Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung **1**

2 Theoretischer Hintergrund **2**

2.1 NW als integriertes Unterrichtsfach 2

2.2 Professionswissen von Lehrkräften 4

2.3 NW-Unterricht in Bremen 9

3 Forschungsfragen **11**

4 Methodik **12**

4.1 Interviewstudie 12

4.1.1 Leitfadengestütztes Interview 12

4.1.2 Qualitative Inhaltsanalyse 14

4.1.3 Gütekriterien 18

4.2 Teilnehmende Beobachtung 19

5 Ergebnisse **21**

5.1 Wie gehen fachfremde Lehrer mit Physikinhalten um? 21

5.1.1 Besteht Interesse an Physik und kann dieses bei den Schülern geweckt werden? 22

5.1.2 Wie wird das eigene Professionswissen eingeschätzt und welche Auswirkungen hat dies auf die Unterrichtsvorbereitung? 23

5.1.3 Wie wird der Unterricht und die Unterrichtsqualität wahrgenommen? 24

5.1.4 Wie wird die Selbstwirksamkeit beim Unterrichten physikalischer Inhalte erlebt? 26

5.1.5 Welche Schwierigkeiten wurden von den Lehrkräften genannt? . . . 27

5.2 Unterrichtseinheit: Alles in Bewegung 28

5.2.1 Fachliche und fachdidaktische Analyse 29

5.2.2 Was sind die Bedürfnisse der Schule? 31

5.2.3 Welche Vorüberlegungen wurden bei der Entwicklung der Unterrichtseinheit und der Handreichung gemacht? 33

5.2.4 Ablaufplanung der Unterrichtseinheit 35

5.2.5 Wie wirkt die Unterrichtseinheit? 43

6 Diskussion und Ausblick **49**
6.1 Diskussion der Ergebnisse 49
6.2 Ausblick 51

7 Literaturverzeichnis **53**

8 Anhang **58**
8.1 Interviewleitfaden 58
8.1.1 Leitfaden zur ersten Forschungsfrage 58
8.1.2 Leitfaden zur zweiten Forschungsfrage 59
8.2 Beobachtungsbogen 61
8.3 Interviews 62
8.3.1 Interesse 62
8.3.2 Professionswissen und Unterrichtsvorbereitung 65
8.3.3 Unterricht und Unterrichtsqualität 71
8.3.4 Selbstwirksamkeitserwartung 78
8.4 Internes Curriculum 87
8.5 Unterrichtseinheit und Handreichung 87

1 Einleitung

„Du bist doch Physiker.[1] Kannst du mir das mal eben erklären? Und kennst du da einen guten Versuch zu?“ Dies sind Fragen, die einem im Lehrerzimmer gestellt werden, wenn man Physik studiert hat. Denke ich daran, dass ich ab dem nächsten Schuljahr in einer fünften Klasse das Fach Naturwissenschaften (NW) unterrichten werde, ist mir klar, dass ich das Gleiche fragen werde: „Du bist doch Biologe, was kann man denn Schönes beim Thema Haustiere machen?“

Zwar ist dies ein Thema, in das man sich sicherlich leicht einarbeiten kann, aber stelle ich mir vor, dass in höheren Jahrgangsstufen komplexere biologische und chemische Inhalte behandelt werden, wird der NW-Unterricht eine große Herausforderung für mich darstellen. Ähnlich dürfte es den Kollegen mit der Physik ergehen.

Da in NW die Fächer Biologie, Chemie und Physik zusammengefasst werden, Lehrer jedoch häufig nur zwei Unterrichtsfächer studiert haben, müssen sie mindestens eins der drei Fächer fachfremd unterrichten. Dies lässt annehmen, dass sie aufgrund des nicht vorhandenen Studiums fachliche Defizite aufweisen, welche oftmals während des laufenden Schulbetriebs eigenverantwortlich ausgeglichen werden müssen. Des Weiteren wird während der Ausbildung fachdidaktisches Wissen erworben, das beim Unterrichten folglich nicht berücksichtigt werden kann. Das fachliche und fachdidaktische Wissen stellt jedoch nach Riese und Reinhold (2009) eine wichtige Voraussetzung für ein angemessenes unterrichtliches Handeln dar.

Dass somit Schwierigkeiten für die Lehrer beim NW-Unterricht entstehen können, wurde auch von der Schule, an der diese Arbeit durchgeführt wurde, wahrgenommen. Folglich stellte sich die Frage, wie diesen Lehrern geholfen werden kann. Da viele NW-Lehrer Biologie studiert haben, besteht insbesondere hinsichtlich physikalischer Themen ein großer Bedarf an Unterstützung.

Im Rahmen dieser Arbeit soll nun eine Unterrichtseinheit zum Thema *Alles in Bewegung* entwickelt und erprobt werden, die den Bedürfnissen der Schule angepasst ist. Hierzu soll eine Handreichung zur Unterstützung der NW-Lehrer erstellt werden. Um diese angemessen gestalten zu können, soll zuvor untersucht werden, wie fachfremde NW-Lehrer mit Physikinhalten umgehen. Dadurch sollen mögliche Schwierigkeiten beim Unterrichten physikalischer Themen identifiziert werden.

[1] Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Arbeit darauf verzichtet, die weibliche und männliche Form anzugeben. Mit den enthaltenen Personenbezeichnungen sind stets beide Geschlechter gemeint.

Im Folgenden wird im theoretischen Hintergrund auf den NW-Unterricht sowie das Professionswissen von Lehrkräften eingegangen. Nach der Formulierung der Forschungsfragen wird die Methodik zur Untersuchung dieser betrachtet. Diese beinhaltet eine Interviewstudie sowie Hospitationen mit Hilfe der teilnehmenden Beobachtung. Hinsichtlich der Ergebnisse wird zunächst dargestellt, wie fachfremd unterrichtende NW-Lehrer mit Physikinhalten umgehen und nachfolgend die Unterrichtseinheit vorgestellt. Abschließend werden die Ergebnisse diskutiert und ein Ausblick gegeben.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 NW als integriertes Unterrichtsfach

Unter dem Begriff der Naturwissenschaften wird im Allgemeinen die Zusammenfassung der Wissenschaften verstanden, die die Erscheinungen der Natur und des Kosmos beschreiben und diese auf Basis von (Natur-)Gesetzen erklären (vgl. Kricheldorf 2014: S. 14). „[...] [Sie untersuchen] Sachverhalte und Zusammenhänge der lebenden und nicht lebenden Natur sowie das Verhältnis des Menschen zur Natur [...]“ (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts 2013: S. 37).

Im schulischen Kontext bezeichnet NW oftmals einen integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht, der die Fächer Biologie, Chemie und Physik zu einem Fach zusammenfasst und ersetzt. In diesem werden fächerübergreifende Inhalte behandelt, wobei fachspezifische Begriffe integriert entwickelt werden. Neben entsprechenden fächerübergreifenden Phasen enthält dieser Unterricht aber auch fachspezifische Elemente (vgl. Labudde 2003: S. 54).

Während in Deutschland NW oftmals nur in der Orientierungsstufe und die Fächer Biologie, Chemie und Physik anschließend getrennt unterrichtet werden, ist der integrierte NW-Unterricht in der Schweiz und in vielen angelsächsischen Ländern auch in der siebten bis neunten Jahrgangsstufe üblich. „[...] [Schweizer Lehrkräfte] staunen ungläubig, wenn sie hören, dass im nördlichen Nachbarland Biologie, Chemie und Physik als Einzelfächer unterrichtet werden“ (Labudde 2014: S. 12). Auch in PISA wird nicht von einer getrennten biologischen, chemischen und physikalischen Bildung, sondern von einer Scientific Literacy gesprochen (vgl. ebd.).

> „Ziel naturwissenschaftlicher Grundbildung ist es, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Historie der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der

> Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinander zu setzen“ (Kultusministerkonferenz 2005: S. 6).

Dabei wird auch der Technik eine große Bedeutung zugesprochen, da diese zusammen mit der Naturwissenschaft das gesellschaftliche Leben stark prägt (vgl. ebd.). Dies beeinflusst auch den NW-Unterricht:

> „[Das] Lehren [...] ist in erster Linie darauf ausgerichtet, das *Verstehen* von Erscheinungen, Situationen und Prozessen in der Natur und in der Technik zu unterstützen“ (Adamina und Möller 2010: S. 103).

