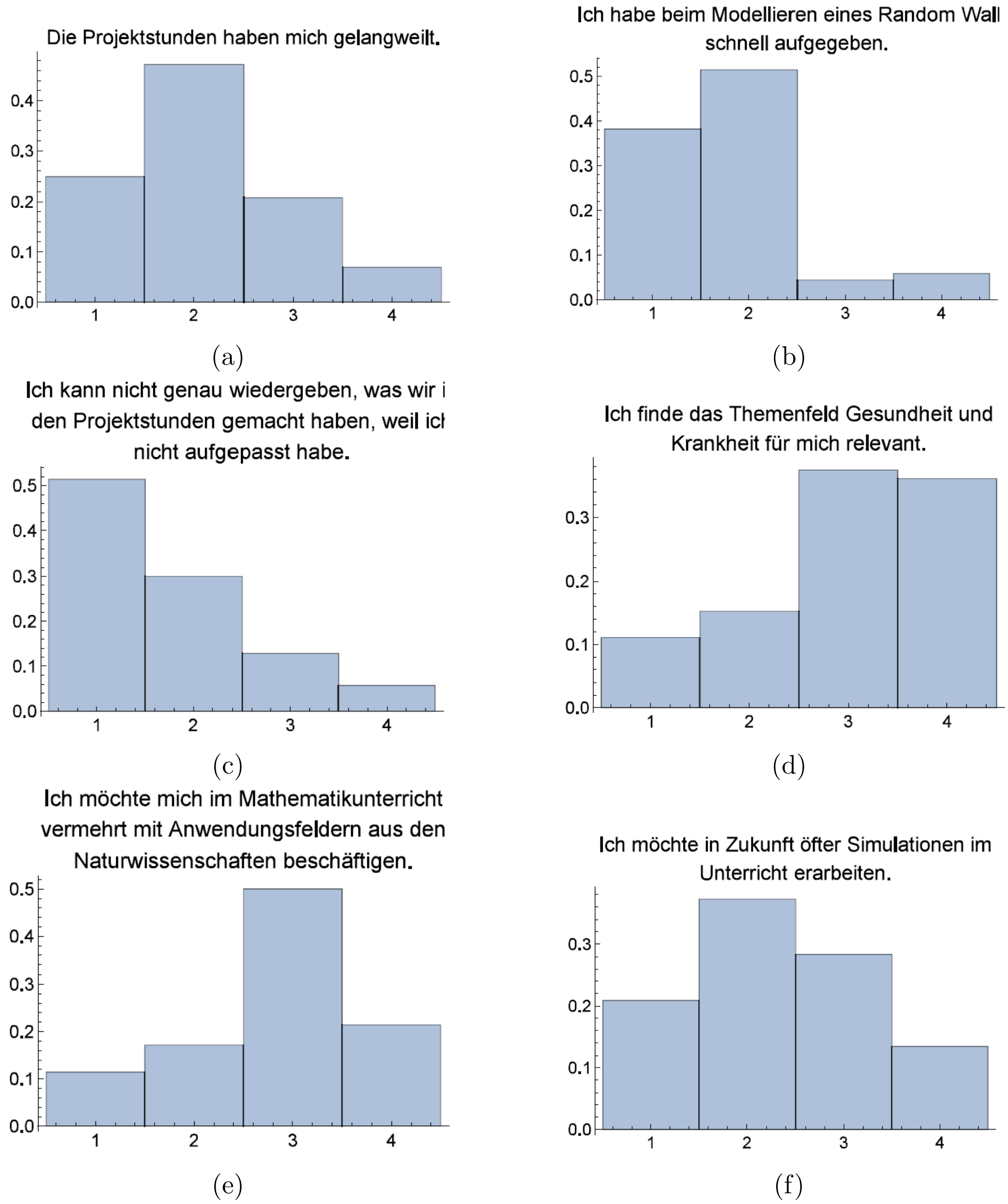


Abbildung 6.8: Ausgewählte Items zum Interesse am Thema, siehe [27]

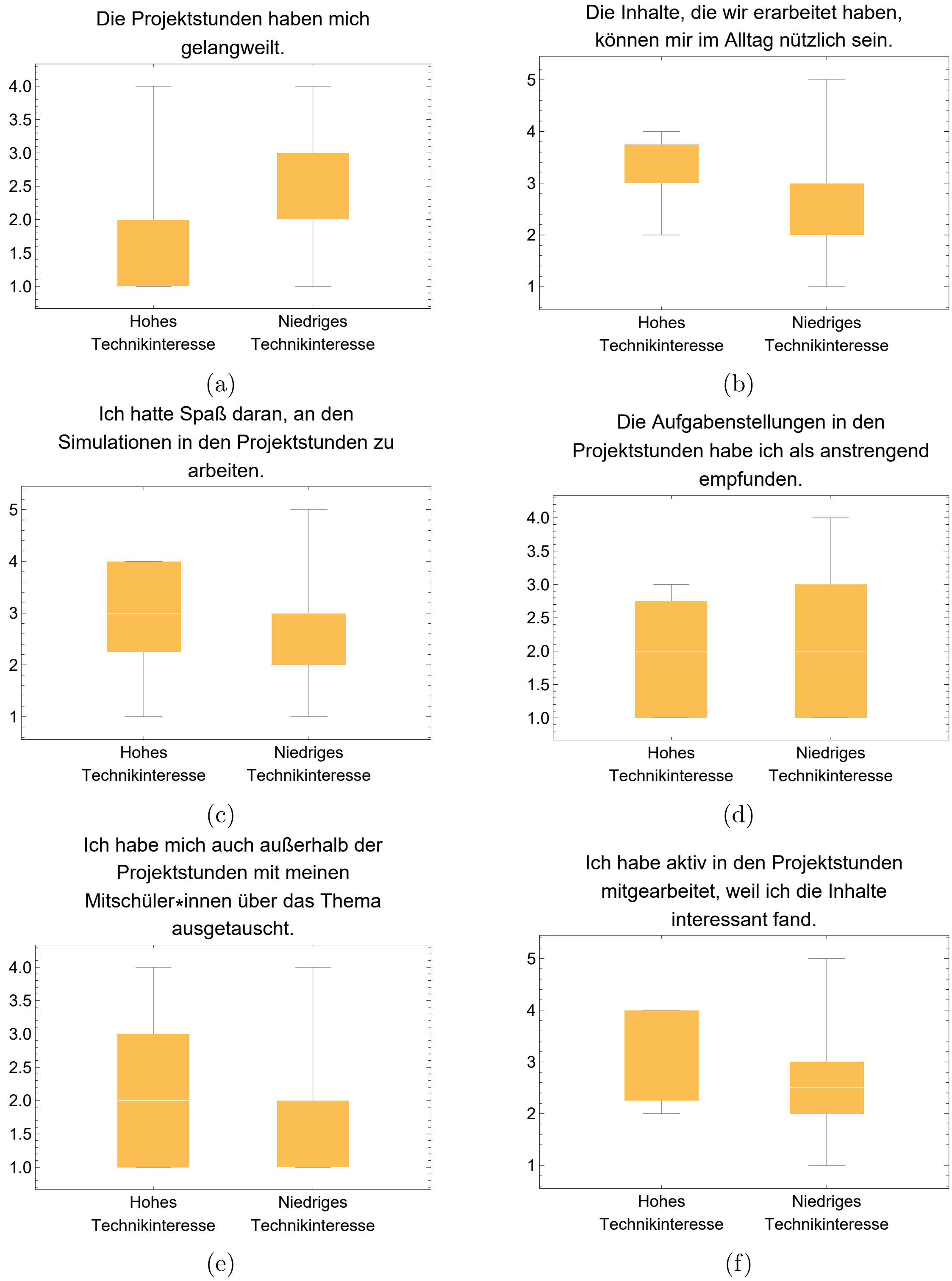


Abbildung 6.9: Vergleich mit Informatikinteressierten Block 4, siehe [27]

6.3 Linksammlung

Insgesamt wurde die Linksammlung mit den weiterführenden Materialien von 25 Personen besucht, wobei sie 50 Mal angeklickt wurde. Die Folien zur ersten Einheit wurden von 13 Personen und insgesamt 18 Mal heruntergeladen, während die Folien der zweiten Einheit von 16 Personen (insgesamt 24 Mal) angeklickt wurden, vgl. [27].

Es konnte festgestellt werden, dass Links zu Animationen wesentlich öfter angeklickt wurden, als ähnliche nicht animierte Simulationen. Diese hatten insgesamt sehr niedrige Besuchszahlen. Weiters wurden Maturaaufgaben und Links, die Schulbezug aufwiesen, häufiger besucht als vergleichbare nicht schulbezogene Links, vgl. [27].

6.4 Aufgabenstellungen

6.4.1 Erster Termin

Das Brainstorming mittels Online-Wordcloud wurde in allen Klassen sehr gut angenommen und es konnten dadurch zahlreiche Aspekte und Ideen, welche in einer Modellierung berücksichtigt werden können, gesammelt werden. Abbildung 6.10 zeigt ein beispielhaftes Ergebnis.

Abbildung 6.10: Wordcloud zur Frage: Welche Aspekte müssen wir in der Modellierung berücksichtigen? (Schülerlösung)

Die erste Gruppenarbeitsphase, in der Spielfelder für einen Random Walk gezeichnet und Regeln für die Bewegung der Personen festgelegt werden sollten, ließ genug Spielraum für die Kreativität der Schüler*innen offen, was auch die Auswertung der Aufgabe ergab. Alle Gruppen haben ein Spielfeld unterschiedlich detailliert und mit verschiedenen Ansätzen gezeichnet. Da es hier keine richtige Lösung gibt, sind die verschiedenen Ansätze der Gruppen genauer untersucht worden. Es konnten dabei folgende Strategien beobachtet werden:

- **Spielfeld als Zellgitter**: Ohne vorher einen zellulären Automaten zu besprechen, hat ca. die Hälfte der Gruppen ein zweidimensionales Zellgitter gezeichnet. Es wurden dabei überwiegend quadratische Zellformen gewählt, wobei einzelne Gruppen auch rechteckige oder sogar dreieckige Formen zeichneten. Drei Gruppen ergänzten die Zellen um besondere Bereiche, wie beispielsweise eine Straße, an der sich Personen bewegen müssen, oder extra Zonen für Gesunde und Genesene oder Tote. Einige Gruppen haben kaum Regeln schriftlich festgehalten, weshalb außer den Zellgittern ihre Überlegungen nicht nachvollzogen werden konnten. Jene Gruppen, die sich mit Regeln auseinandergesetzt haben, definierten beispielsweise die Richtungen, in die sich die Personen bewegen dürfen, ob sich Personen treffen dürfen, wie schnell man sich bewegt und welche Startpositionen gewählt werden. Eine Gruppe beschrieb mit ihren Regeln eine Zombieapokalypse, wie sie im zweiten Teil in Ausblick gestellt wurde. Auf den Rand des Zellgitters gingen nur zwei Gruppen ein und sie beschrieben beide eine No-Flux Randbedingung. Vereinzelt definierten Gruppen die Bewegungsrichtung über festgelegte Wahrscheinlichkeiten. Eine Gruppe legte deterministische Regeln fest. Die Idee der Zufallsvariable, griff ein Team indirekt auf, indem sie durch einen Würfel die Richtung der Person festlegten.

- **Bewegung auf Pfaden oder Linien**: Etwa 10 Prozent der Gruppen ließen die Personen auf Pfaden oder Wegen bewegen. Dadurch war die Richtung explizit vorgegeben. Einzelne Gruppen definierten zusätzlich, wie Personen Pfade verlassen oder umkehren können. Zudem stellte eine Gruppe die Pfade als Vektoren in einem Koordinatensystem dar.

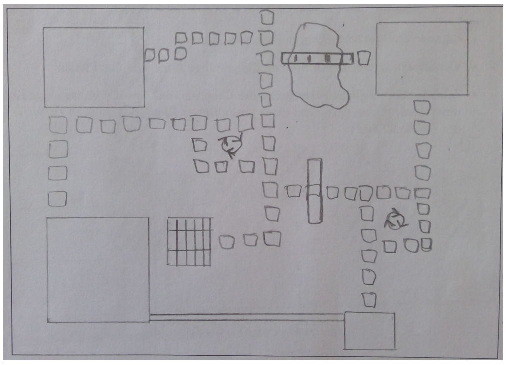
- **Bewegung von Punkt zu Punkt**: Vier Gruppen aus verschiedenen Klassen definierten eine Bewegung von Punkt zu Punkt und folgten damit einer ähnlichen Strategie wie jener des festgelegten Zellgitters. Die Punkte waren aber bei allen Gruppen willkürlich angeordnet und es wurden verschiedene Regeln formuliert, auf welche Punkte sich Personen bewegen dürfen.

- **Zirkuläre Bewegungen**: Vermehrt wurden zirkuläre Bewegungsmuster festgelegt. Beispielsweise zeichnete eine Gruppe festgelegte Tische in den Raum.

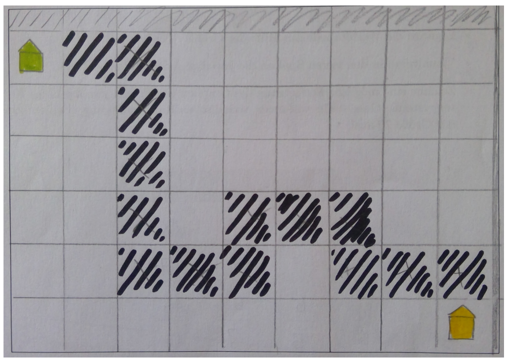
Personen durften sich einzig darum bewegen, es wurden dafür aber keine Wege, Linien, Punkte oder Zellen eingezeichnet. Eine andere Gruppe definierte beispielsweise eine schneckenförmige Bewegung.

- **Sonstiges:** Vereinzelt zeichneten Gruppen verschiedene Räume und Orte und gestalteten tatsächlich spielbrettartige Welten. Bei diesen Gruppen wurden nur selten Regeln, wie die Bewegung stattfindet, festgehalten. Zwei Gruppen überlegten bei der Festlegung der Regeln bereits eine Implementierung in Excel bzw. einen Bezug zum Programmieren. So wurden die Startpositionen beispielsweise über eine Zufallszahl bestimmt, was genauso später auch im Zuge der Simulation umgesetzt wurde.

Abbildungen 6.11a und 6.11b zeigen zur besseren Vorstellung der Ergebnisse zwei beispielhafte Spielfelder.



(a) Spielfeld mit Pfaden und Räumen



(b) Spielfeld mit Zellgitter und Straße

Abbildung 6.11: Beispielhafte Spielfelder (Grafiken von Schüler*innen)

Neben der Auswertung der Spielfelder wurden auch die in Gruppen simulierten Random Walks untersucht. 14 Daten wurden dabei erstellt und abgegeben. Nur in einer Datei konnte die Bewegung nicht richtig simuliert werden. Fünf Gruppen und somit fast 40 Prozent konnten die Randbedingung nicht einbauen. In den restlichen sieben Dateien wurde sowohl die Bewegung, als auch die Randbedingung so umgesetzt, dass die Simulation funktioniert. Sieben Gruppen stellten die Simulation der zufälligen Bewegung grafisch als Liniendiagramm dar. Abbildung 6.12 zeigt ein beispielhaftes Excelblatt einer Gruppe, die die Simulation vollständig umsetzen konnte. Ein Schüler hat sich zusätzlich Zuhause mit der Simulation beschäftigt und diese nicht als zellulären Automaten, sondern zweidimensional im Koordinatensystem über eine von einer Zufallszahl abhängige Berechnung der Änderungen Δx und Δy dargestellt. Zur Visualisierung baute er ein Makro ein. Sein Ziel war es, eine ähnlichere Simulation zum Washington Post Artikel zu erstellen. Abbildung 6.13a zeigt sein Zuhause erarbeitetes Excelblatt.

