

Die empirische Beforschung eines Mysterys über das Wattenmeer

Der Einfluss dieser unterrichtlichen Methodik auf das Flow-Erleben im Kontext der Interessenforschung sowie die Relevanz von vorherigen Erfahrungen mit diesem Ökosystem

The Empirical Investigation of a Mystery About the Wadden Sea

The impact of this teaching methodology on flow experience in the context of interest research, as well as the relevance of previous experience with this ecosystem

Till Schmäing & Norbert Grotjohann

Zusammenfassung

Die Mystery-Methodik bietet Schülerinnen und Schülern eine besondere Form des problemorientierten Unterrichts. In der Biologiedidaktik wurde die Wirkung dieser Methodik auf die Lernenden bisher allerdings nicht ausführlich empirisch untersucht. Diese Studie geht diesem Forschungsdesiderat nach und betrachtet den unterrichtlichen Einsatz eines Mysterys zum Wattenmeer. Dieses Ökosystem wurde aufgrund seiner besonderen fachlichen Relevanz und der vielfältigen Anbindungsmöglichkeiten für den schulischen Kontext ausgewählt. In der Untersuchung wird der Einfluss des Mysterys auf das Flow-Erleben der Schülerinnen und Schüler betrachtet. Das Erleben von Flow ist für die Unterrichtspraxis relevant, da es mit einer Passung der Anforderungen des Unterrichts mit den Fähigkeiten der Lernenden einhergeht. Darüber hinaus wird es aufgrund der theoretischen Verknüpfungen mit dem Fachinteresse in Biologie sowie mit der aus der Forschung hervorgehenden Erkenntnis der Abnahme des Interesses an biologischen Themen über die Jahrgangsstufen hinweg und mit zunehmenden Alter in Verbindung gebracht. Außerdem wird der mögliche Einfluss von vorherigen schulischen, außerschulischen und privaten Erfahrungen mit dem Wattenmeer auf das Flow-Erleben betrachtet. Das Mystery wurde von Schülerinnen und Schülern ($n = 332$, $M_{\text{Alter}} = 12,96$ Jahre, $SD = 1,33$) von Gymnasien, Realschulen und Gesamtschulen aus verschiedenen Jahrgängen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen die Auswirkungen dieser Intervention auf das Flow-Erleben. In einem Regressionsmodell wird das Fachinteresse in Biologie als bedeutsamer Prädiktor für dieses herausgestellt. Das Flow-Erleben ist wiederum vollkommen unabhängig von schulischen, außerschulischen und privaten Erfahrungen mit dem Wattenmeer, wie mit ungepaarten t -Tests belegt werden kann. Weitere einzelne Regressionsmodelle zeigen, dass die Abnahme des Interesses über die Jahrgangsstufen hinweg und mit zunehmendem Alter auch während der COVID-19-Pandemie bestätigt werden kann.

Schlüsselwörter: Mysterys, problemorientiertes Lernen, Flow-Erleben, Fachinteresse, Wattenmeer, COVID-19-Pandemie

Abstract

The mystery methodology offers students a special form of problem-oriented teaching. In biology didactics the effect of this methodology on learners has not yet been empirically investigated. This study addresses this research gap by considering the use of a mystery on the Wadden Sea. This ecosystem was chosen for the school context because of its particular subject relevance and multiple points of connection. In the study, the influence of the mystery on the students' flow experience is investigated. This construct is relevant to teaching practice because it is associated with a fit between the demands of teaching and learners' abilities. In addition, based on theoretical linkages, it is related to subject interest in biology as well as to the research-derived finding of declining interest in biological topics across grades and with increasing age. In addition, the possible influence of previous in-school, out-of-school, and private experiences with the Wadden Sea on the flow experience is considered. The mystery was conducted by students ($n = 332$, $M_{\text{age}} = 12.96$ years, $SD = 1.33$) from high schools, middle schools and comprehensive schools from different grades. The results show the influence of this intervention on flow experience. In a regression model, subject interest in biology is found to be a significant predictor of this.

Flow experience is completely independent of in-school, out-of-school, and private experiences with the Wadden Sea, again, as evidenced by unpaired *t*-tests. Further single regression models show that the decrease in interest across grades and with increasing age can also be confirmed during the COVID-19 pandemic.

Keywords: mysteries, problem-based learning, flow experience, subject interest, Wadden Sea, COVID-19 pandemic

1 Einleitung

Ein sehr besonderes Ökosystem in Deutschland ist das Wattenmeer. Es verläuft über die gesamte deutsche Nordseeküste hinweg und ist damit ein zentraler Teil des weltweit größten zusammenhängenden Wattgebiets (Busch & Bostelmann, 2021). Dem Wattenmeer kommt als Lebensraum für über 10.000 verschiedene Tier-, Pflanzen-, und Pilzarten eine große Relevanz zu (Hofstede & Stock, 2018). Auch deswegen wird es in Deutschland mit drei Nationalparks geschützt und wurde auf einer internationalen Ebene zum UNESCO-Weltnaturerbe ernannt (Janke, 2011). In einem Zusammenhang mit der Bildung für nachhaltige Entwicklung und der Umweltbildung erhält das Wattenmeer neben seiner fachwissenschaftlichen Bedeutung infolge der trotz dieses Schutzes vorherrschenden unterschiedlichen anthropogenen Einflüsse und ihrer vielseitigen Auswirkungen (Wachler et al., 2020; Wolff, et al., 2010) ein besonderes Potenzial für einen hochwertigen und einen praxisorientierten Biologieunterricht. Trotzdem wurde das Wattenmeer in der Forschung der Biologiedidaktik kaum berücksichtigt. So wurden bisher beispielsweise ausgewählte inhaltliche Bezüge zu diesem Ökosystem für die Diagnostik der Systemkompetenz von angehenden Lehrkräften herangezogen (Müller & Elster, 2018) oder dienten für die Bewertung von Fachwissen von Lehrenden (Großschedl et al., 2014; Mahler et al., 2017). Im Lern-Lehrlabor Wattenmeer wird im Rahmen der universitären Lehramtsausbildung der Erwerb von diagnostischen Fähigkeiten angehender Biologielehrkräfte beforscht (Brauer & Hößle, 2018; Saathoff & Hößle, 2020; Weusmann et al., 2020). Um das Wattenmeer auf einer inhaltlichen Ebene in der fachdidaktischen Forschung ausführlicher betrachten zu können, wurden die Vorstellungen von Lernenden zu diesem Ökosystem erschlossen. Dazu wurden Wortassoziationsstudien mit verschiedenen Stimuluswörtern aus diesem Themenfeld

durchgeführt. Aus den Studien geht unter anderem hervor, dass dieses Ökosystem bei einer nicht zu vernachlässigenden Anzahl an Schülerinnen und Schülern mit fachlich falschen Konzepten beschrieben oder gar als vollkommen unbekannt herausgestellt wird (Schmäing & Grotjohann, 2021a). Dies trifft zudem auf die beiden Schutzauszeichnungen des Wattenmeeres UNESCO-Weltnaturerbe und Nationalpark zu (Schmäing & Grotjohann, 2021b). Auch Lehramtsstudierende des Unterrichtsfachs Biologie weisen in diesen Bereichen einige Defizite auf (Schmäing & Grotjohann, 2022). Diese Erkenntnisse aus der biologiedidaktischen Forschung sowie das dargestellte und aus einer biowissenschaftlichen Sichtweise geschlussfolgerte hohe Potenzial für eine Thematisierung des Wattenmeeres im schulischen Kontext waren der Anlass für die Konzeption eines Mysterys mit einem entsprechenden inhaltlichen Schwerpunkt.

Wenngleich es für eine Gestaltung von naturwissenschaftlichem Unterricht eine Vielzahl an methodischen Umsetzungsmöglichkeiten gibt (Nerdel, 2017), sind Mysterys für das vorliegende Vorhaben prädestiniert. Sie besitzen eine besondere Eignung, um die Bereiche der Ökologie (Mühlhausen et al., 2020) und der Nachhaltigkeit (Benninghaus et al., 2019) zu behandeln. In der Praxis bietet die Mystery-Methodik vielfältige Anwendungsmöglichkeiten für die Gestaltung eines modernen Biologieunterrichts. Allerdings stand diese Methodik in der empirischen Forschung der Biologiedidaktik in Bezug auf ihre Wirkung auf die Schülerinnen und Schüler bisher nicht im Fokus. Die Kenntnis der Wirkung von Unterrichtsmethoden ist für die praktische Gestaltung von Unterricht sehr wichtig und ist daher auch im Erkenntnisinteresse der fachdidaktischen Forschung (siehe dazu beispielsweise Krüger, 2003 oder Theyßen, 2013). Dieser Anknüpfungspunkt aus der Perspektive der forschenden Fachdidaktik ist somit ein weiterer Anlass für die vorliegende Studie. Dabei stellen unter anderem das Flow-

Erleben, das Fachinteresse in Biologie sowie verschiedene Vorerfahrungen mit dem konkreten Naturraum wichtige Konstrukte dar, welche – wie im nachfolgenden theoretischen Kapitel begründet wird – sowohl aus einer unterrichtspraktischen als auch einer empirisch-forschenden Perspektive relevant sind.