Aufgrund der Zusammenlegung der drei Unterrichtsfächer zu NW können sich die Themen an der Lebens- und Erfahrungswelt der Schüler anstatt an der Fachsystematik orientieren (vgl. Wodzinski 2006: S. 7). Ferner bedarf das Verständnis vieler Probleme der Menschheit, wie beispielsweise die Energieversorgung, einer interdisziplinären Betrachtungsweise (vgl. Labudde 2014: S. 13).

Neben der Förderung überfachlicher Kompetenzen (vgl. ebd.) soll der NW-Unterricht dabei helfen, das in der fünften und sechsten Jahrgangsstufe vorhandene naturwissenschaftliche Interesse zu erhalten und eine größere Wertschätzung der Naturwissenschaften bei den Schülern, aber auch in der Gesellschaft, zu erreichen (vgl. Wodzinski 2006: S. 8).

Da NW in der Regel von einem Lehrer unterrichtet wird, bedeutet die Zusammenlegung der Fächer für diesen eine höhere Stundenzahl in der jeweiligen Klasse. Dies verbessert einerseits die Schüler-Lehrer-Beziehung und ermöglicht andererseits die Verwendung von längerfristig ausgelegten Unterrichtsmethoden (vgl. Fruböse u. a. 2011: S. 433). Da Lehrer jedoch meistens nur zwei Unterrichtsfächer studiert haben, müssen sie mindestens eins der drei Fächer fachfremd[2] unterrichten.

Im Rahmen ihrer Studie, in der Erfahrungen mit dem NW-Unterricht in den Klassenstufen fünf und sechs an einem Gymnasium in Rheinland-Pfalz untersucht wurden, haben Fruböse u. a. (2011), wie bereits Dörges (2001) zuvor, die Schwierigkeiten des fachfremden Unterrichtens als zentrales Problem des NW-Unterrichts identifiziert. Daher sei auch die Bereitschaft unter den Lehrern, NW-Unterricht zu übernehmen, eher gering.

Neben den fachlichen und methodisch-didaktischen Defiziten stellt auch das mangelnde fachliche Interesse seitens der NW-Lehrer ein großes Hindernis für die Physik innerhalb

[2] Nach Bosse (2014: S. 221) unterrichtet ein Lehrer fachfremd, wenn keine universitäre Ausbildung und/ oder ein Referendariat im entsprechenden Unterrichtsfach absolviert wurde.

des NW-Unterrichts dar. Da nach Fruböse u. a. (2011) Physik oftmals von den Lehrern, insbesondere von denen mit biologischem Studium, frühzeitig in der eigenen Schullaufbahn abgewählt wurde, könne von diesen keine große Begeisterung erwartet werden. Hinzu kommt ein fehlendes Interesse für Technik und technische Gerätschaften. Somit besteht die Gefahr, dass physikalisch-technische Themen vernachlässigt und eher vertraute Themen aus der Biologie unterrichtet werden. Ferner sei es möglich, dass interessierte Schüler den Lehrern hinsichtlich spezifischen Wissens überlegen sind.

Bezüglich der Unterrichtsvorbereitung identifizierte Dörges (2001) einen höheren Arbeits- und Zeitaufwand sowie zu wenig vorhandenes oder fehlendes Material. Wichtig für das Gelingen des fachfremden NW-Unterrichts ist nach Fruböse u. a. (2011) neben der eigenen Fortbildung die kollegiale Zusammenarbeit und insbesondere das Bereitstellen fachmethodischer Hilfen.

Jedoch stellte Dörges (2001) fest, dass sich aufgrund der fehlenden Ausbildung in allen drei Naturwissenschaften der Großteil der Lehrer fachlich überfordert fühlte.

Die fachliche Überforderung und das geringe Interesse am Fach wirkt sich vermutlich auf die professionelle Handlungskompetenz der Lehrer und folglich auf den NW-Unterricht aus.

2.2 Professionswissen von Lehrkräften

Im Rahmen der Diskussion, was einen guten Lehrer ausmacht, nimmt die professionelle Handlungskompetenz eine bedeutende Rolle ein. Nach Riese und Reinhold (2009) zählen zu dieser neben dem Professionswissen und kognitiven Fähigkeiten, also dem Wissen und Können, auch motivationale, volitionale und soziale Bereitschaften und Fähigkeiten, wie beispielsweise Überzeugungen und Wertvorstellungen zum Fach, Interesse oder Selbstwirksamkeitserleben (s. Abb. 1).

Dabei wird nach Baumert und Kunter (2006) das Professionswissen als zentrale Voraussetzung für guten Unterricht angesehen. Dieses bezeichnet im Allgemeinen das Wissen, das zum Ausführen von bestimmten Tätigkeiten der entsprechenden Profession benötigt wird (vgl. Vogelsang und Reinhold 2013: S. 105).

Shulman (1987: S. 8) unterscheidet beim Professionswissen von Lehrern sieben Bereiche: Fachwissen, generelles pädagogisches Wissen, curriculares Wissen, fachdidaktisches Wissen, Wissen über die Lernenden und ihre Charakteristika, Wissen über schulische Kontexte sowie erziehungsphilosophisches, bildungstheoretisches und bildungshistorisches Wissen.

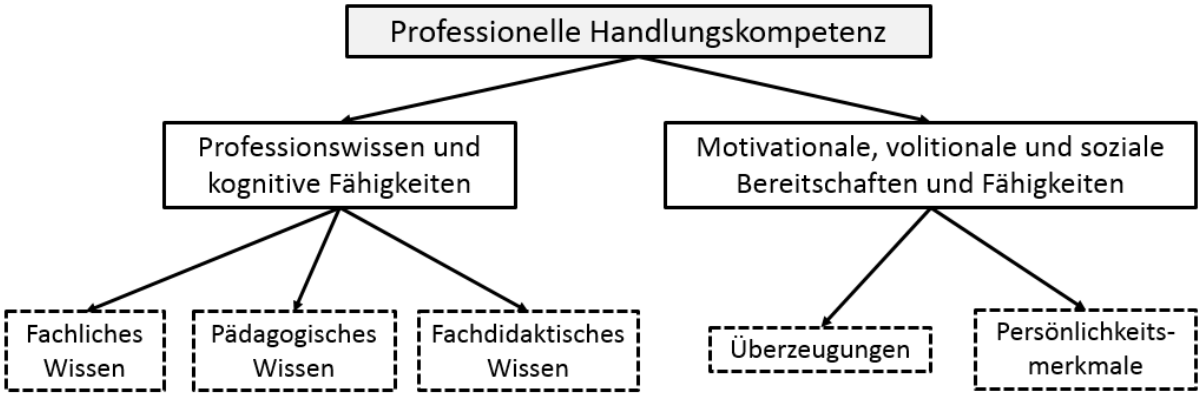


Abbildung 1: Kompetenzstrukturmodell (nach Riese und Reinhold 2009).

Neben zahlreichen in der Literatur anzutreffenden Ausdifferenzierungen dieser Dimensionen hat sich in der Forschung die Unterscheidung in das allgemeine pädagogische Wissen, das Fachwissen und das fachdidaktische Wissen durchgesetzt (vgl. Baumert und Kunter 2006: S. 482).

Dabei beinhaltet das allgemeine pädagogische Wissen insbesondere Prinzipien und Strategien des Klassenmanagements und der Klassenorganisation, die unabhängig von fachlichen Aspekten sind (vgl. Shulman 1987: S. 8).

Zum Fachwissen gehören neben dem Faktenwissen auch Argumentations- und Begründungskompetenzen hinsichtlich fachspezifischer Zusammenhänge sowie thematischer Relevanz (vgl. Shulman 1986: S. 9).

Wissen, wie Inhalte verständlich dargestellt bzw. vermittelt und Vorstellungen, Interessen sowie Fähigkeiten der Lernenden berücksichtigt werden können, wird dem fachdidaktischen Wissen zugeordnet (ebd.). Somit bezieht sich dieses auf inhaltsbezogene unterrichtliche Aufgaben (vgl. Krauss u. a. 2008: S. 229) und stellt eine Vermischung des fachlichen und pädagogischen Wissens dar. Ferner wird es als lehrerspezifisch angesehen (vgl. Shulman 1987: S. 8).