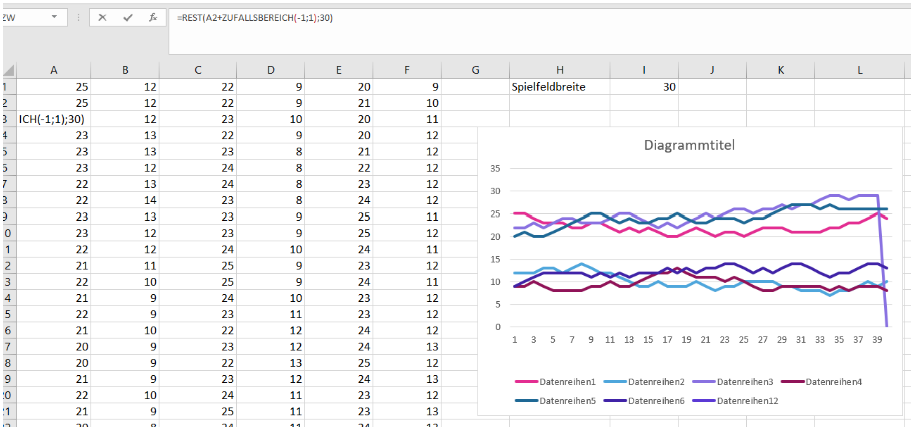
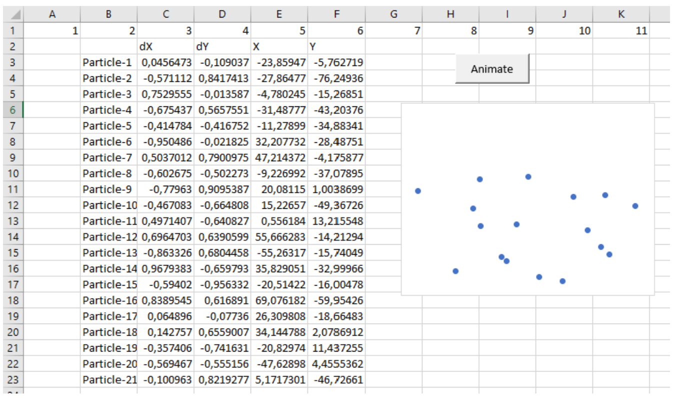
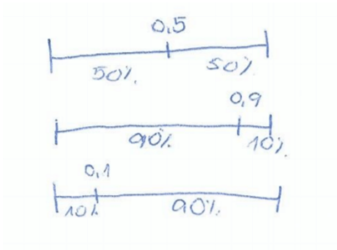


Abbildung 6.12: Beispielhafte Simulation eines Random Walks (Schülerlösung)



(a) Eigenständige Simulation eines Random Walks außerhalb des Projektes (Schülerlösung)



(b) Skizze zu Aufgabe 1 - Termin 2 (Schülerlösung)

6.4.2 Zweiter Termin

Bei Aufgabe 1 der zweiten Doppelstunde sollten zur Verfügung gestellte Excel Dateien untersucht werden und die Idee der Zufallsvariable, sowie des Drifts erarbeitet werden. 52 Arbeitsblätter konnten ausgefüllt ausgewertet werden, wobei zu berücksichtigen ist, dass bei einer Arbeit in Gruppen eine Mitschrift genügte. Die simulierte Randbedingung konnten alle Schüler*innen richtig erkennen. Ca. 10 Prozent haben ansonsten keine Aufzeichnungen gemacht. Einige Schüler*innen bearbeiteten nur zwei der drei Aufgaben und machten sich kaum Notizen. Ca. 70 Prozent der Aufgaben wurden vollständig gelöst. Ein Fünftel davon war eher oberflächig oder unpräzise erarbeitet. Die restlichen Ausarbeitungen waren fachlich korrekt und detailliert ausgearbeitet. Die Rolle der Zufallsvariable konnten ca. 65 Prozent der Schüler*innen korrekt erklären. Auf einem Arbeitsblatt fand sich die Skizze in 6.13b zur Unterstützung bei der Aufstellung der Hypothesen zur Auswirkung des eingebauten Drifts. Mit ähnlichen Skizzen wurde im Zuge der individuellen Unterstützung in Gruppenarbeitsphasen vereinzelt das Konzept der Zufallsvariable erklärt.

Mit der zweiten Aufgabe sollte ein Forschungszyklus umgesetzt werden. Es wurde zur Bearbeitung überwiegend die Excel Datei ohne Social Distancing Maßnahmen mit einem kleineren Feld verwendet. Bloß fünfmal wurde das große Feld herangezogen. Sieben Schüler*innen beschäftigten sich mit der Simulation mit Social Distancing. Jene Gruppen, die sich nicht mit Social Distancing beschäftigt haben, stellten verschiedenste Fragestellungen auf. Diese unterschieden sich stark bezüglich der Formulierung. Während einige Schüler*innen offene Fragen gestellt haben, wie zum Beispiel *„Was passiert, wenn alle auf dem selben Feld starten?“*, wurden andere Fragen sehr präzise formuliert. Hierfür wäre ein Beispiel: *„Wie viele Menschen werden von einem Virus mit nur noch 60 Prozent Ansteckungswahrscheinlichkeit auf engem Raum infiziert, bei $t = 1$ bis $t = 12$?“*. Ähnlich wie in der erstgenannten Frage wurde mehrmals untersucht, wie sich unterschiedliche Aufteilungen im Raum auf das Infektionsgeschehen auswirken. Zudem gaben einige Gruppen einen Drift in eine bestimmte Richtung vor, um Szenarien wie das Bewegungsverhalten auf Einkaufsstraßen zu simulieren. Des Weiteren wurde die Anzahl der Infizierten verändert und verschiedene Abstände zu Gesunden untersucht. Viele Gruppen beschäftigten sich mit einer Veränderung der Ansteckungswahrscheinlichkeit. Einige wollten dadurch die Auswirkungen von Masken oder Impfungen herausfinden. Nur bei vier Arbeitsblättern wurde die Aufgabe nicht vollständig bearbeitet. Einige Gruppen erhielten nicht erwartete Ergebnisse auf ihre Forschungsfragen, was die Diskussion zur Aussagekraft eines einzigen Simulationsdurchlaufs anregte.

6.5 Feedback zu den Projektstunden

Abschließend wurde im Zuge der zweiten Fragebogenerhebung von den Schüler*innen Feedback zu den Projektstunden eingeholt. Dazu wurde nach der Verständlichkeit, dem persönlichen Schweregrad und der Stimmung während der Einheiten gefragt.

Ca. drei Viertel der Schüler*innen gaben an, das Thema verstanden zu haben bzw. fanden die Inhalte der Projektstunden verständlich, vgl. Abbildungen 6.14a und 6.14b. Die Säulendiagramme in 6.15a und 6.15b zeigen, dass sich nur einzelne unterfordert gefühlt haben. Etwa ein Viertel tendierte zu einer Überforderung. Insgesamt wurde die Stimmung in den Projektstunden von ca. 90 Prozent der Schüler*innen als angenehm empfunden, vgl. Abbildung 6.14c. Dieses positive Feedback zeigte sich auch in der abgefragten Notenvergabe zu den Projektstunden insgesamt, der Vortragenden und den bereitgestellten Materialien. Eine Übersicht liefert Abbildung 6.16.

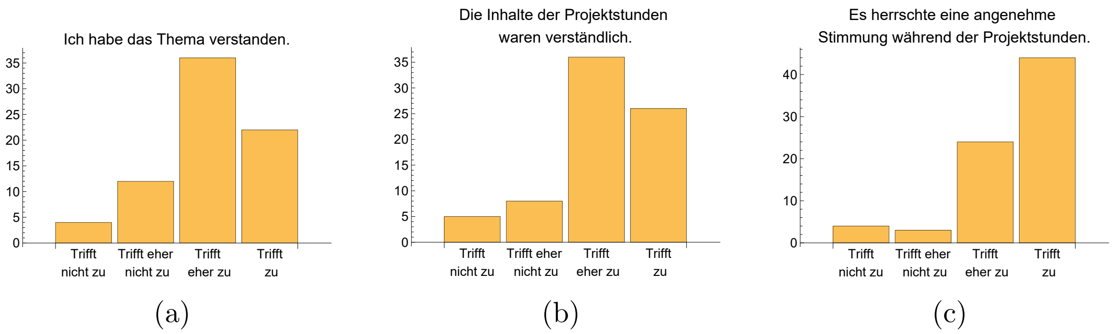


Abbildung 6.14: Auswertung Feedback 1, siehe [27]

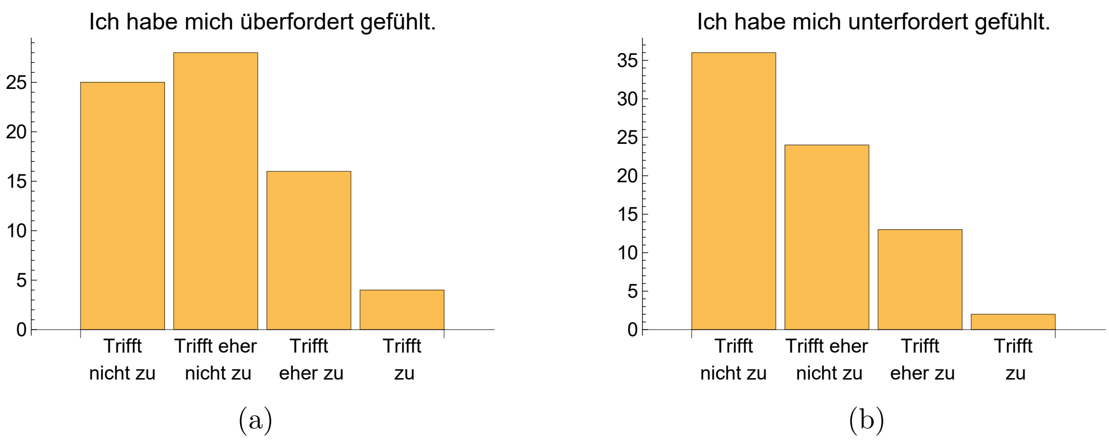
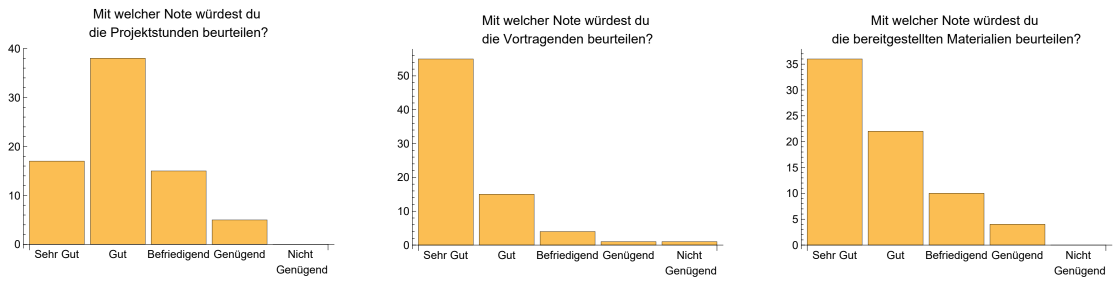


Abbildung 6.15: Auswertung Über- und Unterforderung, siehe [27]



(a) (b) (c)

Abbildung 6.16: Auswertung Feedback 2, siehe [27]

Zusätzlich zu der geschlossenen Feedbackerhebung wurde den Schüler*innen die Möglichkeit gegeben in einem offenen Fenster anonym Rückmeldung zu den Projektstunden zu geben. Davon haben 12 der 80 Befragten Gebrauch gemacht. 10 davon waren durchwegs positiv. Es wurde die Vortragende gelobt, das Thema als „cool“ und interessant bezeichnet und die Methode des Expertenpuzzles positiv hervorgehoben. Ebenfalls erwähnte ein*e Schüler*in explizit, dass das Interesse an Mathematik durch das Projekt geweckt wurde:

*Sogar als Person, die momentan Dreien und Vieren auf Mathematik Schularbeiten schreibt, ist mein Interesse an Mathematik geweckt worden, und ich werde mich definitiv weiter mit den Inhalten der Projektstunden befassen! Dankeschön! (Schüler*in, 2023)*

Bei den negativen Rückmeldungen bezog sich eine auf das Arbeiten mit Excel. In der anderen Rückmeldung wurde das Thema als ansprechend genannt, aber die Umsetzung als zu simpel kritisiert. Eine Simulation auf einer wissenschaftlichen Ebene wurde hier vermisst.

Zusammenfassend ergab sich von den Schüler*innen ein großteils positives Feedback. Auch die jeweiligen Mathematiklehrpersonen sprachen sich sehr gut für das Projekt aus. Eine Lehrperson war beispielsweise positiv überrascht, dass leistungsschwache Schüler*innen in unseren Gruppenarbeitsphasen die Rolle von Mathematikprofis übernommen haben und dieser auch gerecht werden konnten.

7 Diskussion

Im Zuge der Diskussion werden die im vorangehenden Kapitel vorgestellten Ergebnisse interpretiert und die Forschungsfragen beantwortet.

7.1 Zur ersten Frage F1

Zur Beantwortung der ersten Forschungsfragen - inwiefern durch den Einsatz von Modellierungen und Simulationen zu Infektionsraten über eindimensionale zelluläre Automaten im Mathematikunterricht das Fachinteresse und die Entwicklung von Nicht-Interesse beeinflusst werden kann - werden die Ergebnisse der Fragebogenauswertung von Block 1 herangezogen. In dieser Stichprobe konnte im Zuge des Projektes eine Verringerung des Nicht-Interesses am Fach Mathematik nachgewiesen werden. Quantitativ sind kaum Verbesserungen oder Verschlechterungen des situativen und individuellen Interesses ersichtlich. Einzelne Items, zeigen aber, dass durchaus Neugierde auf weitere mathematische Themen geweckt werden konnte, was für eine positive Beeinflussung des situativen Interesses spricht. Die Hypothese H1 ist somit weitestgehend eingetroffen, wobei zu Beginn quantitativ größere Veränderungen des situativen Interesses erwartet wurden. Eine Vermutung für die niedrigen Veränderungen ist möglicherweise ein teilweise zu wenig transparenter Bezug zur Mathematik in den Projektstunden. Der mathematische Hintergrund wurde nur in der ersten Einheit detaillierter mit eigenen Folien aufgezeigt und das in manchen Klassen aufgrund des Zeitmangels eher oberflächlich. Da aber durchaus einzelne Items für Verbesserungen des situativen Interesses sprechen, ist eine umfangreichere Auswertung der Daten als Ausblick angestrebt. An dieser Stelle kann über die Vermutung hinaus keine bessere Begründung bzw. Aussage über die Änderung des situativen Interesses am Fach Mathematik getroffen werden.

Das schriftliche Feedback eines Schülers bzw. einer Schülerin zeigt, dass vereinzelt entgegen der Erwartungen beginnendes individuelles Interesse entstanden ist. Zur Erinnerung:

Sogar als Person, die momentan Dreien und Vieren auf Mathematik Schularbeiten schreibt, ist mein Interesse an Mathematik geweckt worden, und ich werde mich definitiv weiter mit den Inhalten der Projektstunden befassen! Dankeschön!

Verbale Nachfragen im Unterricht zum Mathematikstudium bestätigen die Annahme, dass vereinzelt das Interesse an Mathematik gesteigert werden konnte. Es wird aber angenommen, dass es sich aufgrund der kaum veränderten Fragebogenergebnisse zum individuellen Interesse nur um einzelne Schüler*innen handelt, bei denen dieses geweckt werden konnte. Dies ist auch plausibel, da der zeitliche Rahmen eng gesetzt war.