2 Theoretische Betrachtung

In diesem Kapitel wird eingangs die im Schulunterricht umgesetzte ausgewählte Methodik erörtert. Darauf aufbauend werden die in dieser Studie betrachteten Konstrukte aus einer theoretischen Perspektive beschrieben sowie die Zusammenhänge zwischen diesen und der Mystery-Methode aus der Literatur abgeleitet.

2.1 Die Mystery-Methode im Schulunterricht

Der Einsatz von Mysterys im Biologieunterricht lässt sich einer erkundenden, entdeckenden, erfindenden und erarbeitenden methodischen Umsetzung zuordnen (Pütz & Mühlhausen, 2018) und bietet einen lernendenorientierten Zugang in das jeweilige inhaltliche Feld. So kann mit dieser Methodik vernetztes Denken gefördert (Pütz, et al., 2015) und die selbstständige Erarbeitung eines Rätsels ermöglicht werden (Mühlhausen & Pütz, 2013). Einem problemorientierten Ansatz für die Bearbeitung von Aufgaben kommt im naturwissenschaftlichen Unterricht eine wichtige Bedeutung zu (Rieß & Mischo, 2017; Zumbach et al., 2014).

Der Ursprung der betrachteten Methodik ist in der Geographie verankert. Dort wird das Mystery als eine von zehn kooperativen Lernformen beschrieben (Leat, 2008). In diesem Fachbereich werden sowohl das allgemein hohe Potenzial als auch die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten von Mysterys dargestellt (Rendel, 2014; Schuler, 2005) und die Eignung für die Umsetzung von kompetenzorientierten Lernprozessen illustriert (Fridrich, 2015). In der Geographiedidaktik gibt es bereits spezifische empirische Untersuchungen zu dieser Methode, welche die bisherigen angebrachten theoretischen Überlegungen stützen können (z.B. Applis, 2014; Hempowicz, 2021; Karkdijk et al., 2019; Karkdijk et al., 2021; Leat & Nichols, 2000). In der Biologiedidaktik fehlen wie bereits ausgeführt solche Untersuchungen, sodass die Relevanz der vorliegenden Studie ebenso aus einer unterrichtsmethodischen Perspektive belegt

werden kann.

Wenngleich dieser forschungstechnische Schwerpunkt der Mystery-Methode in der Geographiedidaktik erkenntlich wird, gibt es in anderen Schulfächern ebenso unterrichtspraktische Konzeptionen und entsprechende Anwendungsmöglichkeiten. Im Bereich der Bildung für nachhaltige Entwicklung wird dieser Methodik fächerübergreifend eine Einsatzmöglichkeit gegeben. Als Beispiel kann ein Mystery über Online-Shopping, Energie und Klimawandel angeführt werden (Aubert, 2017).

2.2 Das Flow-Erleben

Nach Csíkszentmihályi (1975) gibt es verschiedene Komponenten, welche ein Flow-Erleben charakterisieren. Zusammenfassend ausgedrückt ist der betrachtete Zustand des Flows „das reflexionsfreie, gänzliche Aufgehen in einer glatt laufenden Tätigkeit, die man trotz hoher Beanspruchung noch unter Kontrolle hat“ (Rheinberg, et al., 2003). Als Kennzeichen des Flow-Erlebens können der glatte automatisierte Verlauf der konkreten Tätigkeit sowie die Absorbiertheit, also das vollständige Aufgehen in dieser Tätigkeit, herausgestellt werden (Rheinberg et al., 2003). Im Flow erfolgen die Handlungen fließend und ohne eine jegliche Form eines bewussten Eingreifens des jeweilig Handelnden (Csíkszentmihályi, 2019). Folglich wird das Flow-Erleben in einen direkten Zusammenhang mit Glücksgefühlen gebracht (Csíkszentmihályi, 2013).

Für den schulischen Kontext wird herausgestellt, dass das Flow-Erleben eine Unterstützung für das Lernen bietet und für die kognitive Entwicklung der Lernenden entscheidend ist (Csíkszentmihályi & Schiefele, 1993). Im Zustand des Flows befinden sich Personen auf ihrem höchsten persönlichen Leistungsniveau (Csíkszentmihályi, 1988). Für das Erreichen des Flow-Erlebens müssen die jeweiligen Fähigkeiten einer Personen und die jeweils sich aus der Situation ergebenden Anforderungen zueinander passen (Massimini & Carli, 1991; Massimini et al., 1987). Allerdings ist das Flow-Erleben keinesfalls im Allgemeinen mit dieser Passung von Anforderungen und Fähigkeiten gleichzusetzen, da beispielsweise Personen trotz geeigneter Anforderungen und vorhandener Fähigkeiten Angst vor einem Misserfolg haben und während der Tätigkeit Besorgnis verspüren können (Rheinberg et al., 2003).

Aus den Erkenntnissen dieser psychologischen

Untersuchungen ist das Flow-Erleben von Schülerinnen und Schülern bei einer zeitgleich geringen Besorgnis als ein Ziel von unterrichtlichen Prozessen abzuleiten. Als Implikationen für die Praxis kann die zu erreichende Anpassung der Anforderungen des Unterrichts an die Fähigkeiten der Lernenden und somit eine zielgruppenorientierte Vorbereitung des unterrichtlichen Vorhabens ausgemacht werden. Insofern soll auch mit der Durchführung eines Mysterys im schulischen Unterricht ein Flow-Erleben bei den Lernenden ermöglicht werden. Wie im vorherigen Unterkapitel unter der Hinzunahme von fachdidaktischer Literatur begründet, kommt der selbstständigen und der problemorientierten Erarbeitung eines Themas bei dieser methodischen Vorgehensweise eine besondere Relevanz zu. Um eine empirische Überprüfung der Auswirkungen der Mystery-Methodik auf einer affektiven Ebene vornehmen zu können, ist es somit sinnvoll das Flow-Erleben empirisch zu betrachten.

2.3 Die Interessentheorie

Das Interesse einer Person ist für das Flow-Erleben ein wichtiger Faktor (Csíkszentmihályi & Schiefele, 1993). Somit stehen diese beiden Konstrukte in einem direkten Zusammenhang und erhalten in einer unterrichtlichen Situation gleichsam eine hohe Bedeutung. Als theoretische Grundlage des Interesses wird an dieser Stelle die Interessentheorie skizziert (Krapp, 1992; Schiefele et al., 1983). Grundlegend wird unter dem Interesse die Beziehung zwischen einer Person zu einem Gegenstand verstanden (Krapp, 1999a). Der Gegenstand wird als ein Umweltausschnitt definiert, welcher von anderen Umweltbereichen separiert ist (Prenzel, et al., 1986). Das Spektrum der Interessensgegenstände ist sehr breit, sowohl konkrete Dinge als auch themenspezifische Wissensbestände können einen Interessensgegenstand darstellen (Krapp, 1999b). Eine Unterscheidung erfolgt zwischen dem situationalen und dem individuellen Interesse (Renninger & Hidi, 2015). In einer Situation wird die Aufmerksamkeit einer Person auf einen bestimmten Gegenstand gerichtet (*catch*) und die Entstehung von situationalem Interesse ermöglicht, das aufrechterhalten werden kann (*hold*) (Mitchell, 1993). Das situationale Interesse kann mit einer geringen Stabilität gekennzeichnet werden, das individuelle Interesse ist hingegen langanhaltend und nicht von einer bestimmten Situation abhängig (Hidi & Anderson, 1992).

Gemäß der theoretischen Ausführungen kann die Stärkung des Interesses der Lernenden als eine allgemeine Zielsetzung von Unterricht herausgestellt werden. So gilt es entsprechend der vorhandenen Möglichkeiten auch im Biologieunterricht Situationen zu schaffen, welche die Interessengenese bei den Schülerinnen und Schülern anregen. Wie beschrieben steht das Interesse in einer direkten Verbindung mit dem Flow-Erleben. Daher ist es unerlässlich, nicht nur die unterrichtliche Methode, sondern auch das Interesse der Lernenden an der Biologie zu berücksichtigen. Nur mit diesem Vorgehen ist es möglich, tiefgreifend die Erkenntnisse in Bezug auf die Wirkung der Mystery-Methodik auf das Flow-Erleben zu diskutieren.

2.4 Die Bedeutung des Alters für das Interesse an der Biologie

Die Interessenforschung erfährt in der Biologiedidaktik vielseitige Formen der Umsetzung. Dabei wird unter anderem auf die Messung der Auswirkungen von einzelnen Bildungsangeboten auf dieses Konstrukt intendiert (z.B. Röllke et al., 2021) oder auch in der Theorie eine direkte Verbindung mit dem Design-Based-Research-Ansatz umgesetzt (Scheersoi & Hense, 2015).