Da insbesondere das Professionswissen dem Kern der Handlungskompetenz zugerechnet wird, ist es verwunderlich, dass hinsichtlich seiner Bedeutung für die Unterrichtsqualität und Schülerlernleistungen ein erheblicher Mangel in der empirischen Evidenz besteht. Oftmals werden in quantitativen Studien staatliche Zertifizierungen, Abschlüsse oder die Anzahl besuchter Kurse als Wissensindikatoren verwendet, die keine Aussage über den Inhalt, die Struktur und Qualität des Wissens treffen. Ferner wird zumeist das Fachwissen und das fachdidaktische Wissen nicht getrennt indikatorisiert, sodass deren Verhältnis empirisch nicht geklärt ist, obwohl diese in der Theorie eindeutig unterschieden werden

(vgl. Baumert und Kunter 2006: S. 489 f.).

Die Handlungskompetenz eines Lehrers zeigt sich nach Vogelsang und Reinhold (2013: S. 106 ff.) in der Bewältigung der unterrichtlichen Anforderungen. Somit kann nur anhand des beobachteten Verhaltens, welches nach der Qualität beurteilt werden kann, die Kompetenz festgestellt werden. Da das Professionswissen häufig mit Hilfe von schriftlichen Fragebögen erfasst wird, bedarf es einer detaillierten Wirkvorstellung, wie das durch die Tests ermittelte Wissen mit den das unterrichtliche Handeln steuernden Kognitionen zusammenhängt.

Dies würden die zugrundeliegenden Theoriekonzepte jedoch nicht eindeutig klären. Somit wird in den Professionswissentests nicht das Wissen erfasst, das für kompetentes unterrichtliches Handeln notwendig ist. Zwar zeigen empirische Forschungen, dass das erfasste Wissen der Lehrer den Lernzuwachs der Schüler auf irgendeine Art beeinflusst, jedoch lässt sich ein direkter Zusammenhang zur Unterrichtsqualität kaum erkennen. Welche Aspekte des Professionswissens die Lehrer in welchem Maße benötigen, um kompetent unterrichten zu können, ist somit noch ungeklärt (vgl. ebd., S. 123).

Ferner merken Vogelsang und Reinhold (2013: S. 119 ff.) an, dass die Vergleichbarkeit und Verallgemeinerung solcher Studien eher problematisch ist, da verschiedene Modelle des Professionswissens, Operationalisierungen der Unterrichtsqualität und Methoden zur Auswertung verwendet werden sowie oftmals nur eine kleine Stichprobenzahl vorhanden ist.

Obwohl die meisten Studien methodische Defizite aufweisen, stellt nach Riese und Reinhold (2009) das fachliche und fachdidaktische Wissen eine wichtige Voraussetzung für ein angemessenes Handeln im Physikunterricht dar.

Baumert und Kunter (2006: S. 490 ff.) haben verschiedene internationale Studien betrachtet, von denen viele in der Mathematik durchgeführt wurden. Dabei wurde bei quantitativen Studien festgestellt, dass bei Lehrern mit höheren Fachabschlüssen die Schüler auf Sekundarstufenniveau tendenziell bessere Leistungen zeigen. Bei qualitativen Studien wurde gezeigt, dass das fachdidaktische Handlungsrepertoire, auf welches im Unterricht tatsächlich zurückgegriffen werden kann, abhängig von der Breite und Tiefe des Fachwissens ist. Jedoch kann das fachdidaktische Wissen und Können bei Lehrern mit gleichem Fachwissen aufgrund ihrer Berufserfahrung auch variieren.

Somit lässt sich zumindest in der Mathematik annehmen, dass fachliches Verständnis eine notwendige aber nicht hinreichende Bedingung für einen verständnisorientierten Unter-

richt darstellt (vgl. Baumert und Kunter 2006: S. 493). Des Weiteren zeigte sich bei Carpenter und Fennema (1992) ein positiver Einfluss des fachdidaktischen Wissens auf den Lernzuwachs der Schüler in der Grundschule.

In Deutschland wurde im Rahmen der COACTIV-Studie das Professionswissen von Mathematik-Lehrern untersucht, indem ihr Fachwissen und fachdidaktisches Wissen erfasst und mit den Leistungen ihrer Schüler bei der PISA-Studie 2003/04 in Bezug gesetzt wurde. Dabei ergab sich nach Krauss u. a. (2008), dass Fachwissen und fachdidaktisches Wissen abhängig von der Ausbildung sind und ein höheres fachdidaktisches Wissen meist mit einem höheren Fachwissen einhergeht. Ferner zeigte sich ein signifikanter Einfluss des fachdidaktischen Wissens auf die kognitive Herausforderung und konstruktive Unterstützung der Schüler, was wiederum zu besseren Schülerleistungen führt. Demnach sind fachliches und fachdidaktisches Wissen wichtig für die Leistungen der Schüler und die Unterrichtsqualität (vgl. Baumert und Kunter 2006: S. 496), wobei dem fachdidaktischen Wissen die tragende Rolle zukommt (vgl. Krauss u. a. 2008: S. 250).

Die Erfassung des Professionswissens von Lehrern sowie die Untersuchung der Auswirkung auf die Unterrichtsqualität und Schülerleistung findet in den Naturwissenschaften im Rahmen des Projektes ProwiN statt (vgl. Borowski u. a. 2010). Die Ergebnisse dieser Studie sind jedoch noch nicht veröffentlicht.

Es ist jedoch naheliegend anzunehmen, dass auch in den Naturwissenschaften das Professionswissen eine große Rolle für den Unterricht spielt. Da Fachwissen hauptsächlich während des Studiums erworben wird, lässt sich folgern, dass dieses bei Lehrern, die ein Fach fachfremd unterrichten, eher gering ist. Ferner wird davon ausgegangen, dass das Fachwissen eine Grundlage für das fachdidaktische Wissen darstellt. Somit lässt sich vermuten, dass auch dieses bei fachfremd unterrichtenden Lehrern weniger stark ausgeprägt ist.

Demnach dürfte das geringe fachliche und fachdidaktische Wissen in den nicht studierten Fächern auch für die NW-Lehrer ein großes Hindernis darstellen, wie bei Dörges (2001) und Fruböse u. a. (2011) gesehen. Folgt man ferner den Hinweisen aus der Forschung, dass hohes fachbezogenes Wissen einen positiven Einfluss auf die Unterrichtsqualität und die Schülerleistungen hat, dürften diese im fachfremden Unterricht schlechter ausfallen.

Da NW-Lehrer mindestens eines der Fächer jedoch studiert haben und mit den generellen Arbeitsweisen der Naturwissenschaften vertraut sind, ist es fraglich, wie groß der Einfluss des fehlenden Wissens letztendlich ist. Ferner werden oftmals fächerübergreifende Themen behandelt, die Aspekte des studierten Fachs beinhalten.

Jedoch kann davon ausgegangen werden, dass im Studium fachspezifische Inhalte, wie beispielsweise Schülervorstellungen, behandelt werden, die ohne entsprechendes Studium eher unbekannt sind. Somit ist offen, welche Schwierigkeiten sich im NW-Unterricht auf das mangelnde fachliche und fachdidaktische Wissen zurückführen lassen und ob diese durch das Bereitstellen fachbezogener Informationen leicht behoben werden können. Ferner ist fraglich, wie die Lehrer die Auswirkungen auf die Unterrichtsqualität und die Lernleistungen der Schüler einschätzen und ob diese tatsächlich schlechter sind.

Hinsichtlich des allgemeinen pädagogischen Wissens lässt sich annehmen, dass sich dieses bei einem Lehrer im fachfremden und im nicht-fachfremden Unterricht nicht unterscheidet, da es unabhängig von fachlichen Aspekten ist. Aufgrund dessen wird das pädagogische Wissen im folgenden Verlauf nicht weiter betrachtet und bei der Verwendung des Begriffs des Professionswissens ausgeklammert.