7.2 Zur zweiten Frage F2

Des Weiteren sollte folgende Frage untersucht werden: Inwiefern kann durch den Einsatz von Modellierungen und Simulationen zu Infektionsraten über eindimensionale zelluläre Automaten im Mathematikunterricht das Interesse der Schüler*innen an den mathematischen Tätigkeiten Modellieren und Simulieren beeinflusst werden?

Im Zuge des Projektes wurde Modellieren und Simulieren kaum trennbar miteinander verwoben durch die Arbeit auf Microsoft Excel. Da das Tabellenkalkulationsprogramm als digitales Werkzeug eingesetzt wurde, lag ein großer Fokus auf der Erhebung des Interesses am Arbeiten damit. Entgegen der Erwartungen zeigte die Fragebogenauswertung, dass das Nicht-Interesse, geprägt durch Überforderung oder negative Empfindungen zum Umgang mit Excel leicht gestiegen ist. Wie die Ergebnisse zeigen, stellte Excel bei einem großen Anteil der Schüler*innen ein eher unbeliebtes digitales Tool dar. Interessanterweise spiegelt sich die vermehrte Ablehnung auch in der Selbsteinschätzung zum Umgang mit Excel wider. Diese fiel in der zweiten Befragung wesentlich schlechter aus. Eine Auseinandersetzung mit Programmiersprachen hat im Vergleich zur Arbeit mit Tabellenkalkulationen positivere Rückmeldungen erhalten, was eine kritische Reflexion der Wahl des digitalen Werkzeugs aufwirft. Wie im einführenden Theorieteil erwähnt, schlagen Bock und Bracke in [10] eine Implementierung in MATLAB vor. Das Arbeiten erwies sich aber bereits mit Microsoft Excel, dessen Grundlagen überwiegend zumindest im Informatikunterricht erarbeitet wurden, für einige Schüler*innen als herausfordernd. Die große Spannweite der individuellen Vorkenntnisse trug dazu enorm bei. Ein Arbeiten mit einer anderen Software müsste für eine Umsetzung des Projektes, wie es hier geplant wurde, vorbereitet werden. Das Arbeiten damit und Grundlagen des Programmierens müssten im Informatikunterricht zuvor erarbeitet werden, um sinnvoll arbeiten zu können. Wenn dies nicht möglich ist, scheint ein Tabellenkalkulationsprogramm immer noch die beste Wahl, wobei die großen Unterschiede der Excel-Kenntnisse durch vermehrte Differenzierungsmaßnahmen in zukünftigen Projekten besser berücksichtigt werden sollten. Die Auswertung der

Random Walk Simulationen zeigte aber, dass trotz großer Leistungsunterschiede die zufällige Bewegung von fast allen Gruppen mit Excel simuliert werden konnte und auch die etwas komplexere Randbedingung der Großteil einbauen konnte. Dies bestätigt, dass Excel durchaus als Werkzeug geeignet ist und auch ohne besondere Vorarbeit eingesetzt werden kann.

Insgesamt konnte festgestellt werden, dass das Simulieren am Computer, unabhängig vom verwendeten Werkzeug, vom Großteil der Schüler*innen sehr gut angenommen wurde. Vor allem die subjektiven Beobachtungen sprechen dafür, dass situatives Interesse am Simulieren geweckt werden konnte. In allen Klassen merkte man deutlich erhöhte Beteiligung und angeregte Diskussionen in den Gruppenarbeitsphasen. Vor allem die Beobachtungen in Klasse 5 sprechen dafür, dass Simulieren am Computer Begeisterung weckt. Trotz der erschwerten Bedingungen und wenigen Mitarbeit schwenkte die Stimmung um, sobald mit den Simulationen gearbeitet wurde. Auch die Auswertung der Linksammlung zeigte, dass animierte Simulationen Interessiertheit auslösen können und vermehrt angeklickt werden. Aufgrund der Beobachtungen wird Hypothese 2, dass das Projekt positive Auswirkungen auf situatives Interesse hat, nicht verworfen. Für eine Bestätigung wäre aufgrund der Ergebnisse der Fragebogenauswertung im Zuge weiterführender Arbeiten eine genauere Untersuchung von Vorteil. Gezielte Interviews könnten aufdecken, inwiefern das erhöhte Nicht-Interesse am Arbeiten mit Excel in der Auswertung ein eventuell vermehrt gesteigertes situatives Interesse überschattet.

7.3 Zur dritten Frage F3

Sehr umfangreich wurde die dritte Forschungsfrage bezüglich des Interesses der Schüler*innen an dem konkreten Projektthema „Modellierung und Simulation von Infektionsraten“ untersucht. In der Auswertung des Fragebogenblocks 4 konnte wenig Nicht-Interesse erhoben werden. Die Tatsache, dass sich fast drei Viertel nicht gelangweilt haben, spricht zudem für eine anregende Lernumgebung, die idealerweise situatives Interesse auslöst. Die hohen Zustimmungsraten bei Items zur persönlichen Relevanz, dem Interesse am biologischen Themenfeld und zum Spaß an den Projektstunden bestätigen, dass bei einem großen Anteil der Schüler*innen zumindest situatives Interesse geweckt werden konnte. Dass sich ca. 70 Prozent vermehrt im Unterricht mit naturwissenschaftlichen Anwendungsfeldern im Mathematikunterricht beschäftigen möchten, spricht ebenfalls dafür, dass Hypothese 3 eingetroffen ist. Zudem lassen Items zum Austausch über das Thema mit Peers und Familie und die Beschäftigung zu Hause vermuten, dass bei einzelne Schüler*innen zumindest beginnendes individuelles Interesse am Thema besteht. Die Nutzung der Linksammlung bestätigt, dass es sich dabei um eine eher kleine

Gruppe handelt. Obwohl sie insgesamt wenig in Anspruch genommen wurde, sind die Erwartungen mit 50 Klicks erfüllt worden.

Interessanterweise ergab sich im Zuge des Projektes, ein Zusammenhang zwischen Informatikinteresse und Interesse am Projektthema. Schüler*innen, die informatikinteressiert sind, zeigten hohe Interessenswerte am Simulieren, also an der Tätigkeit. Dies führte zu weniger Nicht-Interesse am simulationslastigen Projektthema. Des Weiteren sah die Schülergruppe mehr Sinn und Nutzen im Projektthema und hatte mehr Spaß an den Einheiten. Die Ergebnisse der Auswertung entsprechen der subjektiven Einschätzung während der Einheiten, nach der Informatiknteressierte hinsichtlich ihrer Mitarbeit und des Engagements herausgestochen sind. Diese Zielgruppe konnte also mit dem Projektthema besonders angesprochen werden.

Aufgrund der Auswertung des Vorwissens wurde zudem festgestellt, dass nicht alle Klassen das Thema Folgen bereits erarbeitet hatte. Es konnten dadurch aber keine Auswirkungen auf das Projekt oder das Interesse nachgewiesen werden. Die Auswertung der Aufgaben, vor allem das Spielfeld und Aufgabe 2 zu den Forschungsfragen zeigte, dass vielfältige Lösungsstrategien eingesetzt wurden und genug Raum war, um kreative Ideen und Diskussionen aufkommen zu lassen. Dass die Schüler*innen dies auch genutzt, sich überwiegend eingebracht und sich eigene Gedanken gemacht haben, spricht ebenfalls für eine Interessiertheit am Thema.

8 Fazit und Ausblick

In diesem abschließenden Kapitel werden die zentralen Ergebnisse bezüglich der Forschungsfragen auf den Punkt gebracht, sowie Schlussfolgerung für Forschung und Praxis formuliert. Ein Ausblick auf weiterführende Arbeiten stellt den Abschluss der Arbeit dar.

Aus der gesellschaftlich wichtigen Frage heraus, wie man das Image des Faches Mathematik und das Interesse an naturwissenschaftlichen Themen steigern kann, entstand das Forschungsprojekt, in dem ausgehend von der vorangegangenen Bachelorarbeit die Auswirkungen vom Einsatz von Modellierungen und Simulationen zu Infektionsraten über eindimensionale zelluläre Automaten im Mathematikunterricht auf das Interesse der Schüler*innen untersucht wurde. Die Arbeit stellt somit den Beginn einer Zusammenarbeit mit Kraus und Fischer am Didaktikzentrum der Universität Graz dar.

Es konnten durch eine prae- und postaktionale Fragebogenerhebung, Beobachtungen und subjektive Einschätzungen der Einheiten, eine Auswertung der Linksammlung und eine Aufarbeitung der Arbeitsaufträge drei Forschungsfragen weitestgehend beantwortet werden. Das erste Anliegen war, herauszufinden, wie sich die geplanten Projektstunden auf das Interesse am Fach Mathematik auswirken. Die Hypothese, dass Nicht-Interesse verringert wird, konnte bestätigt werden. Obwohl die Auswertung der Fragebögen kaum Änderungen des situativen und individuellen Interesses vermuten lassen, sprechen einzelne Beobachtungen, sowie das Feedback der Schüler*innen dafür, die Hypothese, dass situatives Interesse erhöht werden kann, nicht zu verwerfen. Durch die Weiterführung des Projektes und umfangreichere Auswertungen im Zuge der Kollaboration wird dies zukünftig genauer untersucht.

Inwiefern die Projektstunden das Interesse an den mathematischen Tätigkeiten Modellieren und Simulieren beeinflusst, wurde in der zweiten Fragestellung untersucht. Vor allem durch die Simulationen und das Arbeiten mit dem Laptop wurde situatives Interesse ausgelöst. Das gewählte Werkzeug, Microsoft Excel als Tabellenkalkulationsprogramm, wurde eher uninteressant eingestuft. Eine große Leistungsspannweite im Umgang mit dem Programm führte teilweise zu Über- oder Unterforderung.

Abschließend wurde das Interesse am konkreten Projektthema erhoben. Es konnte kaum Nicht-Interesse und überwiegend situatives Interesse geweckt werden. Vereinzelt konnte beginnendes individuelles Interesse vermutet werden. Die zugrunde liegenden biologischen Themen Gesundheit und Infektionskrankheiten lieferten sehr hohe Interessenwerte. Es zeigte sich, dass bei informatikinteressierten Schüler*innen vermehrtes Interesse am Projektthema ausgelöst werden konnte.

Zusammenfassend zeigen das Feedback sowie die Auswertungen des Interesses, dass im Zuge dieser Masterarbeit ein interessenförderliches Unterrichtskonzept entstanden ist, dass ohne benötigte Vorarbeit gut im Unterricht eingesetzt werden kann. Es bietet die Möglichkeit mehr Bezug zu aktuellen, modernen angewandten Mathematik zu liefern und Schüler*innen aufzuzeigen, wozu Mathematik genutzt werden kann. Des Weiteren stellen Modellieren und Simulieren für alle naturwissenschaftliche Sparten wichtige Arbeitsweisen dar. Durch das Projekt können Kompetenzen zu diesen Tätigkeiten und die Fähigkeit diese auch kritisch zu reflektieren geübt werden.

Als Schlussfolgerungen für die Praxis ergibt sich, dass um das Interesse am Fach positiv zu beeinflussen neben einer interessenförderlichen Lernumgebungen Themen aus einem naturwissenschaftlichen Kontext, sowie moderner Anwendungsbezug regelmäßig in den Unterricht eingebaut werden sollten. Zudem bieten Simulationen im Mathematikunterricht eine vielversprechende Möglichkeit, Schüler*innen aktiv arbeiten zu lassen, einen Forschungsprozess besser nachvollziehen zu können und einen Beitrag zur Erziehung eines mündigen Bürgers bzw. einer mündigen Bürgerin zu leisten.

Für die weiterführende Forschung sollte das Projekt noch ausgebaut werden, um den Ergebnissen mehr Repräsentativität zu verleihen. Im Zuge dieser Arbeit konnten nur individuelle Entwicklungen in wenigen Klassen untersucht werden. Im Zuge dessen müssen Strategien für einen besseren Umgang mit der großen Diversität der Excel-Kenntnisse ausgearbeitet werden. Des Weiteren ist für ähnliche Projekte anzuraten, die Schulbesuche nach Möglichkeit vor den Notenschluss und nicht an unmittelbare Nachbartage zu verlängerten Wochenenden zu legen, um eine hohe Abwesenheitsquote der Schüler*innen zu vermeiden.

Im Zuge der Kollaboration steht in Ausblick, das Projekt weiterzuführen und eine detailliertere Auswertung der Daten durchzuführen. Für die weiterführende Forschung stellen sich zusätzliche interessante Fragen. Zum Beispiel, ob es unterschiedliche Entwicklungen des Interesses hinsichtlich des Geschlechts gibt, oder inwiefern das gewählte Werkzeug, in diesem Fall Excel, das Interesse am Simulieren beeinflusst. Zudem wäre eine getrennte Auswertung nach Excel-Vorkenntnissen erstrebenswert. Individuelle Interviews mit Schüler*innen könnten noch tiefere Einblicke in das Interesse zu diesem Thema liefern. Eine Weiterführung und genauere Auseinandersetzung mit dem Projekt, wie es in Aussicht steht, ist somit von großem Forschungsinteresse. Zudem sollten ähnliche Untersuchungen zu anderen Themen oder Arbeitsweisen in den Forschungsmittelpunkt gerückt werden, mit dem Ziel, im Mathematikunterricht vermehrt Interesse und Begeisterung am naturwissenschaftlichen Arbeiten zu wecken.

Literatur

[1] Jürg Aeppli u. a. *Empirisches wissenschaftliches Arbeiten: ein Studienbuch für die Bildungswissenschaften*. UTB, 2016.

[2] Mary Ainley und John Ainley. “A cultural perspective on the structure of student interest in science”. In: *International Journal of Science Education* 33.1 (2011), S. 51–71.

[3] Mary Ainley, Suzanne Hidi und Dagmar Berndorff. “Interest, learning, and the psychological processes that mediate their relationship.” In: *Journal of educational psychology* 94.3 (2002), S. 545.

[4] Albert Bandura. *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co, 1997.

[5] Ayelet Baram-Tsabari und Anat Yarden. “Characterizing children’s spontaneous interests in science and technology”. In: *International Journal of Science Education* 27.7 (2005), S. 803–826.

[6] Sebastian Bauer und Lukas Donner. “Modellieren von Epidemien: Exponentiell Und Darüber Hinaus”. In: *Mathematik lehren* 2022.234 (2022), S. 36–42.

[7] Janet Blankenburg, Tim Höffler und Ilka Parchmann. “Fostering today what is needed tomorrow: Investigating students’ interest in science”. In: *Science education* 100.2 (2016), S. 364–391.

[8] Janet Blankenburg und Annette Scheersoi. “Interesse und Interessenentwicklung”. In: *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (2018), S. 245–259.

[9] Werner Blum und Dominik Leiß. “Modellieren im Unterricht mit der „Tanken“-Aufgabe”. In: *Mathematik lehren* 128 (2005), S. 18–21.

[10] Wolfgang Bock und Martin Bracke. “Modellierung und Simulation von Krankheitsausbreitungen”. In: *Digitale Werkzeuge, Simulationen und mathematisches Modellieren: Didaktische Hintergründe und Erfahrungen aus der Praxis* (2018), S. 121–136.

[11] Erin Bodine u. a. “Agent-based modeling and simulation in mathematics and biology education”. In: *Bulletin of Mathematical Biology* 82 (2020), S. 1–19.

[12] Carsten Burstedde u. a. “Simulation of pedestrian dynamics using a two-dimensional cellular automaton”. In: *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 295.3-4 (Juni 2001), S. 507–525. URL: `http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4371(01)00141-8`.

[13] Rodger Bybee und Barry McCrae. “Scientific literacy and student attitudes: Perspectives from PISA 2006 science”. In: *International Journal of Science Education* 33.1 (2011), S. 7–26.