Somit liegt in diesem Kontext eine Vielzahl an Erkenntnissen vor. Dabei konnte unter anderem ermittelt werden, dass das Interesse an biologischen Themen von verschiedenen Faktoren abhängt. Einen großen Einfluss auf dieses hat das Alter der Schülerinnen und Schüler. So nimmt das Interesse an biologischen Themen über die gesamte Schullaufbahn hinweg und daher mit einem zunehmenden Alter ab, wie sowohl aktuelle als auch ältere Studien belegen (Daniels, 2004; Großmann et al., 2021; Löwe, 1987). Auch der Grad der Selbstbestimmung der Motivation ist bei den Schülerinnen und Schülern mit dem Eintritt in die Sekundarstufe am höchsten und wird zu keinem anderen Zeitpunkt in der Schullaufbahn mehr erreicht (Großmann et al., 2021).

2.5 Die Bedeutung von Vorerfahrungen

Im betrachteten Kontext können verschiedene (Vor-)Erfahrungen mit den jeweiligen inhaltlichen Bereichen einen Einfluss auf die Wirkung einer schulischen Intervention besitzen. Daher liegt es nahe, dass auch das Flow-Erleben von diesen beeinflusst werden kann. Vor allem in der biologischen Bildung kommt den vorherigen

Erfahrungen ein hoher Stellenwert zu. So ist es in diesem Fachbereich möglich, eine Vielzahl an Themenfeldern mit Primärerfahrungen und daher beispielsweise mit originalen Begegnungen zu erschließen. Dabei müssen im besonderen Maße die Möglichkeiten von außerschulischen Lehr- und Lernprozessen zum Beispiel im Hinblick auf den Wissenserwerb (Polte & Wilde, 2021) oder auf die Stärkung der Naturverbundenheit (Kleespies et al., 2020) hervorgehoben werden. Das Lernen an solchen Orten muss nicht zwingend eine schulische Einbindung erfahren. Auch das informelle Lernen im privaten Bereich erhält eine Relevanz, da es unter anderem für die Bildung für nachhaltige Entwicklung ein hohes Potenzial besitzt (Adomßent, 2016).

Aber auch eine vorherige Thematisierung eines Inhalts im Unterricht kann einen Einfluss auf nachfolgende schulische Umsetzungen in diesem thematischen Bereich besitzen. Dabei sind nicht nur die Auswirkungen einer formalen spiralcurricularen Gestaltung zu nennen, sondern ebenso jene von unterschiedlichen fächerübergreifenden Interventionen. Vor allem in den naturwissenschaftlichen Fächern sind eine Vielzahl an Inhalten für diese Form der integrativen Vorgehensweise im Unterricht geeignet (Zendler, 2018), sodass die Wichtigkeit dieses Aspekts belegt werden kann.

Gemäß dieser theoretischen Ausführungen kann daher zwischen drei Dimensionen der vorherigen Erfahrungen differenziert werden. Dies sind die schulischen, die außerschulischen und die privaten Erfahrungen, welche potenziell einen Einfluss auf die Wirkung von Unterricht nehmen können.

3 Fragestellungen

Im Zentrum der Untersuchung steht die Wirkung des Mysterys über das Wattenmeer auf die Schülerinnen und Schüler, sodass die folgende Frage formuliert wird:

1. Wie ausgeprägt ist das Flow-Erleben bei den Lernenden während der Durchführung des Mysterys?

Wie in den theoretischen Beschreibungen geschlussfolgert, steht das Flow-Erleben mit dem Konstrukt des Interesses in Verbindung. Daher wird diesem Aspekt auch in der vorliegenden Studie mit einer Bezugnahme zum umgesetzten

Mystery nachgegangen:

2. Kann bei der Durchführung des Mysterys ein gerichteter Zusammenhang zwischen dem Fachinteresse der Lernenden in Biologie und dem potenziell aufgekommenen Flow-Erleben ausfindig gemacht werden?

Um den möglichen Einfluss von bereits vor dem Unterricht bei den Schülerinnen und Schülern vorhandenen Erfahrungen mit dem Wattenmeer bei der Erarbeitung des Mysterys berücksichtigen zu können, wurden die bisherigen unterrichtlichen Thematisierungen dieses Ökosystems, die Teilnahmen an außerschulischen Lernangeboten zum Wattenmeer sowie private Aufenthalte im Wattenmeer erhoben. Somit ist als dritte Forschungsfrage zu nennen:

3. Haben vorherige schulische, außerschulische und private Erfahrungen mit dem Wattenmeer einen Einfluss auf das Flow-Erleben des Mysterys?

Die Erhebung der Daten erfolgte in einer außergewöhnlichen Zeit. So wurde das schulische Lernen seit dem März des Jahres 2020 von der COVID-19-Pandemie geprägt (Fickermann & Edelstein, 2020; Helm, et al., 2021). Glücklicherweise konnte das Mystery unter der Gewährung der rechtlichen Schutzmaßnahmen in den Klassenräumen eingesetzt werden. Die Daten wurden zu Beginn des Schuljahres 2021/22 erhoben. Der Schulalltag der Befragten wurde seit dem Beginn der Pandemie von den Wechseln zwischen online-, Hybrid-, und Präsenzunterricht gekennzeichnet. Die Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe fünf haben zu diesem Zeitpunkt seit ihrem Wechsel auf die weiterführende Schule nur unter diesen pandemischen Bedingungen am Biologieunterricht an ihren neuen Schulen teilnehmen können und ihre ersten Erfahrungen mit diesem Fach unter diesem Einfluss gesammelt. Wie in der Theorie ausgeführt, nimmt das Interesse an biologischen Themen über die Schullaufbahn hinweg und mit einem zunehmenden Alter ab. Die vorliegenden Daten werden genutzt, um diesen Kontext mit den Auswirkungen auf das Lernen in der Pandemie zu betrachten:

4. Kann die in anderen Studien belegte jahrgangsspezifische und altersabhängige Entwicklung des Interesses trotz des Einflusses der COVID-19-Pandemie bestätigt werden?

4 Methodisches Vorgehen

Die Erforschung der Wirkung eines unterrichtlichen Einsatzes der Mystery-Methodik auf die Lernenden erfolgt mit einer Betrachtung des Flow-Erlebens unter einer Berücksichtigung des Fachinteresses in Biologie sowie mit einer Bezugnahme zu den vorherigen Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler mit dem Wattenmeer. Die Wahl dieser Konstrukte konnte, wie im vorherigen Kapitel dargelegt, aus der Literatur abgeleitet werden. Bevor nachfolgend methodische Konkretisierungen hinsichtlich der Stichprobe, der eingesetzten Messinstrumente und des Forschungsdesigns sowie in Bezug auf die statistische Auswertung gegeben werden, wird die konkrete fachdidaktische Intervention beschrieben.

4.1 Das Mystery zum Wattenmeer

Das für diese Studie konzipierte und in dieser empirisch beforschte Mystery wurde in Anlehnung an die Umsetzungen bei anderen Mysteries erarbeitet. Die detaillierten Beschreibungen der Konzeption mitsamt einer ausführlichen didaktisch-methodischen Kommentierung sowie die für die Umsetzung notwendigen Materialien sind Borgstedt et al. (2023) zu entnehmen. Nichtsdestotrotz werden im Folgenden die Grundlagen des Konzepts mitsamt wichtiger Hinweise für einen Einsatz im Schulunterricht beschrieben.

Eingangs wird die Leitaussage „Fünf Freunde sichern das Überleben von Millionen“ auf einer visuell ansprechenden Postkarte im Rahmen eines stummen Impulses präsentiert. Die daran anknüpfende, auf die Lösung des Rätsels gerichtete Erarbeitungsphase stellt den Hauptteil der Durchführung der Methode dar und hat entsprechend mit Abstand den zeitlich größten Anteil. Für diese Phase erhalten die Lernenden 16 Basiskarten. Auf den Karten werden Informationen zum Ökosystem Wattenmeer gegeben. Mit den Erweiterungskarten werden die Umsetzungen vielseitiger Differenzierungen sowie tagesaktuelle Bezüge ermöglicht. In der Erarbeitungsphase werden unterschiedliche Arbeitsschritte durchlaufen, die den Lernenden eine Struktur für die Erstellung eines Plakats geben. Auf diesem sollen die Karten mit Pfeilen, Kreisen, Klammern oder diversen Beschriftungen miteinander in Verbindung gebracht werden, um die Leitaussage zu erklären. Dabei können der

Wattwurm (*Arenicola marina*), die Herzmuschel (*Cerastoderma edule*), die Wattschnecke (*Hydrobia ulvae*), die Nordseegarnele (*Crangon crangon*) und die Strandkrabbe (*Carcinus maenas*) als die *Small Five* des Wattenmeeres und im Kontext des Mysteries als die *Fünf Freunde* bezeichnet werden. In der Erarbeitungsphase soll die Relevanz dieser fünf Arten für Millionen von Zugvögeln erschlossen und somit das Rätsel gelöst werden. Der gesamte Arbeitsprozess ist handlungsoffen gestaltet und gibt die Gelegenheit für eine vertiefte inhaltliche Diskussion. In der dritten und der abschließenden Phase erfolgen eine Sicherung der Ergebnisse und eine Reflexion des Arbeitsprozesses.