Wie zuvor erwähnt, zählen zur professionellen Handlungskompetenz neben dem Professionswissen auch motivationale, volitionale und soziale Aspekte, wie das eigene Interesse oder die Selbstwirksamkeitserwartung, die den Unterricht ebenfalls beeinflussen.

Hinsichtlich der Forschung setzte sich das Konzept der Selbstwirksamkeit von Bandura (1977) durch. Dabei beschreibt die Selbstwirksamkeit die Überzeugung einer Person, Fähigkeiten und Mittel zu besitzen, um zur Erreichung eines Ziels bestimmte Handlungen durchführen zu können (vgl. Baumert und Kunter 2006: S. 502). Die Ausprägung der Erwartung über die eigene Selbstwirksamkeit beeinflusst hierbei das eigene Verhalten und bestimmt die Zielsetzung der Handlung, ihr Anspruchsniveau sowie die Anstrengung und Beharrlichkeit. Beispielsweise neigen Menschen dazu, Situationen zu vermeiden, in denen sie glauben, dass sie ihre Fähigkeiten übersteigen, wohingegen sie sich in diesen engagieren, wenn sie überzeugt sind, mit der Situation umgehen zu können (vgl. Bandura 1977: S. 193 f.).

Es zeigte sich, dass die Selbstwirksamkeit die motivationale Orientierung beeinflusst. Bei Lehrern, die über eine ausgeprägte Selbstwirksamkeit verfügen, konnte beispielsweise eine größere Begeisterung für den Unterricht beobachtet werden. Ferner scheint die Selbstwirksamkeitserwartung die Unterrichtsvorbereitung und -führung direkt zu beeinflussen, vor allem hinsichtlich des konstruktiven Unterstützungsverhaltens (vgl. Baumert und Kunter 2006: S. 502 f.).

Somit stellt sich die Frage, wie fachfremd unterrichtende Lehrer ihre Selbstwirksamkeit einschätzen und welche Auswirkungen dies auf den NW-Unterricht hat. Geht man davon aus, dass die Selbstwirksamkeit aufgrund des fehlenden Professionswissen als gering

eingeschätzt wird, ist fraglich, welche konkreten Schwierigkeiten sich auf diesen Aspekt zurückführen lassen und ob diese gegebenenfalls beeinflusst werden können.

2.3 NW-Unterricht in Bremen

Auch im Bremer Schulsystem beinhaltet NW die Zusammenlegung der Fächer Biologie, Chemie und Physik und wird in der Regel mit drei Schulstunden pro Woche unterrichtet (vgl. Knaack und Nelson 2013: S. 10). Hinsichtlich der jeweiligen Schulform gibt es jedoch Unterschiede.

Während am Gymnasium NW nur in Klasse fünf und sechs und ab der siebten Jahrgangsstufe die Fächer Biologie, Chemie und Physik getrennt unterrichtet werden (vgl. Bildungsplan für das Gymnasium 2006), findet an der Oberschule der NW-Unterricht bis einschließlich der achten Klasse statt (vgl. Bildungsplan für die Oberschule 2010). Erst ab Jahrgangsstufe neun werden die Fächer getrennt behandelt. Im Sinne der Fachleistungsdifferenzierung wird bei dieser Schulform auf zwei Schwierigkeitsstufen unterrichtet – dem grundlegenden (G-Kurs) und dem erweiterten Anforderungsniveau (E-Kurs). Ab Klassenstufe neun wird in mindestens einem der naturwissenschaftlichen Fächer Physik oder Chemie differenziert (vgl. Knaack und Nelson 2013: S. 5). Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf werden zusätzlich unterstützt, beispielsweise durch das Angebot eines vereinfachten Niveaus.

Da die Schule, an der diese Arbeit durchgeführt wurde, eine integrierte Gesamtschule ist und die Schüler schon zu Beginn der fünften Klasse große Leistungsunterschiede aufweisen, wird in NW in einigen Klassen bereits ab der fünften Klasse auf drei unterschiedlichen Schwierigkeitsstufen gearbeitet: dem vereinfachten, mittleren und erhöhten Niveau. Die Differenzierung nach E- und G-Kurs findet in allen Klassen ab der achten Jahrgangsstufe statt. Ab der neunten Klasse wird in Physik differenziert, da es in der Stundentafel mit mehr Stunden ausgewiesen wird als Chemie. Bis einschließlich der zehnten Klasse werden NW bzw. die naturwissenschaftlichen Fächer binnendifferenziert von einem NW-Lehrer unterrichtet, damit ein möglichst kleines Lehrer-Team die Klasse betreut. Dies hat sich insbesondere in Inklusionsklassen bewährt.

Folglich müssen Lehrer an Oberschulen und insbesondere die Lehrer an dieser Schule nicht nur über einen längeren Zeitraum NW zum Teil fachfremd unterrichten, sondern auch die Inhalte differenzieren und auf verschiedenen Schwierigkeitsstufen bereitstellen. Dies stellt vermutlich eine große Herausforderung dar, da anzunehmen ist, dass sie in mindestens

einem der drei Fächer ein geringeres Professionswissen aufweisen und somit wahrscheinlich größere Schwierigkeiten haben, den Unterricht bei den fächerübergreifenden Themen für alle Schüler angemessen zu gestalten.

Geht man ferner davon aus, dass die Bremer NW-Lehrer ähnliche Erfahrungen gemacht haben wie die Lehrer in den Studien von Dörges (2001) und Fruböse u. a. (2011) und bedenkt man, dass aufgrund des Lehrermangels in den Fächern Physik und Chemie überwiegend Biologie-Lehrer NW unterrichten, lässt sich vermuten, dass Biologie, Chemie und Physik nicht im gleichen Verhältnis unterrichtet werden.

Zwar liegt der Gedanke nahe, dass aufgrund der Vorgaben des Bildungsplans die Fächer gleichermaßen berücksichtigt werden, jedoch stellte Müller (2015) fest, dass dies nicht der Fall ist. In ihrer Studie, in welcher der NW-Unterricht der siebten und achten Jahrgangsstufe an vier Bremer Oberschulen untersucht wurde, kam heraus, dass insbesondere Biologie in NW unterrichtet und Physik vernachlässigt wurde. Ein möglicher Grund stellt der Bildungsplan selbst dar, dessen Inhalte eine Tendenz zur Biologie aufweisen. Ferner zeigte sich, dass trotz der Vorgaben seitens des Bildungsplans Inhalte nicht behandelt wurden. An dieser Stelle wurde vermutet, dass sich dies auf das fachfremde Unterrichten und das damit einhergehende geringere Professionswissen zurückführen lässt (vgl. ebd., S. 82 f.).

Wie bereits jedoch erwähnt, spielt auch die Selbstwirksamkeitserwartung eine Rolle bei der professionellen Handlungskompetenz und dem Unterrichten. Somit stellt sich die Frage, welche Gründe tatsächlich für die Vernachlässigung der Themen verantwortlich sind und ob diese bewusst gemieden werden.

Dies würde einerseits einen Nachteil für die Schüler darstellen, da ihnen Inhalte vorenthalten werden und wirft andererseits die Frage nach der Qualität des NW-Unterrichts im Allgemeinen auf.

Fruböse u. a. (2011) folgern aus ihren Erfahrungen, dass am Gymnasium eine Ausweitung des naturwissenschaftlichen Unterrichts über die sechste Klasse hinaus eine starke Verringerung der Unterrichtsqualität zur Folge hätte, da die erforderliche Fortbildungsarbeit nicht erbracht werden könne. An Bremer Oberschulen findet der NW-Unterricht jedoch bis einschließlich der achten Klasse statt. Fraglich ist nun, ob sich diese Folgerung auch auf die Oberschulen übertragen lässt und was dies letztendlich für die Unterrichtsqualität im Allgemeinen und die Physik im Speziellen bedeuten würde.

3 Forschungsfragen

Auch an der Schule, an der diese Arbeit durchgeführt wurde, wurde der Aspekt des fachfremden Unterrichtens im Rahmen des NW-Unterrichts stark diskutiert. Einerseits ist die pädagogische Argumentation, dass insbesondere Inklusionsklassen von einem kleinen Lehrerteam profitieren, nachvollziehbar. Andererseits ist es verständlich, dass einige Lehrer Vorbehalte haben, Inhalte fachfremd zu vermitteln.