[14] Martin Ciupek. *Corona: Strömungssimulation zeigt die Wege von Aerosolen im Büro*. VDI nachrichten - Das Nachrichtenportal für Ingenieure. 10. Juli 2020. URL: `https://www.vdi-nachrichten.com/technik/gebaeudetechnik/corona-stroemungssimulation-zeigt-die-wege-von-aerosolen-im-buero/` (besucht am 10. 06. 2023).

[15] Warren Code u. a. “The Mathematics Attitudes and Perceptions Survey: An Instrument to Assess Expert-like Views and Dispositions among Undergraduate Mathematics Students”. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 47.6 (2016), S. 917–937.

[16] Edward Codling, Michael Plank und Simon Benhamou. “Random walk models in biology”. In: *Journal of the Royal society interface* 5.25 (2008), S. 813–834.

[17] Mihaly Csikszentmihalyi, Sami Abuhamdeh und Jeanne Nakamura. “Flow”. In: *Handbook of competence and motivation* (2005), S. 598–608.

[18] Edward Deci und Richard Ryan. “A motivational approach to self: Integration in personality”. In: *Nebraska symposium on motivation*. Bd. 38. 1. 1991, S. 237–288.

[19] Edward Deci und Richard Ryan. “Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik”. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 39.2 (1993), S. 223–238.

[20] Pay Dierks, Tim Höffler und Ilka Parchmann. “Profiling Interest of Students in Science: Learning in School and Beyond”. In: *Research in Science & Technological Education* 32.2 (2014), S. 97–114.

[21] Pay Dierks u. a. “Interest in Science: A RIASEC-based Analysis of Students’ Interests”. In: *International Journal of Science Education* 38.2 (2016), S. 238–258.

[22] Fabian Dinklage, Maria Mast und Julius Tröger. "Corona-Infektion: So hoch ist die Ansteckungsgefahr mit der Mutante in Innenräumen". In: *Die Zeit* (1. Apr. 2021). URL: `https://www.zeit.de/wissen/gesundheit/2021-02/corona-infektion-ansteckungsgefahr-coronavirus-mutation-b117-aerosole?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F` (besucht am 10. 06. 2023).

[23] Nicola Döring und Jürgen Bortz. *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. Für Human-und Sozialwissenschaftler.* Springer-Verlag, 2016.

[24] Aimee Ellington. "A meta-analysis of the effects of calculators on students' achievement and attitude levels in precollege mathematics classes". In: *Journal for Research in Mathematics Education* 34.5 (2003), S. 433–463.

[25] Sabine Elter. *Zum Einfluss von Simulationen auf das funktionale Denken: am Beispiel von Mathematisierungssituationen im MATHEMATIK-Labor.* Springer-Verlag, 2019.

[26] Michael Fischer, Gaspard Jankowiak und Marie-Therese Wolfram. "Micro- and macroscopic modeling of crowding and pushing in corridors". In: *Networks and Heterogeneous Media* 15.3 (2020), S. 405–426.

[27] Michael Fischer, Christina Krause und Gunther Leobacher. "Interest Development when Modelling Diseases [Poster presentation]". In: *Proceedings of the 46th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education.* 2023. URL: `https://pme46.edu.haifa.ac.il/conference-schedule/conference-proceedings`.

[28] Paul Gardner. "Students' interest in science and technology: Gender, age and other factors". In: *Interest and learning. Proceedings of the Seeon conference on interest and gender. Germany: University of Kiel.* 1998, S. 41–57.

[29] Martin Gerhardt und Heike Schuster. *Das digitale Universum: Zelluläre Automaten als Modelle der Natur.* Springer-Verlag, 2013.

[30] *Gesamte Rechtsvorschrift für Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen, Fassung vom 01.09.2018.* URL: `https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568&FassungVom=2018-09-01`.

[31] Julia Glock. *Infektionsraten über eindimensionale zelluläre Automaten.* Bachelorarbeit. Universität Wien. Juli 2021.

[32] Gilbert Greefrath und Hans-Stefan Siller. *Digitale Werkzeuge, Simulationen und mathematisches Modellieren: Didaktische Hintergründe und Erfahrungen aus der Praxis.* Springer-Verlag, 2018.

[33] Gilbert Greefrath und Hans-Georg Weigand. “Simulieren: Mit Modellen experimentieren”. In: *Mathematik lehren* 174 (2012), S. 2–6.

[34] Benjamin Hackl. *Didaktik Graz — Modellierung und Simulation von Infektionsraten — Weiterführendes.* URL: `https://mug.didaktik-graz.at/projekte/23-sim/0/links` (besucht am 08. 09. 2023).

[35] Peter Häussler und Lore Hoffmann. “A curricular frame for physics education: Development, comparison with students’ interests, and impact on students’ achievement and self-concept”. In: *Science education* 84.6 (2000), S. 689–705.

[36] Hans-Wolfgang Henn. “Modelling pedagogy—overview”. In: *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (2007), S. 321–324.

[37] Suzanne Hidi und Judith Harackiewicz. “Motivating the academically unmotivated: A critical issue for the 21st century”. In: *Review of educational research* 70.2 (2000), S. 151–179.

[38] Alexander Himme. “Gütekriterien der Messung: Reliabilität, Validität und Generalisierbarkeit”. In: *Methodik der empirischen Forschung* (2009), S. 485–500.

[39] John Holland. *Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments.* Psychological Assessment Resources, 1997.

[40] Stefan Hollenberg. *Fragebögen: fundierte Konstruktion, sachgerechte Anwendung und aussagekräftige Auswertung.* Springer-Verlag, 2016.

[41] Nina Holstermann und Susanne Bögeholz. “Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I”. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 13 (2007), S. 71–86.

[42] Gabriele Kaiser und Bharath Sriraman. “A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education”. In: *ZDM - Mathematics Education* 38 (2006), S. 302–310.

[43] Dina Kania u. a. “Adsorption of non-ionic surfactants on organoclays in drilling fluid investigated by molecular descriptors and Monte Carlo random walk simulations”. In: *Applied Surface Science* 538 (2021), S. 148154.

[44] Christoph Kansy. *Adaption und Erprobung eines Instruments zur Erhebung von Einstellungen und Vorstellungen zur Mathematik von Studierenden - mit Fokus auf den studiengangübergreifenden Vergleich.* Masterarbeit. Universität Duisburg-Essen.

[45] Stephanie Kasch und Jens Dreßler. "Die Simulation im Spannungsfeld von Sache und Lebenswelt. Eine Ortsbestimmung". In: *Digitalisierte Lebenswelten: Bildungstheoretische Reflexionen*. Springer-Verlag, 2023, S. 271–287.

[46] Mike Keune und Herbert Henning. "Modelling and spreadsheet calculation". In: *Mathematical modelling in education and culture*. Elsevier, 2003, S. 101–110.

[47] Olaf Köller u. a. "Kurswahlen von Mädchen und Jungen im Fach Mathematik: zur Rolle von fachspezifischem Selbstkonzept und Interesse." In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* (2000).

[48] Konrad Krainer und Thomas Stern. "Mathe ist mehr - Unterrichtsentwicklung in Mathematik als Impuls für "Lernende Schulen"". In: *Lernende Schule* 4 (2004), S. 10–15.

[49] Andreas Krapp. "An Educational-Psychological Theory of Interest". In: *Handbook of self-determination research* (2004), S. 405.

[50] Andreas Krapp. "Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations". In: *Learning and instruction* 15.5 (2005), S. 381–395.

[51] Andreas Krapp. "Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht". In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 44.3 (1998), S. 185–201.

[52] Andreas Krapp. "Interesse, Lernen und Leistung. Neue Forschungsansätze in der Pädagogischen Psychologie". In: *Zeitschrift für Pädagogik* 38.5 (1992), S. 747–770.

[53] Andreas Krapp. "Interest, learning and academic achievement. Paper prepared for the symposium on "Task motivation by interest"". In: *Third European Conference of Learning and Instruction (EARLI), Madrid, Spain.* 1989.

[54] Andreas Krapp. "Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective". In: *Learning and Instruction* 12.4 (1. Aug. 2002), S. 383–409.

[55] Andreas Krapp und Manfred Prenzel. "Research on interest in science: Theories, methods, and findings". In: *International journal of science education* 33.1 (2011), S. 27–50.

[56] Dagmar Krebs und Natalja Menold. "Gütekriterien quantitativer Sozialforschung". In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Springer-Verlag, 2022, S. 549–565.

[57] Bernhard Krön. “Was ist sinnvolle Schulmathematik?” In: *R&E-SOURCE* 10.2 (2023), S. 21–30.

[58] Michaela Lichti und Jürgen Roth. “Wie Experimente mit gegenständlichen Materialien und Simulationen das funktionale Denken fördern”. In: *Zeitschrift für Mathematikdidaktik in Forschung und Praxis* 1 (2020), S. 1–35.

[59] Rebecca Lipstein und Ann Renninger. “Interest for writing: How teachers can make a difference”. In: *English Journal* (2007), S. 79–85.

[60] Burton Malkiel. *A Random Walk Down Wall Street. The Time-Tested Strategy for Successful Investing.* WW Norton&Company, 2021.

[61] Mathew Mitchell. “Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom.” In: *Journal of educational psychology* 85.3 (1993), S. 424.

[62] Mehran Nia u. a. “On detecting unidentified network traffic using pattern-based random walk”. In: *Security and Communication Networks* 9.16 (2016), S. 3509–3526.

[63] Mogens Niss. “Mathematics in society”. In: *Didactics of mathematics as a scientific discipline* 13 (1994), S. 367–378.

[64] Mogens Niss u. a. “Modelling and Applications in Mathematics Education: the 14th ICMI study”. In: *Introduction* (2007), S. 3–32.

[65] Stefan Nowak und Andreas Schadschneider. “Quantitative analysis of pedestrian counterflow in a cellular automaton model”. In: *Physical Review E* 85.6 (Juni 2012).

[66] Sabrina Ochsen u. a. “Eine Mikroanalyse von Chemieunterricht–Einsatz und Perzeption von Triggern für situationales Interesse”. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 36.1 (2020), S. 4.

[67] FOCUS online. *Grafiken zeigen, wie sich Coronavirus über Luft verbreitet - mit und ohne Maßnahmen.* URL: `https://www.focus.de/gesundheit/news/infektion-ueber-aerosole-bar-schule-zuhause-diese-massnahmen-wirken-am_id_12612636.html` (besucht am 08. 08. 2023).

[68] David Palmer. “Student interest generated during an inquiry skills lesson”. In: *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching* 46.2 (2009), S. 147–165.

[69] Rolf Porst. *Fragebogen: Ein Arbeitsbuch.* Springer, 2013.

[70] Manfred Prenzel, Andreas Krapp und Hans Schiefele. “Grundzüge einer pädagogischen Interessentheorie”. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 32.2 (29. Nov. 2019).

[71] Ann Renninger und Suzanne Hidi. “Revisiting the conceptualization, measurement, and generation of interest”. In: *Educational psychologist* 46.3 (2011), S. 168–184.

[72] Ann Renninger und Suzanne Hidi. *The power of interest for motivation and engagement*. Routledge, 2016.

[73] Stefan Ruzika, Hans-Stefan Siller und Martin Bracke. “Evakuierungsszenarien in Modellierungswochen – ein interessantes und spannendes Thema für den Mathematikunterricht”. In: *Neue Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht: ISTRON-Schriftenreihe* 3 (2017), S. 181–190.

[74] Maria Sophie Schäfers, Mario Schmiedebach und Claas Wegner. “Virtuelle Labore im Biologieunterricht: Auswirkungen von Labster auf die Selbsteinschätzung von Schülerinnen und Schülern”. In: *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* (2020), S. 140–167.

[75] Susanne Scharping. *Adaption und Erprobung eines Instrumentes zur Erhebung von Einstellungen und Vorstellungen von Studierenden zur Mathematik - mit Fokus auf die genderspezifischen Unterschiede*. Masterarbeit. Universität Duisburg-Essen. 2017.

[76] Horst Schecker. “Überprüfung der Konsistenz von Itemgruppen mit Cronbachs α”. In: *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* 1 (2014).

[77] Annette Scheersoi. “Catching the visitor’s interest”. In: *Natural history dioramas: History, construction and educational role* (2015), S. 145–159.

[78] Thomas Schelling. “Dynamic models of segregation”. In: *Journal of mathematical sociology* 1.2 (1971), S. 143–186.

[79] Karin Schermelleh-Engel und Christina Werner. “Methoden der Reliabilitätsbestimmung”. In: *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (2012), S. 119–141.

[80] Hans Schiefele. “Interesse”. In: Hans Schiefele und Andreas Krapp. *Handlexikon zur Pädagogischen Psychologie*. München, 1981, S. 192–196.

[81] Hans Schiefele. *Lernmotivation und Motivlernen: Grundzüge einer erziehungswissenschaftlichen Motivationslehre*. München: Ehrenwirth, 1974.

[82] Hans Schiefele u. a. *Principles of an Educational Theory of Interest*. Paper presented at the 7th Biennial Meeting of the Iternational Society for the Study of Behavioral Development. Munich, 1. Aug. 1983.

[83] Ulrich Schiefele. “Situational and individual interest”. In: *Handbook of motivation at school* (2009), S. 197–222.

[84] Camilla Schreiner und Svein Sjøberg. “Science education and youth’s identity construction – two incompatible projects?” In: *The re-emergence of values in science education*. Brill, 2007, S. 231–247.

[85] Stanislaw Schukajlow und André Krug. “Are Interest and Enjoyment Important for Students’ Performance?” In: *North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (2014).

[86] Stanislaw Schukajlow u. a. “Teaching methods for modelling problems and students’ task-specific enjoyment, value, interest and self-efficacy expectations”. In: *Educational studies in mathematics* 79 (2012), S. 215–237.

[87] Hans-Stefan Siller. “Realitätsbezug im Mathematikunterricht”. In: *Der Mathematikunterricht* 15.5 (2015).

[88] Nathalie Sinclair und Nicholas Jackiw. “Modeling practices with the geometer’s sketchpad”. In: *Modeling Students’ Mathematical Modeling Competencies: ICTMA 13* (2010), S. 541–554.

[89] Harry Stevens. *Why outbreaks like coronavirus spread exponentially, and how to “flatten the curve”*. The Washington Post. März 2020. URL: `https://www.washingtonpost.com/graphics/2020/world/coronasimulator/` (besucht am 12. 08. 2023).

[90] Jonas Stoll. *Infektiöse Aerosole in Innenräumen*. Umweltbundesamt. 4. Aug. 2020. URL: `https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/innenraumluft/infektioese-aerosole-in-innenraeumen` (besucht am 19. 07. 2023).

[91] Stefan Sturm. *Modellbilden im Mathematikunterricht am Beispiel der Modellierung von Infektionskrankheiten*. Masterarbeit. Paris-Lodron-Universität Salzburg. 2021.

[92] Novika Sukmaningthias. “Developing lesson plan and student worksheet on realistic mathematics approach oriented to achievement and interest in mathematics”. In: 1480.012038 (2020).

[93] Sue Tunnicliffe und Annette Scheersoi. “Beginning biology-interest and inquiry in the early years in research in biology education”. In: ERIDOB, 2014.

[94] Anette Upmeier zu Belzen u. a. “Schulische und außerschulische Einflüsse auf die Interessenentwicklung von Grundschülern”. In: *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft* 45 (2002), S. 291–307.

[95] Annette Upmeier zu Belzen und Helmut Vogt. "Interessen und Nicht-Interessen bei Grundschulkindern: Theoretische Basis der Längsschnittstudie PEIG". In: *Zeitschrift für Didaktik der Biologie (ZDB)-Biologie Lehren und Lernen* 10 (2001), S. 17–31.