Die Dauer des Einsatzes von diesem unterrichtlichen Vorhaben ist in Abhängigkeit von der jeweiligen Lerngruppe und der Umsetzung von Differenzierungsmöglichkeiten verschieden. Grundsätzlich ist es möglich, das Mystery zum Wattenmeer innerhalb von einer Doppelstunde im Unterricht durchzuführen.

4.2 Die Stichprobe

An der Studie haben insgesamt 332 Schülerinnen und Schüler teilgenommen, von ihnen sind 50,9 % männlich. Das durchschnittliche Alter der Befragten beträgt 12,69 Jahre ($SD = 1,33$). Zu dem Zeitpunkt der Durchführung haben die Lernenden eine Klasse in den Jahrgangsstufen fünf (11,4 %), sechs (38,5 %), sieben (20,9 %) oder neun (29,2 %) besucht. Bei den Befragten handelt es sich um Schülerinnen und Schülern von Gymnasien (57,6 %), Realschulen (24,7 %) und Gesamtschulen (17,7 %). Das Mystery wurde im Biologieunterricht bzw. im Fach Naturwissenschaften durchgeführt.

4.3 Die Auswahl der Messinstrumente und das Studiendesign

Um das Flow-Erleben ermitteln zu können, wurde die Flow-Kurzskala nach Rheinberg et al. (2003) eingesetzt. Diese Skala erfasst das Flow-Erleben mit den Subskalen *glatter automatisierter Verlauf* und *Absorbiertheit*. Erstere umfasst sechs Items, die Zweitgenannte vier. Mit den Items beider Subskalen werden gemäß der vorherigen theoretischen Darstellungen verschiedene Kennzeichen des Flow-Erlebens in Anlehnung an Csíkszentmihályi berücksichtigt. Eine weitere Subskala betrachtet mit drei Items die *Besorgniskomponente*, um eine wichtige Kontrollgröße zum Flow-Erleben einbeziehen

zu können. Die Erhebung wurde unmittelbar im Anschluss an die Erarbeitungsphase des Mysterys umgesetzt, sodass ein direkter Bezug zu den in dieser stattgefundenen Prozessen garantiert werden kann. Der Einsatz der Flow-Kurzskala erfolgte somit genau einmal.

Damit potenzielle Zusammenhänge des Flow-Erlebens mit dem Interesse ermittelt werden können, wurde das Fachinteresse in Biologie erhoben. Das Fachinteresse beschreibt schwerpunktmäßig das Interesse an dem Fachbereich der Biologie. Es lässt sich daher in Bezug auf die theoretischen Ausführungen mit dem individuellen Interesse von Personen in Verbindung bringen und hängt nicht von einer konkreten Situation ab. In der Studie wurde der zwei Items umfassende Fragebogen nach Damerau (2012) für die Ermittlung des *Fachinteresses in Biologie* eingesetzt. Dieser orientiert sich an der Formulierung der Items von Engeln (2004) für die Erhebung des Fachinteresses in Physik. Der Einsatz dieses Messinstruments erfolgte parallel zu dem der Flow-Kurzskala, also ebenso einmal. Die Tabelle 1 gibt zu allen Subskalen der verwendeten Instrumentarien jeweils ein Beispielitem sowie den Wert für Cronbachs Alpha an. So wird der *glatte automatisierte Verlauf (GAV)* und die *Absorbiertheit (ABS)* sowie die *Besorgniskomponente (BES)* mit der Flow-Kurzskala abgebildet. Darüber hinaus wird das *Fachinteresse in Biologie (FIB)* berücksichtigt.

Subskala	Beispielitem	Cronbachs Alpha
GAV	Ich habe keine Mühe, mich zu konzentrieren.	0,95
ABS	Ich bin ganz vertieft in das, was ich gerade mache.	0,90
BES	Ich mache mir Sorgen über einen Misserfolg.	0,92
FIB	Biologieunterricht finde ich interessant.	0,95

Tabelle 1: Übersicht der eingesetzten Skalen.

Die Werte von Cronbachs Alpha sind alle $\geq 0,9$ und können als sehr gut beurteilt werden. Daher können die internen Konsistenzen der Skalen belegt werden.

Außerdem wurden die bereits im theoretischen Kapitel ausgeführten vorherigen Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler mit dem Wattenmeer erhoben. So sollten die Befragten jeweils

angegeben, ob sie schulische, außerschulische oder private Erfahrungen mit diesem Ökosystem besitzen oder nicht. Diese Erfahrungen aus den drei Dimensionen werden gemäß der dritten Forschungsfrage mit dem Flow-Erleben in Verbindung gebracht.

4.4 Die statistische Auswertung

Für die Beantwortung der aufgestellten Forschungsfragen werden die Daten mit dem Einsatz verschiedener statistischer Verfahren analysiert. Während der ersten Forschungsfrage auf der Grundlage der Betrachtung von Mittelwerten und deswegen mit deskriptiver Statistik nachgegangen werden kann, wird für die Beantwortung der zweiten Forschungsfrage eine lineare Regression durchgeführt. Dabei ist das Fachinteresse in Biologie die unabhängige Variable, das Flow-Erleben die abhängige Variable. Mit diesem Vorgehen kann geprüft werden, ob das Fachinteresse in Biologie ein Prädiktor für das Flow-Erleben während des Mysterys ist. Sofern dies der Fall ist, kann der potenziell ermittelte Effekt dieses gerichteten Zusammenhangs hinsichtlich seiner Stärke mit der Effektstärke f nach Cohen bewertet werden. Ab einem Wert von $f = 0,1$ wird der Effekt als schwach bewertet, ab $f = 0,25$ wird der Effekt als mittelstark beurteilt und ab einem Wert von $f = 0,4$ liegt ein starker Effekt vor (Cohen, 1988).

Im Rahmen der dritten Forschungsfrage wird die Stichprobe mit einem explorativen Vorgehen (Döring & Bortz, 2016) für jede der drei Dimensionen von Erfahrungen in jeweils zwei Gruppen aufgeteilt. Es werden drei ungepaarte t -Tests durchgeführt, welche je die Mittelwertunterschiede zwischen den konstruierten Gruppen mit und ohne Vorerfahrungen betrachten. Bei der Durchführung wird dem zentralen Grenzwertsatz gefolgt und eine Normalverteilung der Daten aufgrund der ausreichend großen Stichprobe angenommen (Bortz & Schuster, 2010). Selbst die kleinste Gruppe (Lernende mit vorherigen unterrichtlichen Erfahrungen mit dem Wattenmeer) besitzt eine Größe von $n > 30$. Eine weitere Voraussetzung von ungepaarten t -Tests ist die Varianzhomogenität, welche mit dem Levene-Test geprüft werden kann (Kuckartz et al., 2010). Da die Levene-Tests der durchgeführten Berechnungen allesamt nicht signifikant sind, wird diese Voraussetzung jeweils erfüllt.

Für eine Analyse der potenziellen Abhängigkeit des Fachinteresses in Biologie von der Jahrgangsstufe

und damit einhergehend von dem Alter der Schülerinnen und Schüler wurden jeweils lineare Regressionsanalysen umgesetzt. Daher wird für eine Beantwortung der vierten Forschungsfrage aus einer methodischen Sichtweise wie bei der zweiten Forschungsfrage vorgegangen.

Für die Berechnungen wurde durchgängig das Programm IBM SPSS Statistics 27 verwendet. Dieses wurde zudem für die Erstellung der Abbildung 1 genutzt.

5 Ergebnisdarstellung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchungen dargelegt. Dabei erfolgt in der entsprechenden Reihenfolge eine direkte Bezugnahme zu den vier formulierten Forschungsfragen.

5.1 Zur ersten Forschungsfrage

Um das Flow-Erleben ausfindig machen zu können, sind die mit der Flow-Kurzskala ermittelten Werte für die Subskalen *glatter automatisierter Verlauf* und *Absorbiertheit* sowie der sich aus diesen beiden Subskalen ergebene Gesamwert (GES) des Flow-Erlebens zu betrachten. Außerdem wird der Wert für die *Besorgniskomponente* dargestellt. Die Mittelwerte und die Standardabweichungen werden in der Tabelle 2 angegeben. Da die Daten gemäß der Umsetzungen in anderen Studien mit

einer siebenstufigen Likert-Skala erhoben worden sind, können die einzelnen Subskalen einen Mittelwert zwischen eins und sieben einnehmen.

	GAV	AB	GES	BES
<i>M</i>	5,25	5,1	5,19	3,45
<i>SD</i>	1,32	1,28	1,28	1,61

Tabelle 2: Die Ergebnisse auf Basis der Flow-Kurzskala.

5.2 Zur zweiten Forschungsfrage

Mit dieser Forschungsfrage wird das Flow-Erleben mit dem Fachinteresse in Biologie in Verbindung gebracht. Das Flow-Erleben wurde wie zuvor als Mittelwert aus den Mittelwerten der Subskalen *glatter automatisierter Verlauf* und *Absorbiertheit* zusammengefasst. Das *Fachinteresse in Biologie* wurde von den Schülerinnen und Schülern mit $M = 4,5$ ($SD = 1,94$) beschrieben. Die Abbildung 1 illustriert den ermittelten Zusammenhang zwischen den beiden Variablen und gibt die dazugehörige Regressionsgleichung an.