Letztendlich hat sich die pädagogische Argumentation durchgesetzt, sodass NW bzw. Biologie, Chemie und Physik sogar bis einschließlich der zehnten Klasse von einer Lehrkraft zum Teil fachfremd unterrichtet wird.

Dies hat zwar den Vorteil, dass die einzelnen Fächer aufgrund der Anzahl der Stunden ab der neunten Klasse intensiver in Blöcken behandelt werden können, stellt die Lehrer jedoch auch vor ein großes Problem, da die Themen mit zunehmender Klassenstufe komplexer werden. Dass weiterhin Bedenken bestehen, die sich auf den Aspekt des fachfremden Unterrichtens in NW im Allgemeinen beziehen, ist somit nicht verwunderlich.

Ein weiteres Problem der Schule stellt der Mangel an Physik-Lehrkräften dar. Daher unterrichten viele Biologie-Lehrer das Fach NW. Geht man davon aus, dass sich die Ergebnisse von Dörges (2001), Fruböse u. a. (2011) und Müller (2015) auch auf diese Schule übertragen lassen, lässt sich vermuten, dass die physikalischen Inhalte in NW eher weniger Beachtung finden und dass der Aspekt des fachfremden Unterrichts das zentrale Problem des NW-Unterrichts darstellt. Dabei ist anzunehmen, dass sich dies auch auf das geringere fachliche und fachdidaktische Wissen zurückführen lässt.

Diese Schwierigkeiten wurden auch von der Schule wahrgenommen. Folglich stellte sich die Frage, wie die Situation verbessert und die Lehrer unterstützt werden können, damit ihnen der fachfremde Unterricht besser gelingen kann.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen die Problematiken der Schule aufgegriffen werden. Dabei wird sich hinsichtlich des NW-Unterrichts ausschließlich auf die physikalischen Aspekte bezogen.

Um zu untersuchen, welche Schwierigkeiten tatsächlich beim fachfremden Unterrichten auftreten, soll zunächst in den Blick genommen werden, wie die NW-Lehrer mit den Physikinhalten umgehen. Um diese aufgreifen zu können, soll anschließend eine Unterrichteinheit zum Thema *Alles in Bewegung* entwickelt werden, die den Bedürfnissen der Schule entspricht und den Fokus auf die Unterstützung der NW-Lehrer legt. Dazu soll

geklärt werden, welche Bedürfnisse bestehen und abschließend betrachtet werden, wie die Einheit wirkt. Die Wahl des Themas wurde auf Wunsch der Schule getroffen.

Zusammenfassend werden die folgenden Forschungsfragen untersucht:

1. Wie gehen fachfremde Lehrer mit Physikinhalten um?
2. Entwicklung einer Unterrichtseinheit zum Thema *Alles in Bewegung*, die den Bedürfnissen der Schule angepasst ist.
   (a) Was sind die Bedürfnisse?
   (b) Wie wirkt die Einheit?

4 Methodik

Die Untersuchung der Forschungsfragen erfolgt qualitativ. Um eine Antwort auf diese zu finden, wird eine Interviewstudie durchgeführt und NW-Unterricht mittels teilnehmender Beobachtung hospitiert. Im Folgenden werden die zugrundeliegenden Methoden beschrieben.

4.1 Interviewstudie

Um zu erheben, wie Lehrer mit physikalischen Inhalten umgehen und welche Bedürfnisse die Schule bzw. die Lehrer hinsichtlich der Unterrichtseinheit haben, wird eine Interviewstudie durchgeführt. Diese bietet sich insbesondere an, da die persönliche Wahrnehmung der Lehrer erfasst werden soll.

Alternativ könnte die Einstellung der Lehrer mit einem Fragebogen erfasst werden. Jedoch kann in einem Interview an bedeutsamen Stellen sowie bei Unklarheiten direkt nachgefragt und somit ein besseres Verständnis erreicht werden als bei der Verwendung eines Fragebogens.

Jedoch sollen die Interviews mit Hilfe eines Leitfadens durchgeführt werden.

4.1.1 Leitfadengestütztes Interview

Die Wahl eines leitfadengestützten Interviews beruht auf der Erwartung,

> „dass in der relativ offenen Gestaltung der Interviewsituation die Sichtweisen des befragten Subjekts eher zur Geltung kommen als in standardisierten Interviews oder Fragebögen“ (Flick 2010: S. 194).

Charakteristisch für leitfadengestützte Interviews ist, dass dem Interviewten mehr oder weniger offen formulierte Fragen gestellt werden, die er frei beantworten soll. Diese sind in Form eines Leitfadens strukturiert, der als Orientierung dient. Da davon ausgegangen wird, dass die restriktiven Vorgaben in standardisierten Interviews oder Fragebögen bei der Erfassung subjektiver Perspektiven eher hinderlich sind, soll der Interviewer während des Interviews entscheiden, in welcher Reihenfolge die Fragen gestellt und ob gegebenenfalls einige ausgelassen werden können, da sie schon beantwortet wurden. Ferner besitzt der Interviewer die Freiheit, an entsprechender Stelle beim Interviewten nachzufragen oder oder ihn bei Abschweifungen auf die Thematik zurückzulenken. Diese von der jeweiligen Interviewsituation abhängigen Entscheidungen bedürfen ein großes Maß an Überblick über den bisherigen Verlauf bzw. dem Gesagten und an Sensibilität für den Interviewten (vgl. Flick 2010: S. 222 f.).

Das Interview beginnt meist mit einem offenen Einstieg, bei dem der Interviewte zum Erzählen aufgefordert wird und somit die Möglichkeit erhält, seine Gedanken zu äußern. Anschließend folgen spontane Interventionen wie vertiefende Nachfragen oder Impulse, um weitere Erklärungen zu erhalten (vgl. Niebert und Gropengießer 2014: S. 122 f.).

Nach Niebert und Gropengießer (2014: S. 126) soll der Leitfaden mehreren Anforderungen genügen: eine übersichtliche Gestaltung, die Fokussierung auf ein vernünftiges Maß an Einzelaspekten, das Folgen einer logischen Struktur sowie eine angemessene Alltagssprache. Die Aufgabe des Leitfadens ist zwar die Lenkung der Interviews, dennoch darf er diese nicht einschränken.

Leitfadengestützte Interviews eignen sich nach Niebert und Gropengießer (2014: S. 121) insbesondere zur Erhebung von Wissen, (fachlichen) Vorstellungen, Interessen und mit Einschränkungen auch Emotionen. Der Vorteil dieser Methode ist die Erhöhung der Vergleichbarkeit der Daten durch eine konsequente Verwendung des Leitfadens sowie die Gewinnung einer Struktur (vgl. Flick 2010: S. 224). Jedoch besteht auch die Gefahr, durch zu starke Steuerung des Interviews die eigene Sichtweise zu erheben statt die des Interviewten (vgl. Niebert und Gropengießer 2014: S. 121 f.).

Um Antworten auf die Forschungsfragen zu finden, werden die Interviews mit Hilfe eines Leitfadens durchgeführt. Dabei wird das Interview entsprechend der beiden Forschungsfragen aus zwei Teilen bestehen.

1. Forschungsfrage:

Im ersten Teil wird der Frage nachgegangen, wie fachfremd unterrichtende NW-Lehrer mit physikalischen Inhalten umgehen. Um einen offenen Einstieg zu ermöglichen, sollen die Lehrer zuerst berichten, wie es für sie ist, Physik zu unterrichten, obwohl sie ein anderes Fach studiert haben und sich anschließend dazu äußern, ob sie sich für Physik interessieren.