[96] VDI-Richtlinie. *Simulation von Logistik-, Materialfluss-und Produktionssystemen.* 3633. Beuth Verlag: Berlin, 2013.

[97] Helmut Vogt. "Theorie des Interesses und des Nicht-Interesses". In: *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (2007), S. 9–20.

[98] Michael Wegener, Carsten Schürmann und Klaus Spiekermann. "Mikroskopische Simulation von Flächennutzung, Verkehr und Umwelt". In: *Simulation raumbezogener Prozesse: Methoden und Anwendungen. Institut für Geoinformatik, Universität Münster* (2000), S. 61–82.

[99] Heinrich Winter. "Mathematikunterricht und Allgemeinbildung". In: *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* 4.2 (1996), S. 35–41.

[100] Ernst Zermelo. "Die Berechnung der Turnier-Ergebnisse als ein Maximumproblem der Wahrscheinlichkeitsrechnung". In: *Mathematische Zeitschrift* 29.1 (1929), S. 436–460.

[101] Di Zhang und Chan Wang. "The relationship between mathematics interest and mathematics achievement: mediating roles of self-efficacy and mathematics anxiety". In: *International Journal of Educational Research* 104 (2020), S. 101648.

[102] Yan Zhu und Gabriele Kaiser. "Impacts of classroom teaching practices on students' mathematics learning interest, mathematics self-efficacy and mathematics test achievements: a secondary analysis of Shanghai data from the international video study Global Teaching InSights". In: *ZDM–Mathematics Education* 54.3 (2022), S. 581–593.

Abbildungsverzeichnis

Anhang

Anhang 1 - Foliensätze

Anhang 2 - Arbeitsblätter

Anhang 3 - Fragebogen

Modellierung und Simulation von Infektionsraten

Julia Glock
Michael Fischer

1

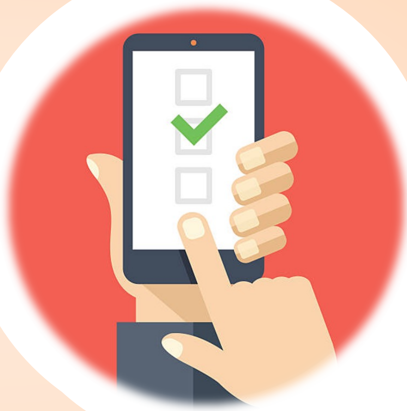
FRAGEBOGENERHEBUNG

Dauer: ca. 10 Minuten

Beantwortet die Fragen gewissenhaft und ehrlich!

Lasst keine Fragen aus.

VIELEN DANK!

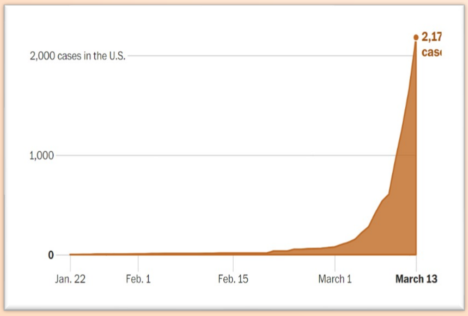


[1]

2

The Washington Post

Why outbreaks like coronavirus spread exponentially, and how to "flatten the curve“



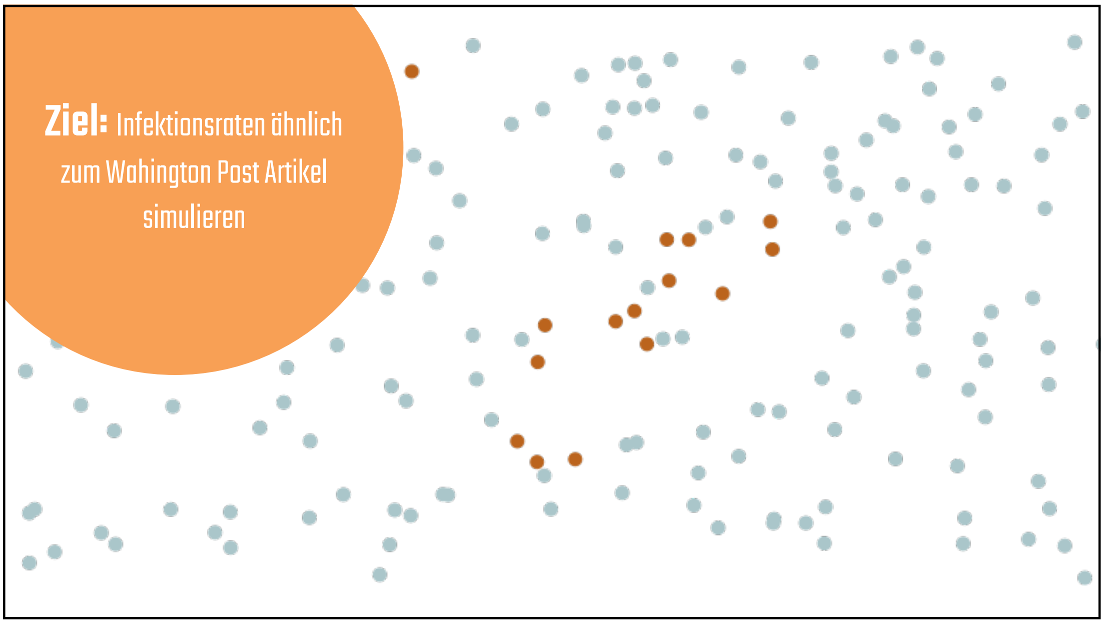
[2]

von Harry Stevens
(04. März 2020)

3

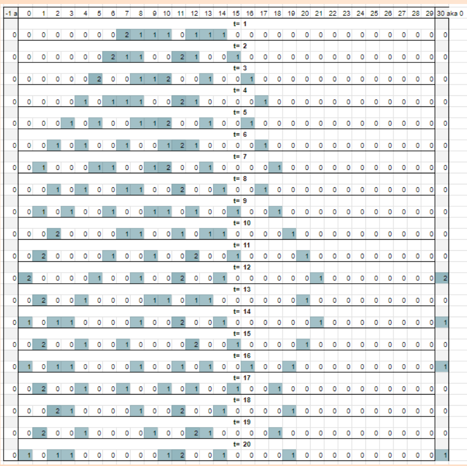
Warum setzen sich angewandte Mathematiker*innen mit solchen Modellierungen und Simulationen auseinander?

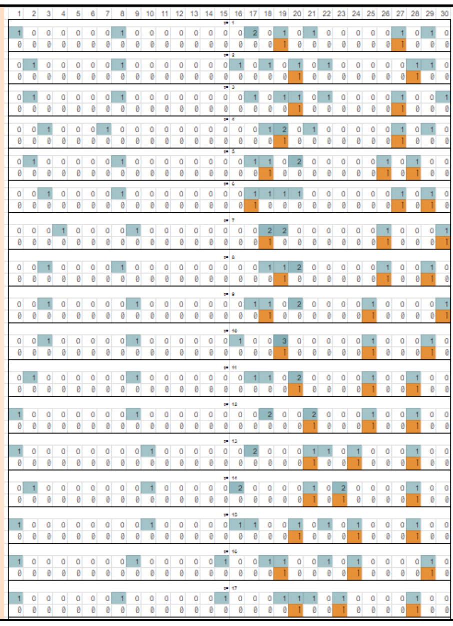
4



5

Ziel unseres Projektes





6

Aspekte des „realen Problems“

01

Was müssen wir beim Modellieren alles berücksichtigen?

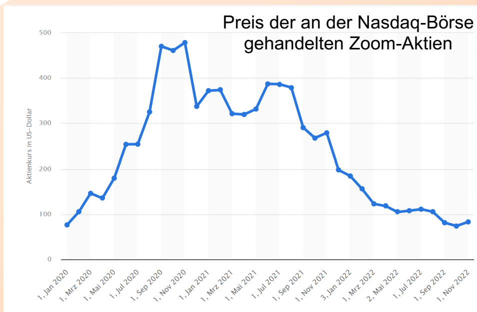
7

Random Walk

02

- = Modell um **zufällige Bewegungen** (z.B. von Menschen) darzustellen
- wird in verschiedenen Wissenschaftsbereichen eingesetzt

[3]



8

Aufgabe 1 – Partnerarbeit:

Überlegt euch Bedingungen für einen beispielhaften Random Walk!

1. Zeichnet ein „Spielfeld“ auf dem sich eure Figur bewegen kann.
2. Formuliert Regeln nach denen sich die Figur bewegen darf (z.B. Richtung, wie viele Schritte usw.)
3. Muss es zusätzliche Regeln geben, wenn sich mehrere Personen auf eurem Spielfeld bewegen? Falls ja, formuliert diese.

Dauer: ca. 10 Minuten

9

Zellulärer Automat

= **räumlich** und **zeitlich diskretes Modell** um komplexe Dynamiken zu generieren

01

gleichförmige Zellen

können unterschiedlich angeordnet sein

02

Anfängszustände der Zellen

verschiedene Möglichkeiten diese zu generieren

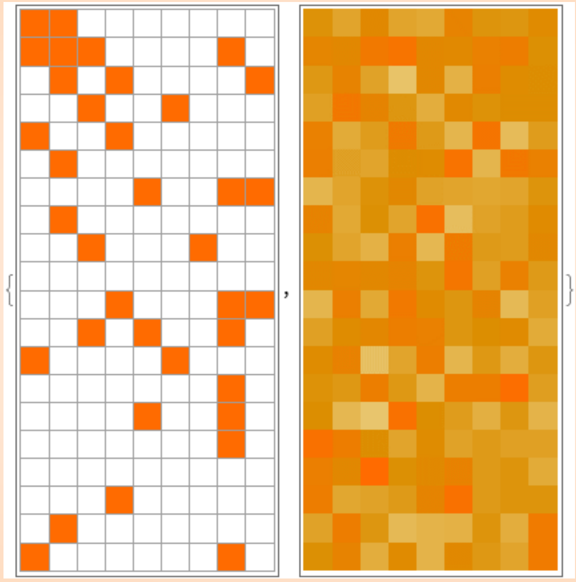
03

Zustandsänderungen

in diskreten Zeitschritten
Regelsystem
Änderung hängt meist von benachbarten Zellen ab

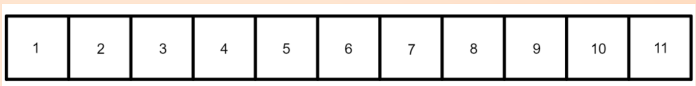
10

z.B.

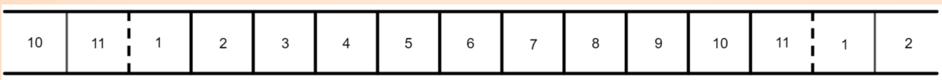


[4]

Randbedingungen



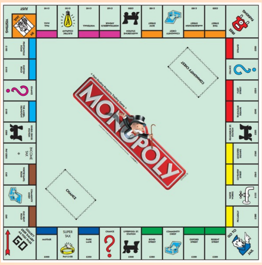
NoFlux-Randbedingung

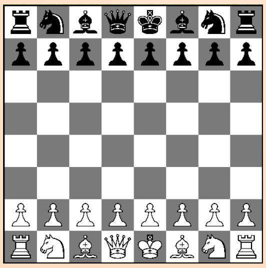


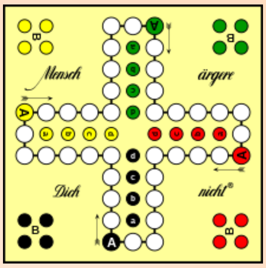
Periodische Randbedingung

Beispiele ?

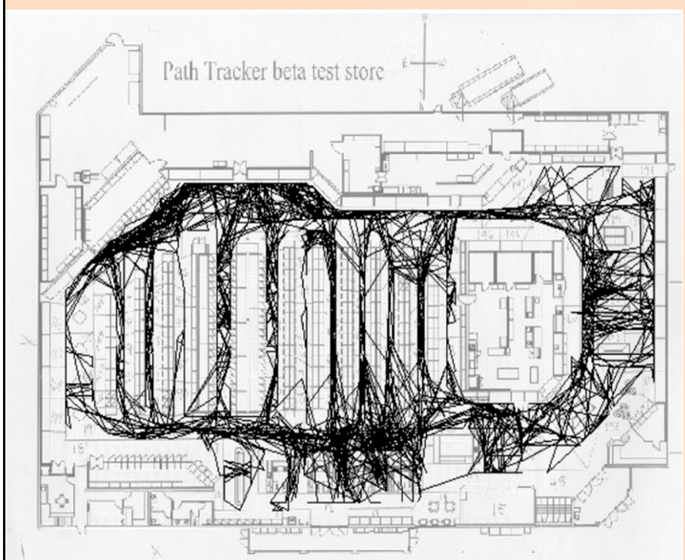
Verschiedene Randbedingungen und Zellgitter bei Brettspielen







13



[5]

14

FAZIT – Bedingungen für "unseren" Random Walk

01 eindimensionales Zellgitter

02 ein Schritt nach links oder rechts pro Zeitschritt

03 gleichwahrscheinliche Bewegung

04 periodische Randbedingung

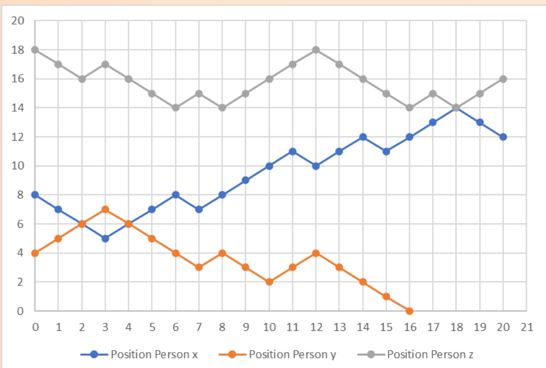
05 mehr Personen auf der gleichen Position sind erlaubt

Mathematischer Hintergrund

Folge mit

t ... Zeit (in diskreten Schritten)

x_t...Position der Person x nach t Zeitschritten

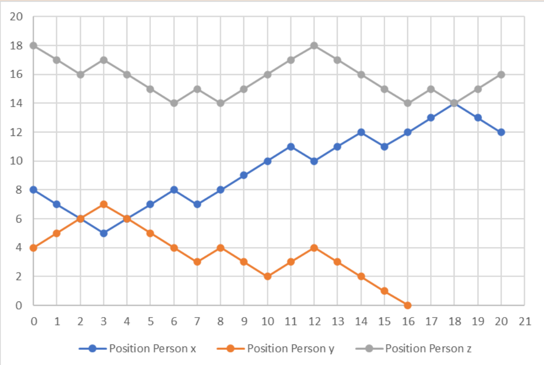


Mathematischer Hintergrund

Folge mit

t … Zeit (in diskreten Schritten)

x_t…Position der Person x nach t Zeitschritten



t	x_t	y_t	z_t
0	8	4	
1	7		
2			
3			

Ergänzt die Tabelle!
Was passiert hier?