Bei der Durchführung der Mystery-Methode zum Ökosystem Wattenmeer ist das Fachinteresse in Biologie ein Prädiktor für das Flow-Erleben ($b = 2,06$, $t(330) = 14,68$, $p < 0,001$). Das statistisch signifikante Regressionsmodell belegt, dass das Fachinteresse in Biologie einen Einfluss auf das Flow-Erleben hat ($R^2 = 0,4$; $F(1,330) = 215,46$;

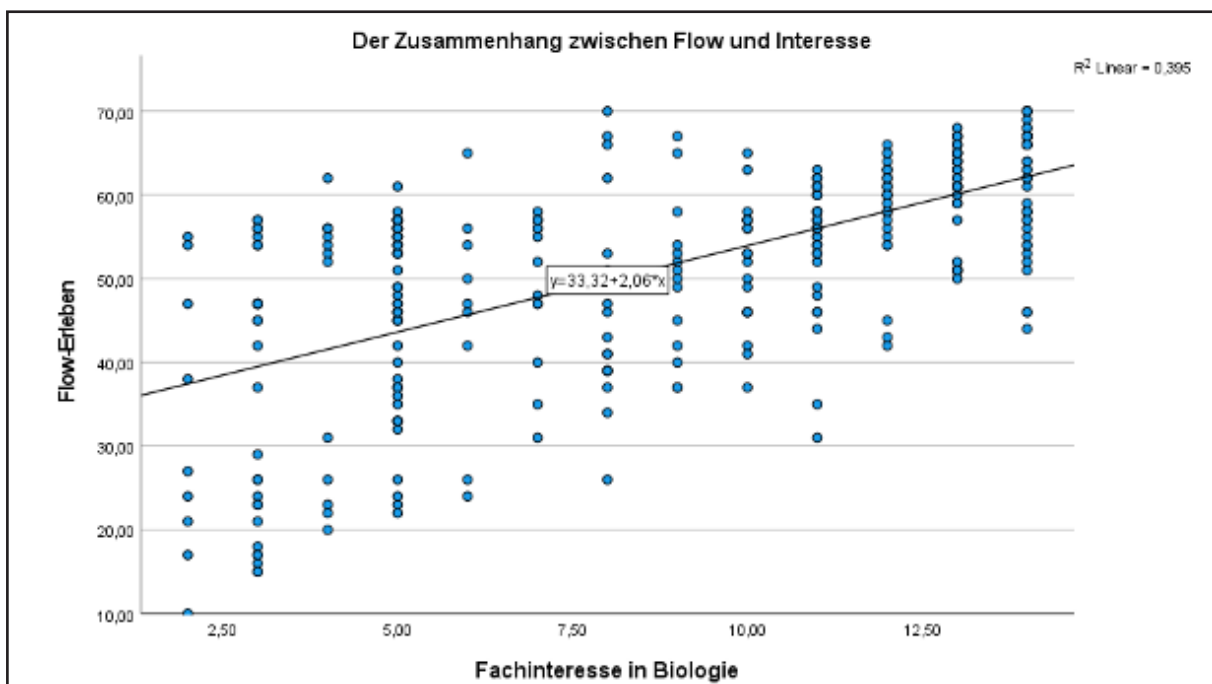


Abbildung 1: Das aufgestellte Regressionsmodell.

$p < 0,001$). Auf Grundlage des R^2 -Werts wurde die Effektstärke f nach Cohen berechnet, diese beträgt $f = 0,81$. Der Effekt kann somit als stark bewertet werden.

5.3 Zur dritten Forschungsfrage

Wie bereits dargelegt wurden für eine vertiefte Betrachtung der Ergebnisse die vorherigen schulischen, außerschulischen und privaten Erfahrungen mit dem Ökosystem Wattenmeer erhoben. Von den Befragten gaben 85,8 % an, dass sie sich vor der Umsetzung des Mysterys noch nie im Schulunterricht mit dem Wattenmeer beschäftigt haben. Eine vergleichbar hohe Anzahl der Schülerinnen und Schüler war noch nie im Rahmen des außerschulischen Unterrichts im Wattenmeer (81,9 %). Im privaten Kontext sind hingegen bereits über ein Drittel der Lernenden (37,3 %) vor der unterrichtlichen Intervention im Wattenmeer gewesen.

Aus den ungepaarten t -Tests geht hervor, dass sich das Flow-Erleben weder in Abhängigkeit von den schulischen ($t = -1,08$; $p = 0,28$) noch von den außerschulischen ($t = -0,6$; $p = 0,55$) noch von den privaten Erfahrungen ($t = -0,2$; $p = 0,84$) mit dem Wattenmeer statistisch signifikant voneinander unterscheidet.

5.4 Zur vierten Forschungsfrage

Sowohl die Jahrgangsstufe ($b = -1,2$; $t(330) = -8,99$; $p < 0,001$) als auch das Alter der Schülerinnen und Schüler ($b = -1,3$; $t(330) = -8,92$; $p < 0,001$) können als Prädiktor für das Fachinteresse in Biologie herausgestellt werden. Die aufgestellten Regressionsmodelle sind statistisch signifikant und belegen, dass die Jahrgangsstufe ($R^2 = 0,2$; $F(1,330) = 80,97$; $p < 0,001$; $f = 0,5$) und das Alter der Lernenden ($R^2 = 0,19$; $F(1,330) = 79,57$; $p < 0,001$; $f = 0,49$) einen Einfluss auf dieses Konstrukt haben. Dieser Einfluss ist negativ. Daher nimmt in den höheren Jahrgangsstufen bzw. dem zunehmenden Alter das Fachinteresse der Schülerinnen und Schüler in Biologie ab.

6 Diskussion

Vor dem Hintergrund der allgemeinen Zielsetzungen dieser Studie werden nachfolgend die dargestellten Ergebnisse diskutiert. Dabei werden die vier aufgestellten Forschungsfragen chronologisch beleuchtet und nicht nur mit den angeführten theoretischen Darlegungen,

sondern auch mit für diesen Kontext relevanten Ergebnissen aus anderen Studien in Verbindung gebracht. Darüber hinaus werden fortlaufend Implikationen für die Umsetzung weiterführender Forschungsvorhaben in diesem Gebiet gegeben.

Aus der Tabelle 2 gehen die mit der Flow-Kurzskala am Ende der Erarbeitungsphase des Mysterys über das Wattenmeer erhobenen Werte für das Flow-Erleben hervor. Dieses hat einen Mittelwert von $M = 5,19$. Dieser Wert kann mit den bei anderen Tätigkeiten mit demselben Messinstrument ermittelten Flow-Werten verglichen werden. Als Datengrundlage des folgenden Vergleichs dient eine Untersuchung von Rheinberg et al. (2005). Das Flow-Erleben bei der Erarbeitung des Mysterys ist vergleichbar ausgeprägt wie das während des Spazierens ($M = 5,14$), des Telefonierens ($M = 5,15$), der zielgerichteten Kommunikation ($M = 5,16$), der Routinearbeit ($M = 5,18$), der PC-Kommunikation ($M = 5,20$) oder wie das während der PC-Arbeit ($M = 5,29$). Besonders der Vergleich mit der zielgerichteten Kommunikation ist für das Ergebnis der vorliegenden Studie relevant, da unter anderem Kompetenzen aus diesem Bereich mit der Mystery-Methode gefördert werden sollen (Pütz & Mühlhausen, 2018). Dass sich die Flow-Werte für diese Tätigkeiten nahezu gleichen, ist ein Hinweis für eine ähnliche Wahrnehmung und somit für die Bedeutung der zielgerichteten Kommunikation bei der Arbeit mit dem Mystery.

Bei der Durchführung des Mysterys wurde für die Besorgnis ein Wert von $M = 3,45$ ermittelt. In der Studie von Rheinberg et al. (2005) lagen die Werte für dieses Konstrukt in einem Bereich zwischen $M = 1,22$ für die Tätigkeit des Schlafens und $M = 3,76$ für spezifische Arbeitstätigkeiten.