Im weiteren Verlauf ist der Leitfaden in drei Bereiche unterteilt: Unterrichtsvorbereitung, Unterrichtsdurchführung sowie Selbstwirksamkeitserleben. Bei diesen drei Punkten sollen die Lehrer jeweils ihre Wahrnehmung im Physikunterricht mit der in ihrem studierten Fach vergleichen. Eingegangen wird dabei auf verschiedene Aspekte: Hinsichtlich der Vorbereitung wird beispielsweise nach dem benötigten Zeitaufwand, der Intensität der inhaltlichen Vorbereitung sowie dem Vorgang bei der Wahl der Physikinhalte gefragt. Bei der Durchführung wird unter anderem der Anteil an Physik im Unterricht, der Ablauf einer Stunde sowie die Unterrichtsqualität und -wirksamkeit in den Fokus genommen. In dem Abschnitt über das Selbstwirksamkeitserleben wird das eigene Verhalten und Kompetenzempfinden beim Unterrichten sowie das Gelingen, Interesse bei den Schülern zu wecken, betrachtet (s. Anhang S. 58).

2. Forschungsfrage:

Im zweiten Teil des Interviews wird nach den Bedürfnissen der Lehrer hinsichtlich der Unterrichtseinheit und nach bisher gemachten Erfahrungen mit dem Thema gefragt. Dazu wird zunächst auf planerische Aspekte eingegangen: die Anzahl der Stunden, zu berücksichtigende Themen, Kontexte und Versuche, Sozialformen sowie die zu verwendenden Materialien. Daran anknüpfend soll reflektiert werden, was gut bzw. schlecht bei der vorherigen Durchführung funktioniert hat und an welcher Stelle die Schwierigkeiten lagen, einerseits bei den Schülern, andererseits bei dem Lehrer. Abschließend sollen die Lehrer ihre Wünsche bzw. Vorschläge äußern, was sie zur Unterstützung benötigen, um die Unterrichtseinheit zukünftig leichter bzw. besser unterrichten zu können (s. Anhang S. 59).

4.1.2 Qualitative Inhaltsanalyse

Die Auswertung der erhobenen Daten wird mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse durchgeführt. Diese stellt ein systematisches, theorie- und regelgeleitetes Verfahren zur Auswertung von Interviewdaten dar, welches die Gütekriterien (vgl. 4.1.3) sichern soll

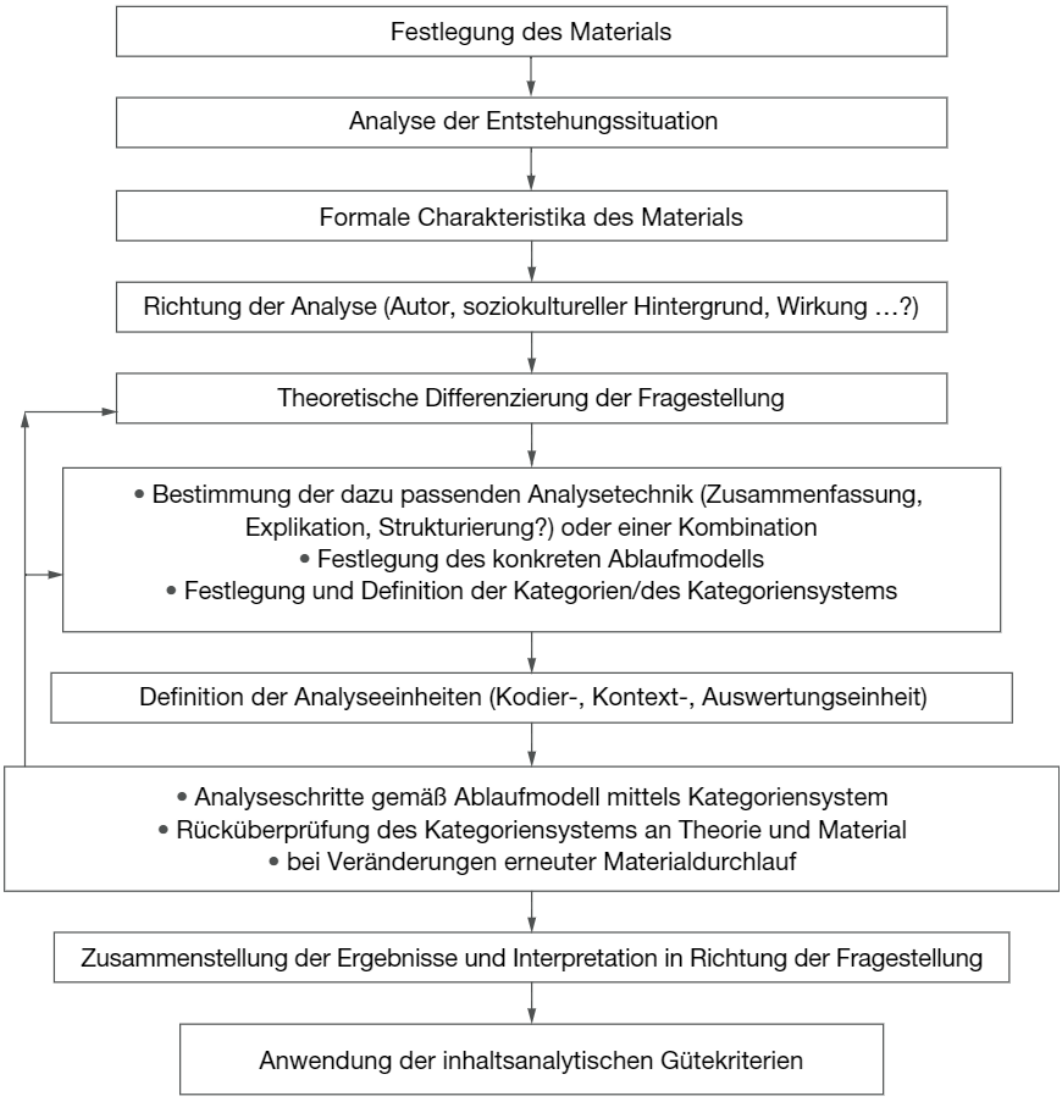


Abbildung 2: Ablauf der qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring 2010: S. 60).

(vgl. Krüger und Riemeier 2014: S. 133). Charakteristisch ist der Gebrauch von Kategorien. Ziel der qualitativen Inhaltsanalyse ist vor allem die Reduktion des Materials (vgl. Flick 2010: S. 409).

Nach Mayring (2010: S. 52 ff.) besteht der allgemeine Ablauf der qualitativen Inhaltsanalyse aus mehreren Schritten (s. Abb. 2). Zu Beginn wird das Ausgangsmaterial analysiert, um festzustellen, was aus dem Material interpretiert werden kann (Stufe 1-3). Anschließend wird die Fragestellung der Analyse bestimmt (Stufe 4-5) sowie die Analysetechnik, das Ablaufmodell, die (vorläufigen) Kategorien und die Analyseeinheiten, also die kleinsten und größten einer Kategorie zuordenbaren Textteile sowie deren Reihenfolge, festgelegt (Stufe 6-7).

Das konkrete methodische Vorgehen, die eigentliche Analyse des Materials, lässt sich in der

achten Stufe verorten und beinhaltet drei verschiedene Techniken: die Zusammenfassung, die Explikation sowie die Strukturierung. Zentral ist dabei die (Weiter-)Entwicklung des Kategoriensystems, das im Wechsel zwischen Theorie und Material entsteht und während der Analyse überarbeitet wird (ebd.).

Abschließend werden die Ergebnisse hinsichtlich der Fragestellung interpretiert und anhand der Gütekriterien die Aussagekraft beurteilt (Stufe 9-10) (ebd.).

Da die Daten in dieser Arbeit hinsichtlich der vorher festgelegten Fragestellungen erhoben werden, wird auf die Stufen 1-5 an dieser Stelle nicht weiter eingegangen.

Zur Aufbereitung der Daten werden die Interviews zunächst teiltranskribiert. Daher werden nur die Sequenzen verschriftlicht, die für die Fragestellungen wichtig sind. Der Vorteil dieser Vorgehensweise besteht in einem kürzeren und damit besser umzugehenden Transkript, jedoch findet durch diese Reduktion bereits eine Interpretation des Material statt. Des Weiteren werden mögliche vorliegende Dialekte bereinigt, um eine bessere Lesbarkeit zu gewährleisten. Zwar könnte dies die Authentizität der Situation beeinträchtigen, dies scheint zur Beantwortung der Fragestellung allerdings nicht relevant zu sein (vgl. Krüger und Riemeier 2014: S. 135 f.).