17

Mathematischer Hintergrund

t … Zeit (in diskreten Schritten)

x_t…Position der Person x nach t Zeitschritten

t	x_t
0	8
1	7
2	6
3	5
4	6
5	7
6	8
7	7
8	8
9	9
10	10

-1
-1
-1
+1

z.B. $x_1 = 8 - 1$ z.B. $x_4 = 5 + 1$

$x_1 = x_0 - 1$ $x_4 = x_3 + 1$

18

Mathematischer Hintergrund

t ... Zeit (in diskreten Schritten)

x_t...Position der Person x nach t Zeitschritten

t	x_t	
0	8	-1
1	7	-1
2	6	-1
3	5	+1
4	6	
5	7	
6	8	
7	7	
8	8	
9	9	
10	10	

z.B. $x_1 = 8 - 1$ z.B. $x_4 = 5 + 1$

$x_1 = x_0 - 1$ $x_4 = x_3 + 1$

Allgemein:

$$x_{t+1} = x_t \pm 1$$

Rekursives Änderungsgesetz

19

Mathematischer Hintergrund

t ... Zeit (in diskreten Schritten)

x_t...Position der Person x nach t Zeitschritten

t	x_t	Δx
0	8	-1
1	7	-1
2	6	-1
3	5	+1
4	6	
5	7	
6	8	
7	7	
8	8	
9	9	
10	10	

z.B. $x_1 = 8 - 1$ z.B. $x_4 = 5 + 1$

$x_1 = x_0 - 1$ $x_4 = x_3 + 1$

Allgemein:

$$x_{t+1} = x_t \pm 1$$

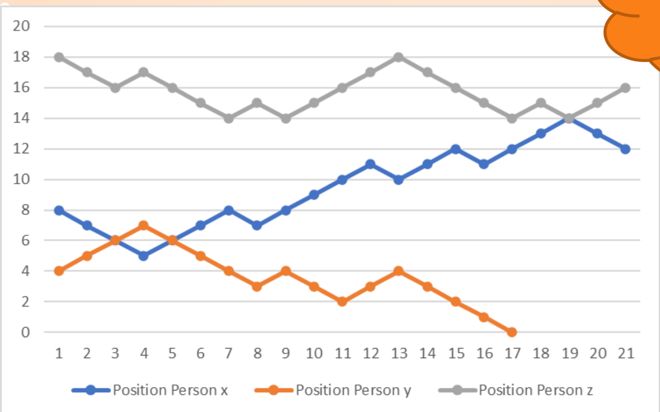
Rekursives Änderungsgesetz

Solche Gleichungen nennt man **Differenzengleichungen.**

$$\Delta x = x_{t+1} - x_t = \pm 1$$

20

Mathematischer Hintergrund



Zeichnet eine mögliche Fortsetzung des Graphen von Person y in das Koordinatensystem.

21

Gruppenarbeit – Simulation eines Random Walk auf Excel

Arbeit in den Expertenteams

Excel - Profis

Macht euch mit folgenden Excel Funktionen vertraut: **ZUFALLSBEREICH, ZUFALLSZAHL, WENN, ZÄHLENWENN.**
Wie kann auf Excel ein **Zellbezug** hergestellt werden und wie funktioniert die **fortlaufende Ausgabe** durch „Runterziehen" der Spalten?.
Probiert die Befehle in einer Excel-Datei aus.

Mathematik - Profis

Was bedeutet **Modulo** und wie rechnet man damit? Führt mindestens 2 konkrete Rechenaufgaben dazu an und recherchiert wie man Modulo mit Excel berechnet.

Wie könnte euch dieses Werkzeug für die **Randbedingung** helfen?

Grafikdesigner*innen

Welche Möglichkeiten gibt es den Random Walk in Excel **graphisch** darzustellen? Probiert verschiedene **Diagrammarten** in einer Excel Datei aus!
Recherchiert über **„bedingte Formatierung"** in Excel. Wie kann sie euch beim graphischen Darstellen helfen?

22

Teil 2 - Simulation in gemischten Teams:

Programmiert gemeinsam einen Random Walk auf Excel!

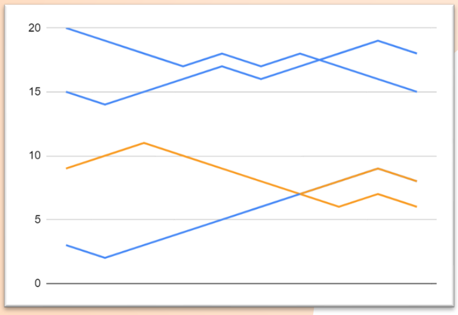
1. Nutzt das Wissen **aller Expert*innen** und sammelt Ideen auf einem Papier.
2. Zeichnet eine Skizze, die eure Vorgehensweise zusammenfasst.
3. Erstellt gemeinsam eine Excel-Datei in der ein Random Walk simuliert und graphisch aufbereitet wird.

   (Seid dabei kreativ! Es gibt nicht nur eine richtige Lösung!)

Die Random Walk Simulationen werden in der nächsten Projekteinheit kurz präsentiert!

23

AUSBLICK



- Random Walk Präsentationen
- Infektion einbauen
- Simulation mit Social-Distancing

  ...

Falls ihr bis zur nächsten Einheit mehr Erfahren wollt ...

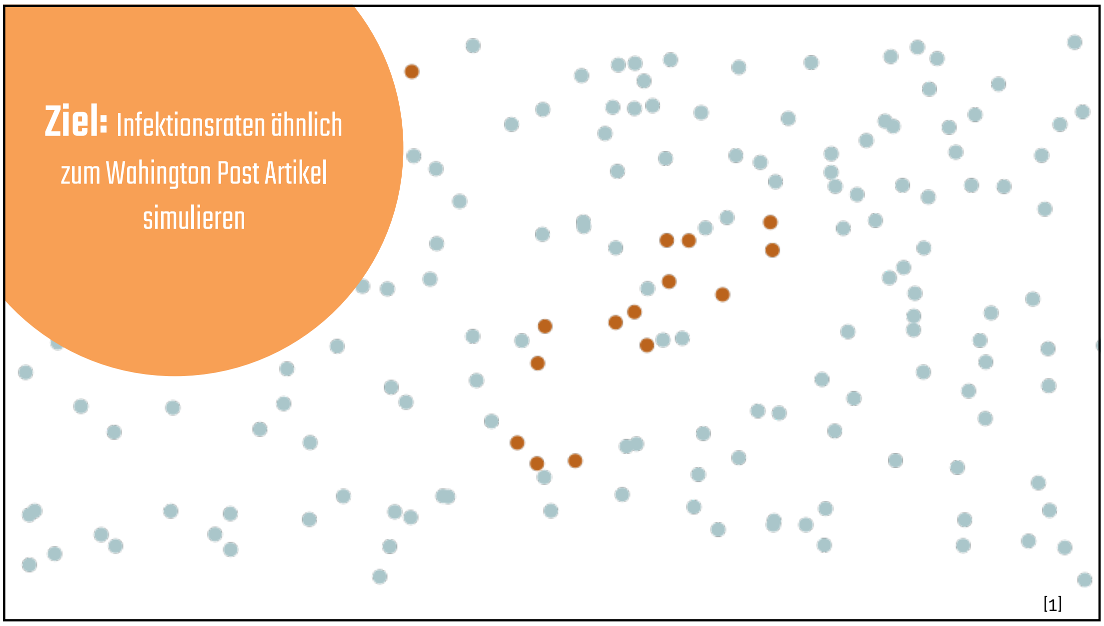
24


Bildquellen:
[1] iStockphoto (2023). URL: https://www.istockphoto.com/de/grafiken/online-survey
[2] Harry, S. (2020). URL:https://www.washingtonpost.com/graphics/2020/world/corona-simulator/
[3] Statista (2022). URL: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1231925/umfrage/aktienkurs-von-zoom/
[4] Fischer, M. (2023): Fußgängerdynamiken
[5] Larson, J. S., Bradlow, E. T., & Fader, P. S. (2005). An exploratory look at supermarket shopping paths. International Journal of Research in Marketing, 22(4), 395–414. https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2005.09.005
CREDITS: This presentation template was created by **Slidesgo**, including icons by **Flaticon**, and infographics & images by **Freepik**

Modellierung und Simulation von Infektionsraten – Teil 2

Julia Glock
Michael Fischer

Ziel: Infektionsraten ähnlich zum Wahington Post Artikel simulieren



[1]

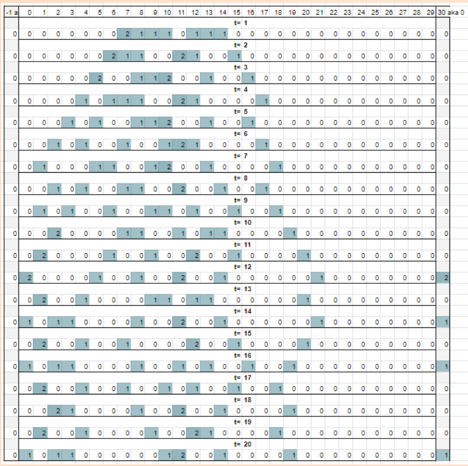
Random Walk 01 Simulation

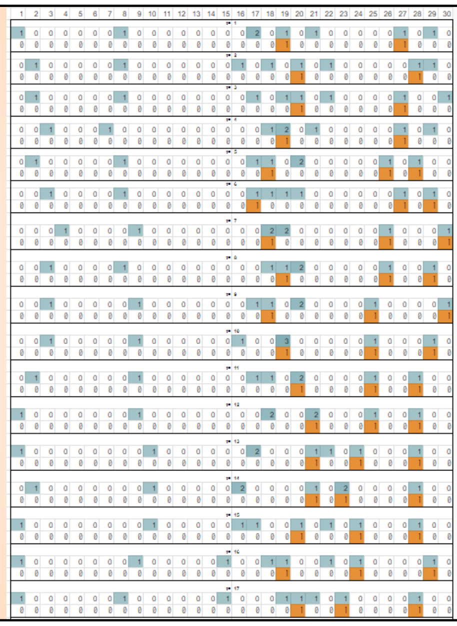
- **5 Minuten Gruppenphase**: File durchgehen, evt. letzte Änderungen
- Kurze **Präsentation** einiger Random Walk Simulationen

Excel Dateien auf USB-Stick kopieren

!

Ziel unseres Projektes





ZW | =ZÄHLENWENN(B2:D2;F$2)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	**Zeit**	**Person 1**	**Person 2**	**Person 3**											
2	1	1	2	6		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	2	1	3	6						**t= 1**					
4	3	1	4	5		F$2)	1	1	0	0	0	1	0	0	0
5	4	2	4	4						**t= 2**					
6	5	1	5	4		0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
7	6	1	6	5						**t= 3**					
8	7	0	7	4		0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
9	8	9	6	5						**t= 4**					
10	9	0	6	4		0	0	1	0	2	0	0	0	0	0
11	10	0	5	4						**t= 5**					
12	11	9	6	3		0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
13	12	8	7	3											
14	13	7	8	3											
15	14	8	9	4											
16	15	9	0	5											
17	16	8	9	4											
18	17	9	9	3											
19	18	0	8	2											
20	19	0	7	3											
21															
22	**Omega**	**10**													

5

															t=1																
1	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

eigene Simulation

Simulation Washington Post

[1]

6

t=1

1	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Anmerkungen zu den Simulationen:

Omega ... Anzahl der Felder

→ Simulation mit einer **Zufallsvariable** (ZV) anstatt der Funktion Zufallsbereich

(VORTEIL: verschiedene Effekte, wie z.B. Drift können leichter simuliert werden)

t=1

1	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Anmerkungen zu den Simulationen:

Omega ... Anzahl der Felder

→ Simulation mit einer **Zufallsvariable** (ZV) anstatt der Funktion Zufallsbereich

(VORTEIL: verschiedene Effekte, wie z.B. Drift können leichter simuliert werden)

Arbeitsphase 1: Random Walk

Gruppe A: Random Walk 1
Gruppe B: Random Walk 2
Gruppe C: Random Walk 3

Schaut euch den **Aufbau des Excel Files** und die einzelnen verwendeten Befehle gemeinsam an! Bearbeitet die **Aufgabenstellungen** auf dem Arbeitsblatt und haltet eure Gedanken dazu schriftlich fest.

9

02

Infektionskrankheit einbauen

10

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
t=1											
	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t=2											
	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t=3											
	0	0	2	0	1	0	1	0	1	0	0
	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
t=4											
	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0
	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
t=5											
	0	0	1	0	2	0	1	0	1	0	0
	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
t=6											
	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0

Mögliche Umsetzung auf Excel

Wie viele Personen insgesamt befinden sich auf dieser Position?

Wie viele Infizierte befinden sich auf dieser Position?

11

Erweitern der Eigenschaften der Personen

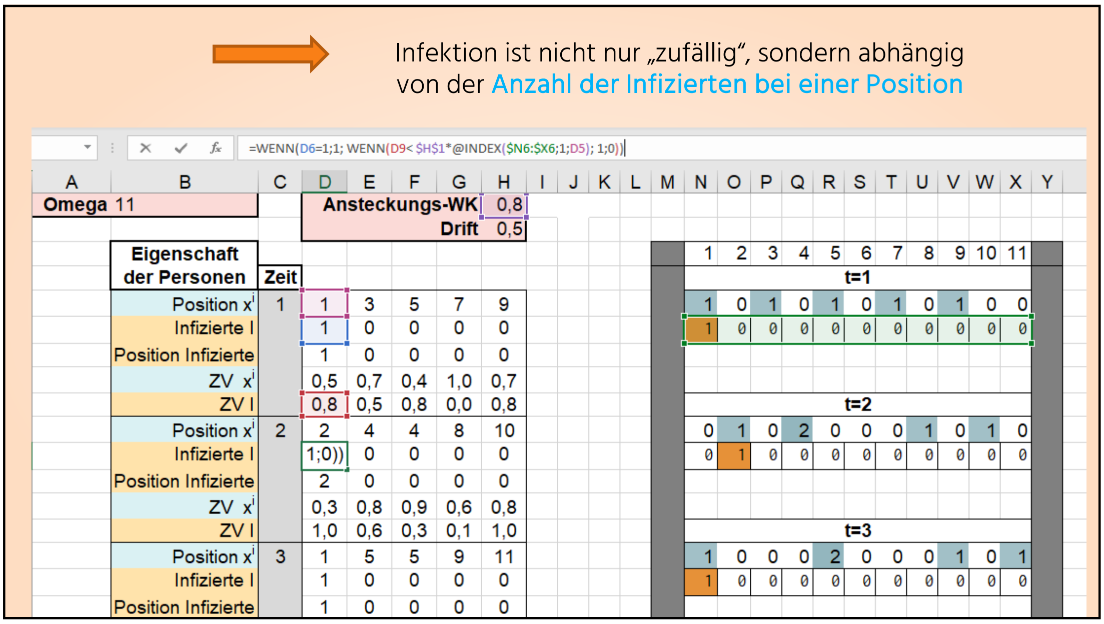
Omega 11		**Ansteckungs-WK**				0,8
					Drift	0,5
Eigenschaft der Personen	**Zeit**					
Position x^i	1	1	3	5	7	9
Infizierte I		1	0	0	0	0
Position Infizierte		1	0	0	0	0
ZV x^i		0,3	0,6	0,3	0,6	0,7
ZV I		0,9	0,0	0,3	0,1	0,9
Position x^i	2	2	4	4	8	10
Infizierte I		1	0	0	0	0
Position Infizierte		2	0	0	0	0
ZV x^i		1,0	0,9	0,9	0,7	0,5
ZV I		0,1	0,7	0,2	0,1	0,7

Werte für **Zufallsvariablen** bestimmen (ZV x für zufällige Bewegung & ZV I für zufällige Infektion)