Zwar müssen – wie auch in Bezug auf die bereits vorgenommene Diskussion – unter anderem aufgrund der großen Altersunterschiede zwischen den Befragten die Limitierungen eines direkten Vergleiches zwischen den Ergebnissen aus diesen beiden Untersuchungen betont werden, trotzdem ist auf Grundlage von diesem die ermittelte Besorgnis der Lernenden tendenziell als hoch einzustufen. Diese Erkenntnis kann mit dem *Paradoxon der Arbeit* in Verbindung gebracht werden. Dieses Paradoxon beschreibt, dass während der Arbeit höhere Werte für das Flow-Erleben und niedrigere Werte für die Zufriedenheit als in der Freizeit auftreten (Rheinberg et al., 2007). Die Wahrnehmung einer hohen Besorgnis könnte daher auf den schulischen Kontext

zurückzuführen sein. Der hohe Wert des Flow-Erlebens während der Erarbeitungsphase stützt diese Annahme. Dass der hohe Wert der Besorgnis keinesfalls negativ bewertet werden muss, zeigt die erneute Hinzunahme der zielgerichteten Kommunikation. Für diese wurde eine Besorgnis von $M = 3,19$ ermittelt. Der bereits aufgestellte Vergleich zwischen dieser Tätigkeit und der Arbeit an dem Mystery kann somit mit dem jeweils ermittelten Werten für die Besorgnis in Verbindung gebracht werden. Dabei können die zuvor herausgestellten und im Einklang mit den didaktischen Zielsetzungen der Methode stehenden Gemeinsamkeiten bekräftigt werden. Eine andere Studie stellt heraus, dass die wahrgenommene Wichtigkeit einer bestimmten Tätigkeit einen Einfluss auf das Flow-Erleben bei dieser besitzt (Engeser & Rheinberg, 2008). Die ermittelten hohen Flow-Werte geben daher einen Hinweis darauf, dass die Relevanz der durchgeführten unterrichtlichen Intervention für die Lernenden groß ist. Grundlegend kann daraus das allgemeine Potenzial der Mystery-Methodik abgeleitet werden. Da diese Unterrichtsmethode einigen angehenden Lehrkräften nicht bekannt zu sein scheint (Rosenkränzer et al., 2016), lässt sich die Forderung einer Betrachtung von dieser in der universitären Lehramtsausbildung darlegen. An dieser Stelle sind jedoch in aller Deutlichkeit Limitierungen infolge des umgesetzten Forschungsdesigns hervorzuheben. Es wurde in keinerlei Form eine Kontrollgruppe implementiert. Daher lassen die Ergebnisse in Bezug auf die erste Forschungsfrage wie diskutiert zwar auf den Einfluss des Mysterys schließen, die Effekte anderer Faktoren können jedoch mit der vorgenommenen Umsetzung nicht betrachtet werden. So bleibt es unter anderem unklar, welchen Einfluss beispielsweise die Sozialform auf das Flow-Erleben besitzt.

Weitere Studien konnten zeigen, dass mit einer Variation der Schwierigkeit und damit einhergehend mit der Veränderung von Anforderungen in einer Situation ein Einfluss auf das Flow-Erleben genommen werden kann (Rheinberg & Vollmeyer, 2003). Diese Erkenntnis bietet einen Anknüpfungspunkt für weitere Beforschungsmöglichkeiten des Mysterys zum Wattenmeer. Dabei könnten die Auswirkungen des Einsatzes der Erweiterungskarten empirisch überprüft werden, um potenzielle Veränderungen des Flow-Erlebens aufgrund von konkreten Modifikationen der didaktischen

Intervention festmachen zu können. Für diese Umsetzung von Folgestudien ist allerdings die bereits geschlussfolgerte Notwendigkeit der Implementierung einer Kontrollgruppe herauszustellen, um eindeutig Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der Mystery-Methode vornehmen zu können. Dabei kann es möglich sein, die Intervention wie skizziert zu verändern, um zwischen den einzelnen Umsetzungen Vergleiche vornehmen zu können.

In der Forschung der Biologiedidaktik konnte außerdem der positive Einfluss verschiedener Interventionen auf das Flow-Erleben von Lernenden ermittelt werden. Dazu zählen unter anderem Tätigkeiten im Naturkundemuseum (Krombass et al., 2007), der Einsatz von lebendigen Tieren im Unterricht (Meyer et al., 2016), die Möglichkeit der unterrichtlichen Mitbestimmung von Schülerinnen und Schülern (Bätz et al., 2009) oder ein autonomieförderliches Verhalten der Lehrkraft (Hofferber et al., 2015; Hofferber et al., 2016). Der Förderung von Flow-Erleben kommt somit in der biologischen Bildung eine empirisch nachgewiesene hohe Relevanz zu. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie bestätigen dies und lassen auf der Grundlage der ermittelten Werte für das Flow-Erleben – unter einer Berücksichtigung der angeführten methodischen Limitierung – auf eine positive Wirkung des Mysterys von den Lernenden schließen. Daher wurde eine bei der Konzeption des Materials herausgestellte zentrale Zielsetzung erfüllt (Borgstedt et al., 2023).

Die Abbildung 1 illustriert den Zusammenhang zwischen dem Flow-Erleben und dem Fachinteresse in Biologie. Das statistisch signifikante Regressionsmodell belegt, dass das Fachinteresse ein Prädiktor für das Flow-Erleben ist. Je höher das Fachinteresse der Lernenden ist, umso höher war das Flow-Erleben in der Erarbeitungsphase des Mysterys. Unter der Hinzunahme des Fachinteresses ist es möglich in diesem konkreten unterrichtlichen Kontext das Flow-Erleben der Schülerinnen und Schüler vorherzusagen. Die ermittelte Effektstärke ist stark, sodass diese Relevanz dieses Ergebnisses bekräftigt werden kann. Während in der vorliegenden Studie das Fachinteresse in Biologie als Prädiktor für das Flow-Erleben ausgemacht werden kann, wurde in einer anderen Untersuchung der Ekel als ein solcher empirisch belegt (Polte & Wilde, 2018). Das Konstrukt des Flow-Erlebens kann daher durch verschiedene Faktoren eine Beeinflussung erfahren.

Aus den ungepaarten *t*-Tests geht hervor, dass weder schulische noch außerschulische oder private vorherige Erfahrungen mit dem Wattenmeer einen Einfluss auf das Flow-Erleben beim Mystery nehmen. Dieses Ergebnis kann als überraschend beurteilt werden. Es wäre naheliegend gewesen, wenn die bei dem Großteil der Schülerinnen und Schülern nicht vorhandenen Vorerfahrungen mit diesem Ökosystem einen negativen Effekt auf das Flow-Erleben gehabt hätten. Andererseits gibt dieses Ergebnis einen weiteren Hinweis auf die positive Wirkung der Mystery-Methode. So konnte eben trotz der geringen vorherigen schulischen, außerschulischen und privaten Erfahrungen der Lernenden mit dem Wattenmeer mit dem Mystery zu diesem Ökosystem ein Flow-Erleben ermöglicht werden.

In weiteren Untersuchungen sollte das Erleben von Flow bei der Durchführung von Mysterys zu anderen thematischen Schwerpunkten berücksichtigt werden. Damit kann es möglich sein, die Wirkung dieser Methodik auf das Flow-Erleben auch mit anderen inhaltlichen Bezügen ausfindig zu machen und dabei die Bedeutung konkreter Inhalte schlussfolgern zu können. Bei der Konzeption eines solchen Vorhabens ist eine Orientierung an der unterschiedlich stark ausgeprägten Interessantheit von verschiedenen biologischen Themen bei Schülerinnen und Schülern sinnvoll (Meyer-Ahrens & Wilde, 2013), um somit potenzielle Einflüsse erörtern zu können.

Die vierte Forschungsfrage wurde aus einem aktuellen Anlass geschlussfolgert und bezieht sich nicht unmittelbar auf die Durchführung des Mysterys. Die beiden aufgestellten statistisch signifikanten Regressionsmodelle illustrieren, dass sowohl die Jahrgangsstufe als auch damit einhergehend das Alter Prädiktoren für das Fachinteresse in Biologie sind. Das Fachinteresse in Biologie nimmt über die Jahrgangsstufen hinweg bzw. mit zunehmenden Alter ab. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit den Erkenntnissen aus der Forschung (Daniels, 2004; Großmann et al., 2021; Löwe, 1987). Daher ist herauszustellen, dass auf der Grundlage der in der vorliegenden Studie gesammelten Daten kein Einfluss der sich aus der COVID-19-Pandemie ergebenden veränderten schulischen Bedingungen auf diese Entwicklung des biologischen Fachinteresses festgestellt werden kann. Da die Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe fünf in ihrer gesamten Schullaufbahn ausschließlich in der pandemischen

Situation am Biologieunterricht teilnehmen konnten, kann dieses Ergebnis als überraschend bewertet werden.

Literatur

- Adomßent, M.* (2016). Informelles Lernen und nachhaltige Entwicklung. In: Rohs, M. (Hrsg.) Handbuch Informelles Lernen. https://doi.org/10.1007/978-3-658-05953-8_36
- Applis, S.* (2014). Global Learning in a Geography Course Using the Mystery Method as an Approach to Complex Issues. *Review of International Geographical Education Online*, 4(1), 58–70.
- Aubert, P.* (2017). Mystery Online Shopping, Energie und Klimawandel: *éducation21*. URL: https://catalogue.education21.ch/sites/default/files/2019-03/Mystery_energie_DE_DEF.pdf (letzter Zugriff am 31.12.2022).
- Bätz, K., Beck, L., Kramer, L., Niestradt, J. & Wilde, M.* (2009). Wie beeinflusst Schülermitbestimmung im Biologieunterricht intrinsische Motivation und Wissenserwerb? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 307–323.
- Benninghaus, J., Mühling, A., Kremer, K. & Sprenger, S.* (2019). Complexity in Education for Sustainable Consumption—An Educational Data Mining Approach using Mysteries. *Sustainability*, 11(3), 722. <https://doi.org/10.3390/su11030722>
- Borgstedt, J., Schmäing, T. & Grotjohann, N.* (2023). Fünf Freunde im Wattenmeer sichern das Überleben von Millionen. Ein rätselhafter Fall für den Biologieunterricht. *MNU Journal*. (akzeptiert).
- Bortz, J. & Schuster, C.* (2010). Stichprobe und Grundgesamtheit. In Bortz, J. & Schuster, C. (Hrsg.), *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (S. 79–95). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12770-0_6
- Brauer, L. & Hößle, C.* (2018). Acquiring diagnostic skills in the field of experimentation in the Wadden Sea's Teaching & Learning Laboratory. In Gericke, N. & Grace, M. (Hrsg.), *Challenges in biology education research*. [a selection of papers presented at the XIth conference of European Researchers in Didactics of Biology (ERIDOB), Karlstad, 5-9 September 2016] (S. 256–272). Karlstad, Sweden: University printing office.
- Busch, J.A. & Bostelmann, A.* (2019). Das Wattenmeer als gemeinsame Verantwortung verstehen. *Biologie*

in unserer Zeit, 49(1), 40–47. <https://doi.org/10.1002/biuz.201910666>

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Csikszentmihalyi, M. & Schiefele, U. (1993). Die Qualität des Erlebens und der Prozess des Lernens. *Zeitschrift für Pädagogik* 39 (1993) 2, 207–221.

Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety. The experience of play in work and games*, San Francisco: Jossey-Bass Publ.

Csikszentmihalyi, M. (1988). Motivation and creativity: Toward a synthesis of structural and energetic approaches to cognition. *New Ideas in Psychology*, 6(2), 159–176.

Csikszentmihalyi, M. (2013). *Flow. Das Geheimnis des Glücks*, Stuttgart: Klett-Cotta.

Csikszentmihalyi, M. (2019). *Das flow-Erlebnis. Jenseits von Angst und Langeweile: im Tun aufgehen*, Stuttgart: Klett-Cotta.

Damerau, K. (2012). *Molekulare und Zell-Biologie im Schülerlabor. Fachliche Optimierung und Evaluation der Wirksamkeit im BeLL Bio (Bergisches Lehr-Lern-Labor Biologie)*. Dissertation Bergische Universität Wuppertal. URL: <http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/edocs/dokumente/fbc/biologie/diss2012/damerau/dc1231.pdf> (letzter Zugriff am 31.12.2022).

Daniels, Z. (2004). *Entwicklung schulischer Interessen im Jugendalter*, Münster, München, Berlin: Waxmann.
Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*, Berlin, Heidelberg: Springer.

Engeln, K. (2004). *Schülerlabors. Authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken*. Dissertation Universität Kiel.

Engeser, S. & Rheinberg, F. (2008). Flow, performance and moderators of challenge-skill balance. *Motivation and Emotion*, 32(3), 158–172. <https://doi.org/10.1007/s11031-008-9102-4>

Fickermann, D. & Edelstein, B. (2020). „Langsam vermisste ich die Schule ...“: Münster: Waxmann.

Fridrich, C. (2015). *Kompetenzorientiertes Lernen mit Mysterys – didaktisches Potenzial und methodische Umsetzung eines ergebnisoffenen Lernarrangements*. *GW Unterricht*(4), 50–62.

Großmann, N., Kaiser, L.-M., Salim, B., Ahmed, A.-K. & Wilde, M. (2021). Jahrgangsstufenspezifischer

Vergleich der motivationalen Regulation im Biologieunterricht und des individuellen Interesses an biologischen Themen von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Biologie*, 25, 134–153.

<https://doi.org/10.11576/zdb-4095>

Großschedl, J., Mahler, D., Kleickmann, T. & Harms, U. (2014). Content-Related Knowledge of Biology Teachers from Secondary Schools: Structure and learning opportunities. *International Journal of Science Education*, 36(14), 2335–2366.

Helm, C., Huber, S. & Loisinger, T. (2021). Was wissen wir über schulische Lehr-Lern-Prozesse im Distanzunterricht während der Corona-Pandemie? – Evidenz aus Deutschland, Österreich und der Schweiz. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24, 1–75. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01000-z>

Hempowicz, J. (2021). *Systemorganisationskompetenz im Geographieunterricht*. Dissertation. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Hidi, S.E. & Anderson, V. (1992). Situational interest and its impact on reading and expository writing. In Renninger, K.A., Hidi, S.E. & Krapp, A. (Hrsg.), *The role of interest in learning and development* (S. 215–238). Erlbaum: Hillsdale.

Hofferber, N., Basten, M., Großmann, N. & Wilde, M. (2016). The effects of autonomy-supportive and controlling teaching behaviour in biology lessons with primary and secondary experiences on students' intrinsic motivation and flow-experience. *International Journal of Science Education*, 38(13), 2114–2132. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1229074>

Hofferber, N., Eckes, A., Kovaleva, A. & Wilde, M. (2015). Die Auswirkung von autonomieförderndem Lehrerverhalten im Biologieunterricht mit lebenden Tieren. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 21(1), 17–27. <https://doi.org/10.1007/s40573-014-0022-4>

Hofstede, J.L.A.; Stock, M. (2018). Climate change adaptation in the Schleswig-Holstein sector of the Wadden Sea: An integrated state governmental strategy. *Journal of Coast Conservation*, 22, 199–207. <https://doi.org/10.1007/s11852-016-0433-0>

Janke, K. (2011). *Das Weltnaturerbe Wattenmeer in Deutschland ist komplett*. *Biologie in unserer Zeit*, 41(4), 226–227. <https://doi.org/10.1002/biuz.201190055>

Karkdijk, J., van der Schee, J. & Admiraal, W. (2021). Strategies used by small student groups to understand a geographical mystery. *Journal of Research and Didactics in Geography*, 5–21.

- Karkdijk, J., van der Schee, J.A. & Admiraal, W.* (2019). Students' geographical relational thinking when solving mysteries. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 28(1), 5–21.
- Kleespies, M. W., Güberr, J., Popp, A., Hartmann, N., Dietz, C., Spengler, T., Becker, M., & Dierkes, P. W.* (2020). Connecting high school students with nature – How different guided tours in the zoo influence the success of extracurricular educational programs. *Frontiers in Psychology*, 11 (1804), 1-14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01804>
- Krapp, A.* (1992). Das Interessenkonstrukt. Bestimmungsmerkmale der Interessenhandlung und des individuellen Interesses aus der Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. In Krapp, A. & Prenzel, M. (Hrsg.), *Interesse, Lernen, Leistung: Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung* (S. 297–329). Münster: Aschendorff.
- Krapp, A.* (1999a). Interest, motivation and learning: An educational-psychological perspective. *European Journal of Psychology of Education*, 14(1), 23–40.
- Krapp, A.* (1999b). Intrinsische Lernmotivation und Interesse. *Forschungsansätze und konzeptuelle Überlegungen. Zeitschrift für Pädagogik*, 387–406.
- Krombass, A., Urhahne, D. & Harms, U.* (2007). Flow-Erleben von Schülerinnen und Schülern beim Lernen mit Computern und Ausstellungsobjekten in einem Naturkundemuseum. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 87–101.
- Krüger, D.* (2003). Entwicklungsorientierte Evaluationsforschung — ein Forschungsrahmen für die Biologiedidaktik. In: Vogt, H., Krüger, D. & Unterbruner, U. (Hrsg.), *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*. (S. 11–27).
- Kuckartz, U., Rädiker, S., Ebert, T. & Schehl, J.* (2010). t-Test: zwei Mittelwerte vergleichen. In Kuckartz, U., Rädiker, S., Ebert, T. & Schehl, J. (Hrsg.), *Statistik* (S. 147–166). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Leat, D.* (Hrsg.) (2008). *Thinking through geography*. London: Kingdon.
- Leat, D. & Nichols, A.* (2000). Brains on the Table: Diagnostic and formative assessment through observation. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 7(1), 103–121.
- Löwe, B.* (1987). Interessenverfall im Biologieunterricht. *Ergebnisse empir. Forschung. Unterricht Biologie* (124), 62–65.
- Mahler, D., Großschedl, J. & Harms, U.* (2017). Opportunities to Learn for Teachers' Self-Efficacy and Enthusiasm. *Education Research International*, 1–17. <https://doi.org/10.1155/2017/4698371>
- Massimini, F. & Carli, M.* (1991). Die systematische Erfassung des Flow-Erlebens im Alltag. In Csikszentmihalyi, M. & Csikszentmihalyi, I.S. (Hrsg.), *Die außergewöhnliche Erfahrung im Alltag. Die Psychologie des flow-Erlebnisses* (S. 291–312). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Massimini, F., Csikszentmihalyi, M. & Carli, M.* (1987). The monitoring of optimal experience. A tool for psychiatric rehabilitation. *The Journal of nervous and mental disease*, 175(9), 545–549.
- Meyer, A., Klingenberg, K. & Wilde, M.* (2016). The Benefits of Mouse Keeping—an Empirical Study on Students' Flow and Intrinsic Motivation in Biology Lessons. *Research in Science Education*, 46(1), 79–90. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9455-5>
- Meyer-Ahrens, I. & Wilde, M.* (2013). Der Einfluss von Schülerwahl und der Interessantheit des Unterrichtsgegenstandes auf die Lernmotivation im Biologieunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 41(1), 57–71.
- Mitchell, M.* (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85(3), 424–436.
- Mülhausen, J. & Pütz, N.* (Hrsg.) (2013). *Mysterys. 9 rätselhafte Fälle für den Biologieunterricht: Materialien Sek. I*, Hallbergmoos: Aulis-Verlag.
- Mülhausen, J., Pütz, N., Böggemann, M. & Grave, V.* (Hrsg.) (2020). *Neue Mysterys im Biologieunterricht. 9 rätselhafte Fälle zu Nachhaltigkeit und Ökologie*, Hannover: Friedrich Aulis.
- Müller, N. & Elster, D.* (2018). Promotion Teachers Students' System Competence by the Development of a Syndrome Approach in an Interdisciplinary Seminar. In Pixel (Hrsg.), *Conference proceedings. New perspectives in science education: 7th Conference edition*, Florence, Italy, 22-23 March 2018 (S. 284–289). Padova: Libreriauniversitaria.it.
- Nerdel, C.* (2017). Unterrichtsmethoden im naturwissenschaftlichen Unterricht. In Nerdel, C. (Hrsg.), *Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik*. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53158-7_6
- Polte, S. & Wilde, M.* (2018). Wirkt Ekel vor lebenden Tieren bei Schülerinnen und Schülern als Prädiktor für ihr Flow-Erleben? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24(1), 287–292. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0075-x>