Als Analysetechnik wird die zusammenfassende Inhaltsanalyse gewählt, da ihr Ziel mit dem in der hier angestrebten Analyse übereinstimmt: die Reduzierung des Materials, so dass nur die wesentlichen Inhalte erhalten bleiben (vgl. Mayring 2010: S. 65). Der Ablauf der zusammenfassenden Inhaltsanalyse, an dem sich im weiteren Verlauf orientiert wird, ist in Abbildung 3 dargestellt (Stufe 6-8).

Ausgehend von dem Teiltranskript werden im ersten Schritt die Analyseeinheiten bestimmt und anschließend die einzelnen Textteile weiter reduziert. Zunächst werden beim Paraphrasieren die Textbestandteile auf eine nur den Inhalt beschreibende Formulierung gekürzt. Ausschmückende Textstellen werden gestrichen und die Äußerungen werden geglättet (2. Schritt). Im Folgenden werden die Paraphrasen auf ein bestimmtes Abstraktionsniveau generalisiert (3. Schritt) und selektiert (4. Schritt). Dadurch können die durch die Verallgemeinerung entstehenden inhaltsgleichen sowie die nicht für die Fragestellung relevanten Aussagen gestrichen werden (vgl. Mayring 2010: S. 69 f., vgl. Krüger und Riemeier 2014: S. 138 ff.).

Im fünften Schritt findet eine weitere Reduktion statt, in welcher bedeutungsgleiche oder -ähnliche Paraphrasen gebündelt und zu einer thematischen Sinneinheit zusammengefasst werden, in der sie in Kategorien gesammelt werden. Diese Kategorien werden dabei de-

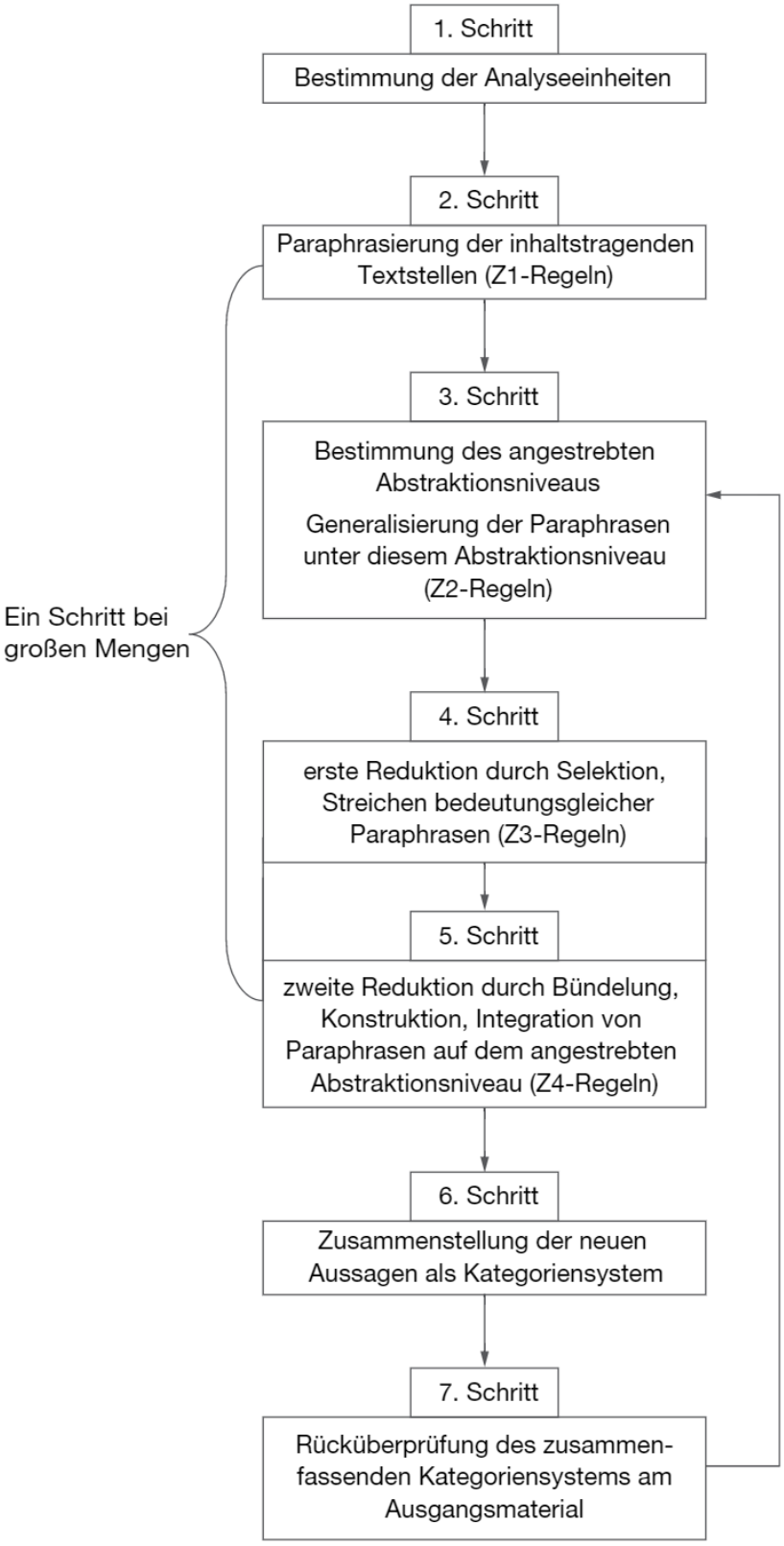


Abbildung 3: Ablauf der zusammenfassenden Inhaltsanalyse (Mayring 2010: S. 68).

duktiv aus dem aktuellen Forschungsstand abgeleitet. Die Aussagen können verschiedenen Kategorien zugeordnet werden, falls sie die Inhalte mehrerer betreffen. Nicht zuordenbare weiterführende Aussagen können induktiv ergänzten Kategorien zugewiesen werden. Innerhalb einer Kategorie werden die Aussagen hinsichtlich der Fragestellung sortiert und sich an unterschiedlichen Stellen wiederholende Aussagen zusammengefasst (6. Schritt) (ebd.).

Abschließend wird im siebten Schritt geprüft, ob das ursprüngliche Material noch dem durch die Zusammenstellung der Aussagen entstandenen Kategoriensystem zugeordnet werden kann (ebd.).

Für den fünften bzw. sechsten Schritt heißt dies konkret, dass hinsichtlich der Forschungsfrage, wie fachfremde Lehrer mit Physikinhalten umgehen, zunächst anhand der Studien von Dörges (2001) und Fruböse u. a. (2011) Oberkategorien formuliert werden, die sich, wie auch das leitfadengestützte Interview, an vier Bereichen orientieren: Interesse, Unterrichtsvorbereitung, Unterrichtsdurchführung und Selbstwirksamkeitserleben. Diese werden anschließend mit Hilfe der reduzierten, gebündelten Aussagen weiter differenziert, so dass das Meinungsbild der Lehrer herausgefiltert werden kann. Die Aussagen werden dabei zuvor gemäß der Fragen im Interview zusammengefasst.

Da bei der zweiten Forschungsfrage nach einer bestimmten Einheit sowie den Bedürfnissen gefragt wird, wird sich bei der Auswertung an den gestellten Fragen im Interview orientiert und die Aussagen zu diesen Fragen zusammengefasst.

Die Ergebnisse werden in Kapitel 5 dargestellt (Stufe 9-10).

4.1.3 Gütekriterien

Die qualitative Einschätzung der Ergebnisse erfolgt anhand von Gütekriterien. Dabei wird klassisch zwischen der Objektivität, der Zuverlässigkeit (Reliabilität) und der Gültigkeit (Validität) unterschieden. Während die Validität betrachtet, ob die Methode auch das erfasst, was erfasst werden soll, ist die Reliabilität ein Maß für die Genauigkeit der Methode. Die Objektivität beschreibt die Unabhängigkeit von intersubjektiven Einflüssen. Jedoch gestaltet sich die Anwendung der Kriterien in der qualitativen Forschung zum Teil als schwierig und muss gegebenenfalls an diese angepasst werden (vgl. Mayring 2016: S. 140 ff.).