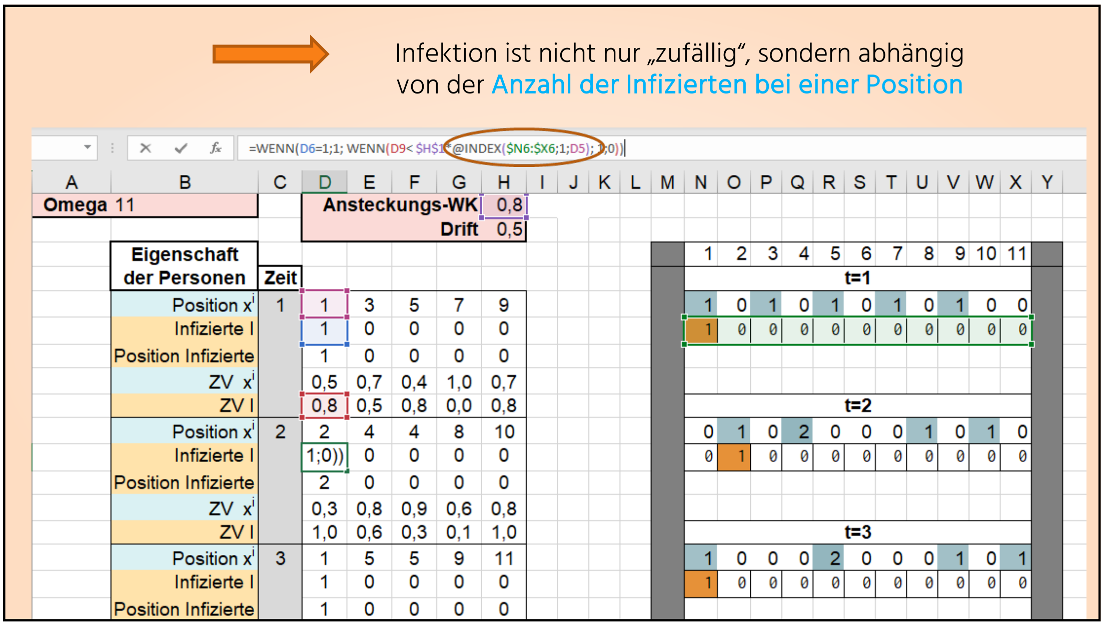
Infizierte updaten (Personen stecken sich gegenseitig an)

Positionen updaten (Personen bewegen sich)

12


Infektion ist nicht nur „zufällig", sondern abhängig
von der Anzahl der Infizierten bei einer Position
=WENN(D6=1;1; WENN(D9< H1*@INDEX($N6:$X6;1;D5); 1;0))
Omega 11
Ansteckungs-WK 0,8
Drift 0,5
Eigenschaft der Personen
Zeit
Position x
Infizierte I
Position Infizierte
ZV x
ZV I
t=1
t=2
t=3

13


Infektion ist nicht nur „zufällig", sondern abhängig
von der Anzahl der Infizierten bei einer Position
=WENN(D6=1;1; WENN(D9< H1*@INDEX($N6:$X6;1;D5); 1;0))
Omega 11
Ansteckungs-WK 0,8
Drift 0,5
Eigenschaft der Personen
Zeit
Position x
Infizierte I
Position Infizierte
ZV x
ZV I
t=1
t=2
t=3

14

Das Konzept des Potentials

- bezieht sich auf eine derzeit nicht realisierte, aber z.B. wünschenswerte Eigenschaft eines Systems
- Verwendung in verschiedenen Bereichen (Physik, Sozialwissenschaften,...)

IN UNSEREM KONTEXT:

- Verwendung zur **Steuerung von Bewegungen** (z.B. Social Distancing)
- Beschreibung des **Risikos** sich an einem Ort mit einer Krankheit **anzustecken**

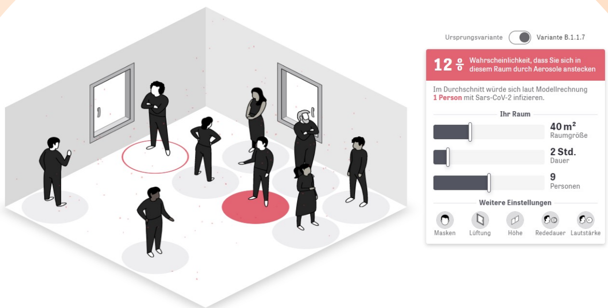
So hoch ist die Ansteckungsgefahr mit der Mutante in Innenräumen

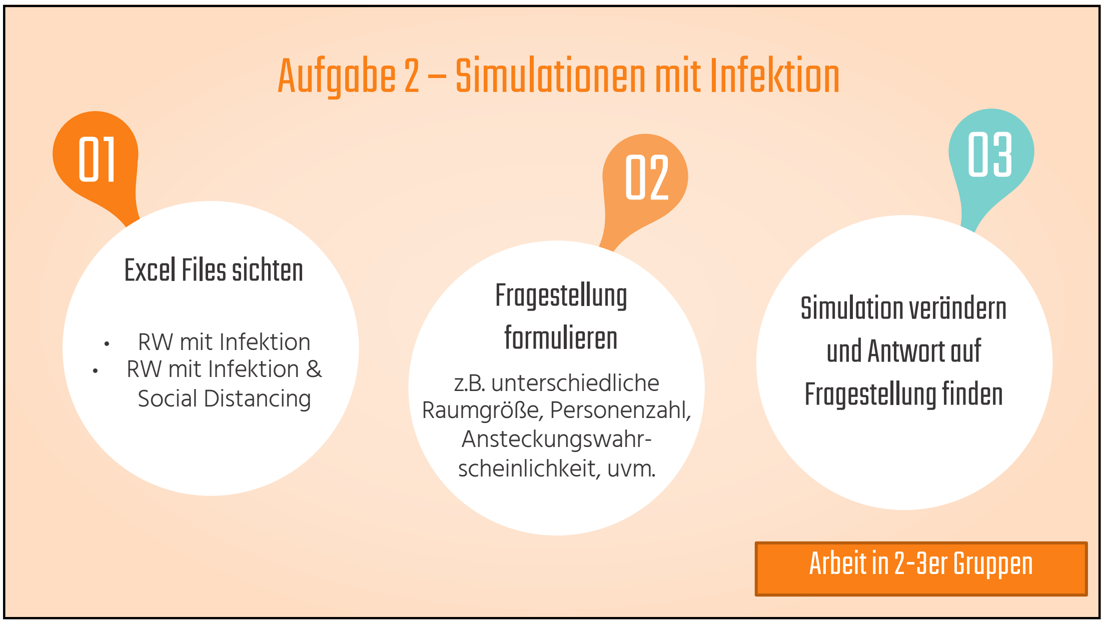
Zeit online

von Fabian Dinklage,

Dr. Maria Mast und Julius Tröger

1. April 2021




Aufgabe 2 – Simulationen mit Infektion
01
Excel Files sichten
• RW mit Infektion
• RW mit Infektion & Social Distancing
02
Fragestellung formulieren
z.B. unterschiedliche Raumgröße, Personenzahl, Ansteckungswahr-scheinlichkeit, uvm.
03
Simulation verändern und Antwort auf Fragestellung finden
Arbeit in 2-3er Gruppen

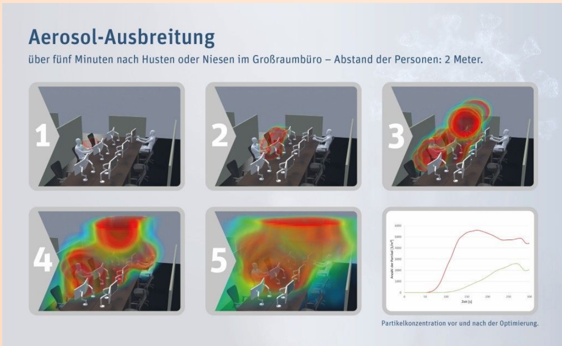
17


Was haben wir in unserem Modell noch nicht berücksichtigt?

18

z.B.

	t=0											
	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	
	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
Aero-sole	0	0	0	0,1	1,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Aero-sole



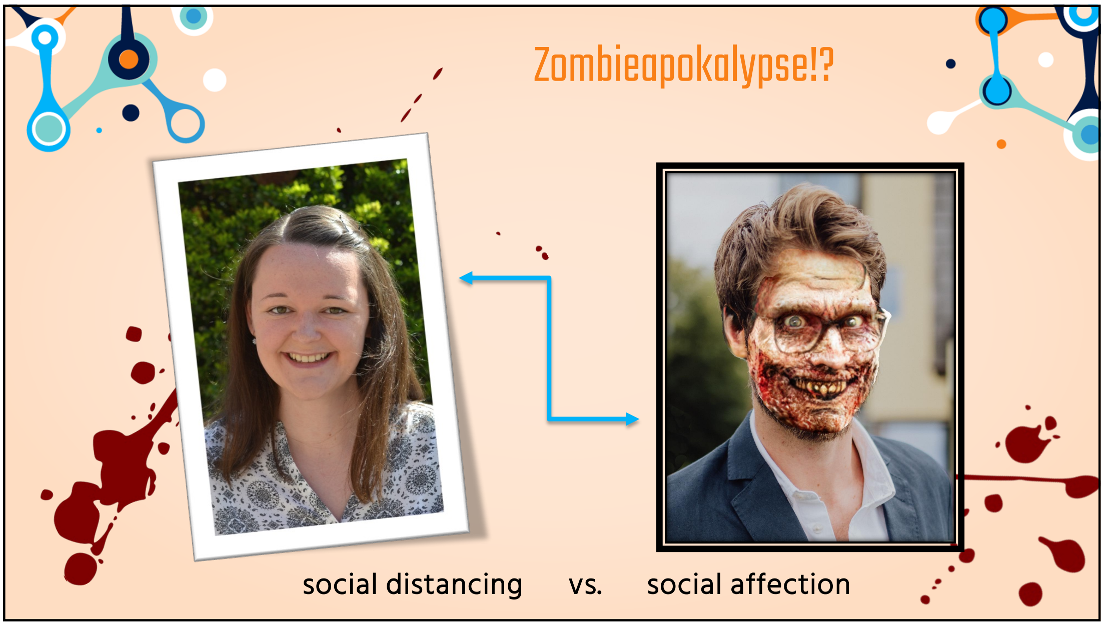
19

Interaktionen von Personen

20


Zombieapokalypse!?

21


Zombieapokalypse!?
social distancing vs. social affection

22

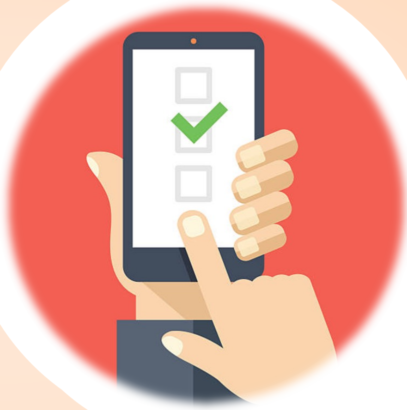
Abschluss:

FRAGEBOGENERHEBUNG 2

Dauer: ca. 10 Minuten

Beantwortet die Fragen gewissenhaft und ehrlich!

Lasst keine Fragen aus.



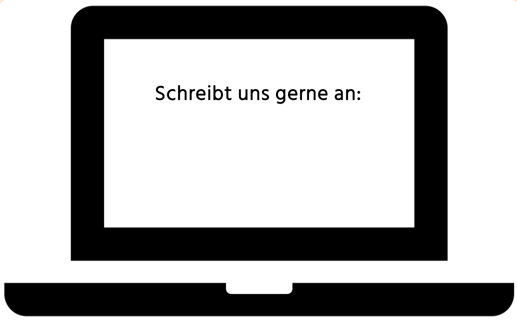
VIELEN DANK!

[3]

23

Vielen Dank !

Linksammlung



24


Bildquellen:
[1] Harry, S. (2020). URL:https://www.washingtonpost.com/graphics/2020/world/corona-simulator/
[2] depositphotos (2023). URL: https://de.depositphotos.com/stock-photos/zombie.html
[3] iStockphoto (2023). URL: https://www.istockphoto.com/de/grafiken/online-survey
CREDITS: This presentation template was created by **Slidesgo**, including icons by **Flaticon**, and infographics & images by **Freepik**

Begleitmaterial und Aufgaben

Umfrage

Abbildung 1: Fülle bitte zuerst folgende Umfrage aus.

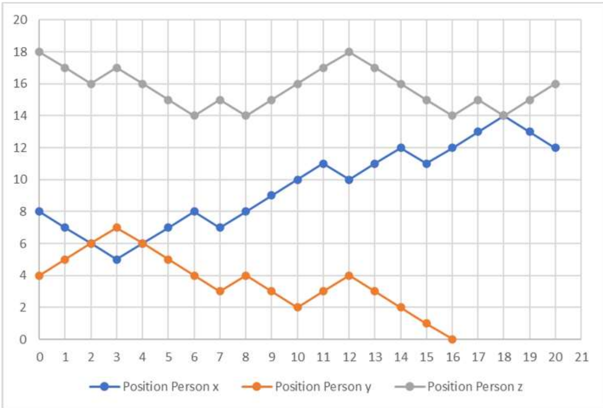
Aufgabe 1, der random Walk

- Zeichnet ein 'Spielfeld', auf dem sich eure Figur bewegen kann, in das nachfolgende Feld.

- Formuliert Regeln nach denen sich die Figur bewegen darf.

Aufgabe 2, der mathematische Hintergrund

Die zufällige Bewegung von drei Personen kann beispielsweise wie im Folgenden visualisiert werden, dabei ist t die Zeit (in diskreten Schritten) und x_t die Position der Person x nach t Zeitschritten.



- Ergänze die Wertetabelle mit Hilfe der Grafik.
- Visualisiere in den leeren Spalten die jeweilige Änderung mit Pfeilen.
- Zeichne eine mögliche Fortsetzung des Graphen von Person y in das obige Koordinatensystem. (Gehe dafür von einer periodischen Randbedingung in einem Zellgitter der Größe 20 aus!)

t	x_t		y_t		z_t	
0	8		4			
1	7					
2						
3						

Persönliche Notizen

Kontakt

Julia Glock, a11704357@unet.univie.ac.at

Linksammlung

(a) Ein Link zu den heutigen Slides.

(b) Eine Linksammlung mit Quellen, Computersimulationen und vielem mehr.

Begleitmaterial und Aufgaben

Aufgabe 1, erneut der random Walk

- Nennt die Art der Randbedingung, die in der Simulation verwendet wird:

- Welche Rolle spielt die Zufallsvariable in dieser Simulation? Beschreibt dazu kurz wie sie in diesem Code eingesetzt wird:

- Der Einbau der Zufallsvariable ermöglicht uns Effekte wie den „Drift“ zu simulieren. Dieser Drift ist im Excel-File als eine veränderbare Variable integriert. Stellt eine Hypothese auf, welche Auswirkungen es auf die Simulation hat, wenn diese Variable auf 0,1 gesetzt wird. Stellt eine zweite Hypothese für einen Drift von 0,9 auf.
  - Hypothese 1:

  - Hypothese 2:

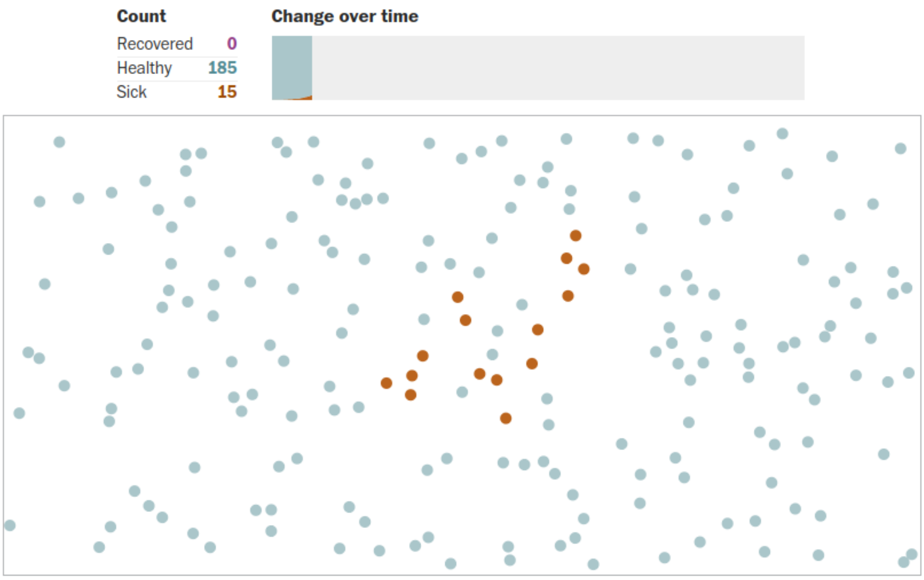
- Überprüft im Excel-File eure Hypothesen, in dem ihr den Drift entsprechend verändert. Notiert eure Erkenntnisse. Sind eure Hypothesen bestätigt worden?