- Polte, S., & Wilde, M.* (2021). Wissenserwerb mit Originalobjekten im Naturkundemuseum - Eine Pilotstudie. *Zeitschrift für Didaktik der Biologie*, 25, 78–86. <https://doi.org/10.11576/zdb-4606>
- Prenzel, M., Krapp, A. & Schiefele, H.* (1986). Grundzüge einer pädagogischen Interessentheorie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 32, 3-173.
- Pütz, N. & Mülhausen, J.* (2018). Mysterys. In Spörhase-Eichmann, U. & Ruppert, W. (Hrsg.), *Biologie Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II* (S. 160–166). Berlin: Cornelsen.
- Pütz, N., Mülhausen, J. & Behrens, P.* (2015). Spannend, packend, mysteriös - das Mystery. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 68(2), 114–117.
- Rendel, A.* (2014). Dem Rätsel auf der Spur. Vernetztes Denken lernen - Vom Fließdiagramm zum Mystery am Beispiel der Meyer Werft in Papenburg. *Praxis Geographie*, 44(4), 16–23.
- Renninger, K.A. & Hidi, S.E.* (2015). *The Power of Interest for Motivation and Engagement*, New York: Routledge.
- Rheinberg, F. & Vollmeyer, R.* (2003). Flow-Erleben in einem Computerspiel unter experimentell variierten Bedingungen. *Zeitschrift für Psychologie / Journal of Psychology*, 211(4), 161–170.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R. & Engeser, S.* (2003). Die Erfassung des Flow-Erlebens. In Stiensmeier-Pelster, J. & Rheinberg, F. (Hrsg.), *Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept* (S. 261–279). Göttingen, Bern: Hogrefe.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R. & Manig, Y.* (2005). ESM-STUDIE: Flow-Erleben unter Alltagsbedingungen. Flow-Erleben und Leistung unter experimentell kontrollierten Bedingungen eines Computerspiels: Replikation der Ergebnisse von Roboguard: Psychologisches Institut der Universität Potsdam.
- Rheinberg, F., Manig, Y., Kliegl, R., Engeser, S. & Vollmeyer, R.* (2007). Flow bei der Arbeit, doch Glück in der Freizeit. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie A&O*, 51(3), 105–115.
- Rieß, W. & Mischo, C.* (2017). „Bridging the gap“ – Zur Verringerung der Kluft zwischen allgemeinen Lehr-Lernmodellen und konkreter Unterrichtsgestaltung am Beispiel der Förderung dynamischer Problemlösekompetenz in der Biologie. *Zeitschrift für Didaktik der Biologie*, 21(1), 1–22. <https://doi.org/10.4119/zdb-1631>
- Rosenkränzer, F., Stahl, E., Hörsch, C., Schuler, S. & Rieß, W.* (2016). Das Fachdidaktische Wissen von Lehramtsstudierenden zur Förderung von systemischem Denken: Konzeptualisierung, Operationalisierung und Erhebungsmethode. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22(1), 109–121. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0045-0>
- Röllke, K., Sellmann-Risse, D., Wenzel, A., & Grotjohann, N.* (2021). Impact of inquiry-based learning in a molecular biology class on the dimensions of students' situational interest. *International Journal of Science Education*, 1-23. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1993377>
- Saathoff, A. & Hößle, C.* (2020). TEACHING & LEARNING LABORATORIES IN BIOLOGY TEACHER EDUCATION: ANALYSIS OF TEACHING REFLECTIONS. In Puig, B., Blanco Anaya, P. & Gil Quílez, M.J. (Hrsg.), *Biology Education Research. Contemporary topics and directions* (S. 309–322): Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza.
- Scheersoi, A. & Hense, J.* (2015). Kopf und Zahl – Praxisorientierte Interessenforschung in der Biologiedidaktik (PIB). *Biologie in unserer Zeit*, 45(4), 214-216. <https://doi.org/10.1002/biuz.201590058>
- Schiefele, H., Prenzel, M., Krapp, A., Heiland, A. & Kasten, H.* (1983). Zur Konzeption einer pädagogischen Theorie des Interesses. Gelbe Reihe, *Arbeiten zur Empirischen Pädagogik und Pädagogischen Psychologie* (6).
- Schmäing, T., & Grotjohann, N.* (2021a). Students' Word Associations with Different Terms Related to the Wadden Sea: Does the Place of Residence (Coast or Inland) Have an Influence? *Education Sciences*, 11(6), 284. <https://doi.org/10.3390/educsci11060284>
- Schmäing, T., & Grotjohann, N.* (2021b). The Wadden Sea as a National Park and UNESCO World Heritage Site: Students' Word Associations with These Two Conservation Designations. *Sustainability*, 13(14), 8006. <https://doi.org/10.3390/su13148006>
- Schmäing, T., & Grotjohann, N.* (2022). Conceptions of prospective biology teachers about the Wadden Sea ecosystem. *Heliyon*, e11334. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11334>
- Schuler, S.* (2005). Mysterys als Lernmethode für globales Denken. Ein Beispiel zum Thema „Weltmarkt für Zucker“. *Praxis Geographie*, 35(4), 22–27.
- Theyßen, H.* (2013). *Methodik von Vergleichsstudien*

zur Wirkung von Unterrichtsmedien. In: Krüger, D., Parchmann, I., Schecker, H. (Hrsg.) Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0_6

Wachler, B., Seiffert, R., Rasquin, C. & Kösters, F. (2020). Tidal response to sea level rise and bathymetric changes in the German Wadden Sea. *Ocean Dynamics*, 70(8), 1033–1052. <https://doi.org/10.1007/s10236-020-01383-3>

Weusmann, B., Käpnick, F. & Brüning, A.-K. (2020). Lehr-Lern-Labore in der Praxis: Die Vielfaltrealisierter Konzeptionen und ihre Chancen für die Lehramtsausbildung. In Priemer, B. & Roth, J. (Hrsg.), *Lehr-Lern-Labore* (S. 27–45). Berlin, Heidelberg: Springer.

Wolff, W.J., Bakker, J.P., Laursen, K. & Reise, K. (2010). The Wadden Sea Quality Status Report – Synthesis Report 2010. *WADDEN SEA ECOSYSTEM* (29), 25–74.

Zendler, A. (2018). MINT-Fächer: Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften (Biologie, Chemie, Physik), Technik. In: Zendler, A. (Hrsg.) *Unterrichtsmethoden für MINT-Fächer*. https://doi.org/10.1007/978-3-658-22513-1_1

Zumbach, J., Moser, S., Unterbruner, U., Pfigersdorffer, G. (2014). Problemorientiertes Online-Lernen im Biologieunterricht: Fähigkeitsselbstkonzept, mentale Anstrengung und Vorwissen als Prädiktoren für Wissenserwerbsprozesse zwischen Instruktion und Konstruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 20(1), 45-56. <https://doi.org/10.1007/s40573-014-0004-6>

Kontakt

Till Schmäing
Biologiedidaktik (Botanik/Zellbiologie)
Fakultät für Biologie, Universität Bielefeld
Universitätsstr. 25
33615 Bielefeld
till.schmaeing@uni-bielefeld.de
<https://orcid.org/0000-0002-3823-0982>

Norbert Grotjohann
Biologiedidaktik (Botanik/Zellbiologie)
Fakultät für Biologie, Universität Bielefeld
Universitätsstr. 25
33615 Bielefeld
norbert.grotjohann@uni-bielefeld.de
<https://orcid.org/0000-0003-3618-2988>

Eingegangen: 03. Dezember 2022 / Angenommen:
18. Dezember 2022 / Online publiziert: 12. Januar
2023

Gesellschaft für Didaktik der Naturwissenschaften und
der Mathematik (GdNM)