Aufgabe 2, Simulationen mit Infektionen

- Formuliert eine Fragestellung, die ihr mit Hilfe der Simulation beantworten möchtet. Ihr könnt dafür die Simulation des Random Walk mit oder ohne Social Distancing Maßnahmen verwenden.
  - Verwendete Datei:
  - Fragestellung:
- Verändert einzelne Parameter in der Simulation und findet damit eine Antwort auf eure Fragestellung.
  - Gebt an, was ihr in der Excel-Datei verändert habt:
  - Beschreibt, welche Ergebnisse die Simulation geliefert hat:
  - Interpretiert die Ergebnisse und findet eine Antwort auf eure Fragestellung:

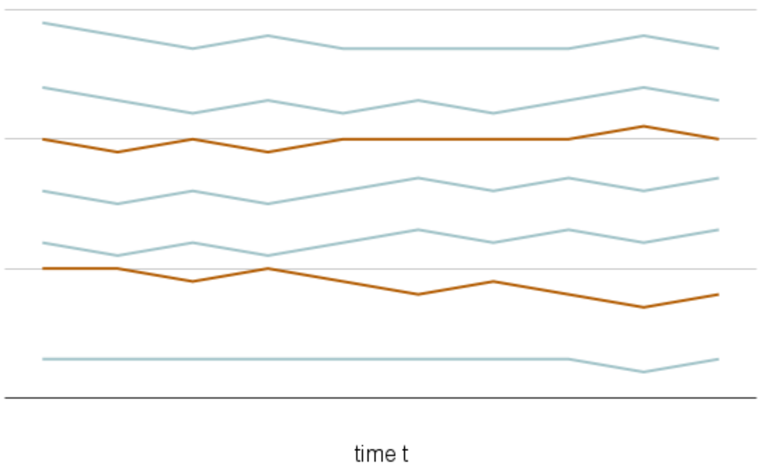
Umfrage

Abbildung 1: Fülle bitte abschließend folgende Umfrage aus.



Vielen Dank für deine Teilnahme am heutigen Projekt zur Modellierung und Simulation von Fußgängern in Infektionsmodellen. Wir hoffen, du hattest viel Spaß.

Bitte beantworte im Folgenden noch kurz einige Fragen zu deinem Verhältnis zur Mathematik und den Naturwissenschaften, deinem Wissen im Umgang mit Computern und einigen vorkommenden Begrifflichkeiten.



1. Geschlecht

Bitte wähle dein Geschlecht aus

weiblich	männlich	weitere	keine Angabe

2. Deine Schulstufe

Bitte kreuze deine Schulstufe an

8. Schulstufe	9. Schulstufe	10. Schulstufe	11. Schulstufe	12. Schulstufe

3. Identifikationsnummer

Gib eine eigene, vier- oder fünfstellige Identifikationsnummer an, mit der (nur du) dich selber innerhalb der Klasse wiedererkennen kannst. Hinweis: 1234 oder 1111 sind keine geeigneten Identifikationsnummern.

4. Kreuze bei jeder Aussage an, wie sehr diese für dich zutrifft.

	Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu	Weiß ich nicht
Ich lerne Mathematik nur, wenn es notwendig ist.	○	○	○	○	○
Ich vermeide es, Mathematikaufgaben zu lösen.	○	○	○	○	○
Ich verbinde das Fach Mathematik mit negativen Gefühlen (z.B. Angst, Überforderung, Zorn, ...).	○	○	○	○	○
Schulmathematik hat nichts mit dem zu tun, was ich in der realen Welt erlebe.	○	○	○	○	○
Die Themen im Mathematikunterricht langweilen mich.	○	○	○	○	○
Ich rege mich schnell auf, wenn ich bei einer Mathematikaufgabe nicht weiterkomme.	○	○	○	○	○
Ich bin neugierig auf neue Themen im Mathematikunterricht.	○	○	○	○	○
Im Unterricht werden die Inhalte interessant vermittelt, aber ich beschäftige mich nicht näher damit in meiner Freizeit.	○	○	○	○	○
Ich bin zufrieden, wenn ich Aufgaben eines mathematischen Themengebiets bearbeiten kann, auch wenn ich nicht jeden Aspekt voll und ganz verstehe.	○	○	○	○	○
Ich habe Spaß daran, Mathematikaufgaben zu lösen.	○	○	○	○	○
Das Lernen von Mathematik verändert meine Vorstellungen davon, wie die Welt funktioniert.	○	○	○	○	○
Kontrollfrage: Wir nutzen diese Aussage, um diejenigen Personen herauszufiltern, die die Aussagen nicht lesen. Bitte kreuze für diese Aussage „Trifft eher zu" an.	○	○	○	○	○
Die Fähigkeit zur logischen Argumentation, wie ich sie in Mathematik nutze, kann mir im Alltag nützlich sein.	○	○	○	○	○
Ich setze mich auch zu Hause mit Mathematik auseinander.	○	○	○	○	○
Ich möchte mehr über Mathematik lernen, als wir im Unterricht erarbeiten.	○	○	○	○	○
Ich kenne mich sehr gut in Mathematik aus.	○	○	○	○	○
Wenn ich eine Mathematikaufgabe herausfordernd finde, gebe ich trotzdem nicht auf, weil ich sie unbedingt lösen möchte.	○	○	○	○	○
Ich spreche gerne mit meinen Freunden oder Lehrpersonen über Mathematik.	○	○	○	○	○
Ich beschäftige mich in meiner Freizeit, also nicht für die Schule, mit Mathematik.	○	○	○	○	○

5. Kreuze bei jeder Aussage an, wie sehr diese für dich zutrifft.

	Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu	Weiß ich nicht
Ich habe das Kapitel rekursive Folgen bereits in der Schule gelernt.	○	○	○	○	○
Ich habe das Kapitel Folgen (und Reihen) bereits in der Schule gelernt.	○	○	○	○	○
Ich kann mit rekursiven Folgen arbeiten.	○	○	○	○	○
Kontrollfrage: Wir nutzen diese Aussage, um diejenigen Personen herauszufiltern, die die Aussagen nicht lesen. Bitte kreuze für diese Aussage „Trifft eher zu“ an.	○	○	○	○	○
Ich kann mit Zufallsvariablen arbeiten.	○	○	○	○	○
Ich kann mit Zufallsvariablen modellieren.	○	○	○	○	○
Der Begriff Potential sagt mir etwas.	○	○	○	○	○

6. Markiere auf der jeweiligen Skala!

	kein Interesse							hohes Interesse
Markiere auf der Skala, wie hoch du dein Interesse am Fach Physik einschätzt!	○	○	○	○	○	○	○	○
Markiere auf der Skala, wie hoch du dein Interesse am Fach Biologie und Umweltbildung einschätzt!	○	○	○	○	○	○	○	○
Markiere auf der Skala, wie hoch du dein Interesse am Fach Chemie einschätzt!	○	○	○	○	○	○	○	○
Markiere auf der Skala, wie hoch du dein Interesse am Fach Informatik einschätzt!	○	○	○	○	○	○	○	○
Markiere auf der Skala, wie hoch du dein Interesse am Fach Mathematik einschätzt!	○	○	○	○	○	○	○	○

7. Wie oft verwendest du die nachstehenden digitalen Werkzeuge im Mathematikunterricht?

Taschenrechner

Regelmäßig	Häufig	Selten	Nie

GeoGebra

Regelmäßig	Häufig	Selten	Nie

Microsoft Excel

Regelmäßig	Häufig	Selten	Nie

8. Welche noch nicht genannten digitalen Werkzeuge verwendest du im Mathematikunterricht?

9. Markiere auf der Skala, wie gut du deine Computer-Kenntnisse einschätzt.

	0 % (Keine Kenntnisse)	100 % (Profi)
Markiere auf der Skala, wie gut du dich mit deinem Laptop/PC/Computer auskennst	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
Markiere auf der Skala, wie gut du deine Programmierkenntnisse im Allgemeinen einschätzt.	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
Markiere auf der Skala, wie gut du deine Kenntnisse in Microsoft Excel (oder Ähnliche) einschätzt.	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
Markiere auf der Skala, wie gut du dich mit deinem Handy auskennst.	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	

10. Kreuze bei jeder Aussage an, wie sehr diese für dich zutrifft. Eine Tabellenkalkulation ist eine Software für die interaktive Eingabe und Verarbeitung von Daten in Form einer Tabelle. Damit sind Programme wie Microsoft Excel, Google Calc., Libre Office Calc. gemeint.

	Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu	Weiß ich nicht
Ich besitze einen Laptop/PC/Computer (nicht Mobiltelefon/Tablet).	○	○	○	○	○
Ich fühle mich mit Tabellenkalkulationen überfordert.	○	○	○	○	○
Ich benutze meinen Laptop/PC/Computer (nicht Mobiltelefon/Tablet) täglich.	○	○	○	○	○
Unterrichtsstunden, in denen mit Tabellenkalkulationen gearbeitet wird, empfinde ich als anstrengend.	○	○	○	○	○
Ich verwende Tabellenkalkulationen nur, wenn es für den Unterricht notwendig ist.	○	○	○	○	○
Ich habe noch nie mit Tabellenkalkulationen gearbeitet.	○	○	○	○	○
Ich weiß nicht, worum es sich bei Tabellenkalkulationen handelt.	○	○	○	○	○
Ich finde Unterrichtsstunden, in denen Tabellenkalkulationen eingesetzt werden, besonders interessant.	○	○	○	○	○
Ich würde gerne mehr über Programmiersprachen lernen.	○	○	○	○	○
Ich würde gerne mehr über Tabellenkalkulationen lernen.	○	○	○	○	○
Ich arbeite gerne am Laptop/PC/Computer.	○	○	○	○	○
Das Arbeiten mit Tabellenkalkulationen bringt mir etwas für mein späteres Leben.	○	○	○	○	○
Es macht mir Spaß mit Tabellenkalkulationen zu arbeiten.	○	○	○	○	○
Ich verbinde mit Tabellenkalkulationen negative Gefühle (z.B. Angst, Überforderung, Zorn, ...).	○	○	○	○	○
Ich beschäftige mich in meiner Freizeit mit Programmiersprachen.	○	○	○	○	○
Kontrollfrage: Wir nutzen diese Aussage, um diejenigen Personen herauszufiltern, die die Aussagen nicht lesen. Bitte kreuze für diese Aussage „Trifft eher zu“ an.	○	○	○	○	○
Ich kann mir vorstellen, in meinem zukünftigen Beruf mit Tabellenkalkulationen oder anderen Programmiersprachen zu arbeiten.	○	○	○	○	○
Ich tausche mich regelmäßig mit Freunden oder Bekannten über Programmiersprachen aus.	○	○	○	○	○
Ich sitze oft stundenlang an einem Code, wenn dieser nicht sofort funktioniert.	○	○	○	○	○
Ich helfe meinen Mitschüler*innen regelmäßig, wenn sie beim Arbeiten mit Tabellenkalkulationen Schwierigkeiten haben.	○	○	○	○	○

11. Kreuze bei jeder Aussage an, wie sehr diese für dich zutrifft.

	Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu	Weiß ich nicht
Die Projektstunden haben mich gelangweilt.	○	○	○	○	○
Die Inhalte der Projektstunden haben mir nichts für mein weiteres Leben gebracht.	○	○	○	○	○
Ich habe beim Modellieren unterschiedlicher Effekte schnell aufgegeben.	○	○	○	○	○
Ich habe beim Modellieren eines Random Walks schnell aufgegeben.	○	○	○	○	○
Die Aufgabenstellungen in den Projektstunden habe ich als anstrengend empfunden.	○	○	○	○	○
Ich kann nicht genau wiedergeben, was wir in den Projektstunden gemacht haben, weil ich nicht aufgepasst habe.	○	○	○	○	○
Ich möchte mich mit den Inhalten der Projektstunde nicht weiter befassen.	○	○	○	○	○
Die Projektstunden haben mich auf das Thema neugierig gemacht.	○	○	○	○	○
Ich finde das Themenfeld Gesundheit und Krankheit für mich relevant.	○	○	○	○	○
Das Thema Infektionskrankheiten ist für mich von Bedeutung.	○	○	○	○	○
Die Inhalte, die wir erarbeitet haben, können mir im Alltag nützlich sein.	○	○	○	○	○
Ich hatte Spaß daran, an den Simulationen in den Projektstunden zu arbeiten.	○	○	○	○	○
Ich habe aktiv in den Projektstunden mitgearbeitet, weil ich die Inhalte interessant fand.	○	○	○	○	○
Ich möchte mich im Mathematikunterricht vermehrt mit Anwendungsfeldern aus den Naturwissenschaften beschäftigen.	○	○	○	○	○
Ich habe beim Simulieren eines Random Walks schnell aufgegeben.	○	○	○	○	○
Ich habe beim Simulieren der Infektionen schnell aufgegeben.	○	○	○	○	○
Ich möchte in Zukunft öfter Simulationen im Unterricht erarbeiten.	○	○	○	○	○
Ich habe mich zu Hause mit der zur Verfügung gestellten Linksammlung auseinandergesetzt.	○	○	○	○	○
Ich habe meiner Familie und meinen Freunden von den Inhalten der Projektstunden erzählt.	○	○	○	○	○
Ich habe mich zu Hause vertiefend mit der Thematik auseinandergesetzt (z.B dazu im Internet recherchiert oder selbst auf Excel weiter programmiert)	○	○	○	○	○
Ich habe mich auch außerhalb der Projektstunden mit meinen Mitschüler*innen über das Thema ausgetauscht.	○	○	○	○	○

12. Im Unterricht haben wir das Thema Simulationen von Infektionsraten durch Differenzengleichungen erarbeitet. Beantworte dazu die nachstehenden Fragen, kreuze bei jeder Aussage an, wie sehr diese für dich zutrifft.

Ich weiß, worum es sich bei dem Thema handelt.

Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu

Ich habe das Thema verstanden.

Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu

Ich fand das Thema interessant

Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu

Das Thema ist von Bedeutung für mich.

Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu

Hast du dich zu Hause näher mit dem Thema beschäftigt?

Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu

Die Inhalte der Projektstunden waren verständlich.

Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu

Ich habe mich überfordert gefühlt.

Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu

Ich habe mich unterfordert gefühlt.

Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu

Die Vortragenden haben gut verständlich und klar gesprochen.

Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu

Es herrschte eine angenehme Stimmung während der Projektstunden.

Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu

13. Notenvergabe

Mit welcher Note würdest du die Projektstunden beurteilen?

1 Sehr Gut	2 Gut	3 Befriedigend	4 Genügend	5 Nicht Genügend

Mit welcher Note würdest du die Vortragenden beurteilen?

1 Sehr Gut	2 Gut	3 Befriedigend	4 Genügend	5 Nicht Genügend

Mit welcher Note würdest du die bereitgestellten Materialien beurteilen?

1 Sehr Gut	2 Gut	3 Befriedigend	4 Genügend	5 Nicht Genügend

14. Möchtest du etwas näher ausführen oder uns noch etwas mitteilen?

Letzte Seite

Vielen Dank für deine Teilnahme!

Wir möchten uns ganz herzlich für deine Mithilfe bedanken.

Deine Antworten wurden gespeichert, du kannst das Browser-Fenster nun schließen.

Julia Glock – 2023