Hinsichtlich der Interviews kann die Durchführungsobjektivität durch die Standardisierung der Interviewsituation mit Hilfe des Leitfadens erreicht werden (vgl. Krüger und

Riemeier 2014: S. 144). Die Reliabilität kann zwar erhöht werden, in dem nur eine Person die Interviews durchführt, dennoch sind Interviews im Allgemeinen nicht reliabel, da sie bei beliebig häufiger Wiederholung nicht dieselben Daten und Resultate liefern (vgl. Flick 2010: S. 489 ff.).

Die Validität der Datenerhebung kann durch folgende an Mayring (2016: S. 144 ff.) angelehnte Gütekriterien erzielt werden: die nachvollziehbare Verfahrensdokumentation bei der Erhebung, Aufbereitung und Auswertung der Daten, die Dokumentation der Daten und deren Bearbeitungen, die ehrliche Mitwirkung der Probanden sowie die interne Triangulation, also die Gestaltung der Interviews derart, dass an verschiedenen Stellen die gleichen Aspekte erneut aufgegriffen und die Aussagen der Interviewten verglichen werden können (vgl. Niebert und Gropengießer 2014: S. 123 f.).

Des Weiteren kann bei der qualitativen Inhaltsanalyse aufgrund des regelgeleiteten Vorgehens und der Orientierung an dem Leitfaden die Auswertungs- und Interpretationsobjektivität erhöht werden. Diese können ferner durch den Vergleich mit den Ergebnissen einer weiteren Person, die unabhängig die gleichen Schritte durchgeführt hat, sicher gestellt werden (Interrater-Reliabilität) (vgl. Krüger und Riemeier 2014: S. 144 f.). Darauf wird jedoch aufgrund der engen Orientierung an den Interviewfragen bei der Kategorienbildung und der Augenscheinvalidität der Methode verzichtet. Des Weiteren kann die Reproduktion der Ergebnisse anhand einer wiederholten Zuordnung der Aussagen zu den Kategorien überprüft werden (ebd.).

4.2 Teilnehmende Beobachtung

Hinsichtlich der Entwicklung der Unterrichtseinheit stellt sich nach der Konzipierung der Einheit die Frage, wie diese wirkt. Um einen Eindruck zu erhalten, ob der NW-Unterricht mit Hilfe der Einheit besser gelingt und um festzustellen, welche Stellen der Unterrichtseinheit einer weiteren Überarbeitung bedürfen, wird mittels der teilnehmenden Beobachtung der Unterricht eines Lehrers hospitiert.

Bei der teilnehmenden Beobachtung versucht der Beobachter, Erkenntnisse über das Handeln und Verhalten einer Person oder einer ganzen Gruppe von Personen zu gewinnen. Kennzeichnend für diese Methode ist die persönliche Teilnahme des Beobachters am Geschehen. Dabei reicht die Teilnahme von bloßer Anwesenheit bis hin zur vollständigen Interaktion in der Gruppe. Durch dieses Vorgehen sollen Aspekte des Handelns und Denkens beobachtbar werden, die aus isolierten Gesprächen nicht ersichtlich wären (vgl. Girt-

ler 2001: S. 60 ff.). Des Weiteren kann durch diese Methode eine größtmögliche Nähe zum Beobachtungsgegenstand erreicht werden (vgl. Mayring 2016: 81).

Um die Fokussierung auf die Forschungsfrage während der Hospitationen zu gewährleisten und um die Beobachtungen zu dokumentieren wird ein Beobachtungsbogen verwendet. In diesem werden auf der einen Seite die Schüler und auf der anderen Seite der Lehrer in den Blick genommen (s. Anhang S. 61).

Hinsichtlich der Schüler wird beobachtet, ob diese die Arbeitsaufträge eigenständig bearbeiten und die Aufgaben lösen können, an welchen Stellen sie Verständnisschwierigkeiten zeigen sowie, ob sie die zu erzielenden Kompetenzen erreichen. Dies soll überprüfen, ob die Unterrichtseinheit angemessen für die Schüler ist.

Bei dem Lehrer wird der Fokus darauf liegen, wie sicher er im Umgang einerseits mit dem Inhalt, also dem Fachlichen und beim Experimentieren, sowie andererseits mit den Schülern, also beim Fragen stellen und beantworten, ist. Ferner wird betrachtet, an welchen Stellen sich Schwierigkeiten erkennen lassen. Dies soll der Einschätzung dienen, inwiefern die Einheit den Lehrer in seiner Vorbereitung und Unterrichtsdurchführung unterstützt. Allerdings ist zu beachten, dass zu diesem Zeitpunkt die Lehrerhandreichung noch nicht existiert und der Lehrer ausschließlich mit dem Material sowie einem detaillierten Ablaufplan mit Kommentaren arbeitet.

Flick (2010: S. 289 f.) nennt als generelle Schwierigkeit bei der teilnehmenden Beobachtung die Auswahl von relevanten Beobachtungssituationen. Einerseits müssen die zu beobachtenden Handlungen überhaupt stattfinden und erkannt werden, andererseits sollten möglichst verschiedene Situationen zu beobachten sein. Ferner sollte sich zuvor die Frage gestellt werden, wie stark sich der Beobachter in der Gruppe einbringen möchte, und bedacht werden, dass die kritische Distanz zum Beobachtungsgegenstand aufgrund von zu starker Identifikation mit den Gruppenmitgliedern verloren werden kann (vgl. Girtler 2001: S. 77 ff.).

Aufgrund der subjektiven Wahrnehmung und Darstellung der Beobachtungen findet eine starke Selektion der Ergebnisse statt. Diese können außerdem von äußeren Einflussfaktoren wie beispielsweise der Tagesform des Beobachters abhängig sein (vgl. Schöne 2003).

Somit lassen sich die klassischen Gütekriterien nicht mehr anwenden. Da diese der Methode angemessen sein müssen, wird auf die spezifischen Gütekriterien der teilnehmenden Feldforschung zurückgegriffen. Demnach kann die Güte der Ergebnisse bei der Datenerhebung durch die Glaubwürdigkeit der Personen und einer guten Sozialbeziehung zwischen

den Beteiligten sowie in der Auswertung durch eine deskriptive und schrittweise vorgehende Analyse und Folgerung gewährleistet werden (vgl. Mayring 2016: S. 142 f.).

Ein weiteres Problem, das speziell bei der Beobachtung des NW-Unterrichts zu berücksichtigen ist, betrifft den Umstand, dass aus zeitlichen Gründen ausschließlich Stunden hospitiert werden können, in denen der Lehrer diese Einheit durchführt. Somit kann kein Vergleich zu seinem üblichen Verhalten beim Unterrichten gezogen werden.

Als Alternative zur teilnehmenden Beobachtung würde sich die Videoaufzeichnung und -analyse anbieten. Diese wäre jedoch aufgrund von datenschutzrechtlichen Gründen nicht möglich gewesen und würde sich in der Auswertung als zu aufwendig gestalten. Somit ermöglicht die teilnehmenden Beobachtung die Erfassung einer größeren Anzahl an Unterrichtsstunden.

5 Ergebnisse

Im Rahmen der Untersuchung nahmen insgesamt 19 Lehrer an der Interviewstudie teil. Dabei wurden die Interviews in der Schule durchgeführt und mit Hilfe eines Diktiergeräts aufgezeichnet. Die bereits ausgewerteten Daten befinden sich im Anhang (ab S. 62).

Um den Datenschutz zu gewährleisten, wurden die Interviews mit Buchstaben bezeichnet. Zitate aus den Interviews werden in diesem Abschnitt wie folgt ausgewiesen: (X: 1:23-1:45). Dabei steht der Buchstabe für die interviewte Person und 1:23-1:45 für die zeitliche Stelle im Interview, angegeben in Minuten und Sekunden.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Interviewstudie dargestellt und anschließend auf die Konzeption der Unterrichtseinheit und deren Wirkung eingegangen.

5.1 Wie gehen fachfremde Lehrer mit Physikinhalten um?

Zur Beantwortung der Forschungsfrage, wie fachfremde Lehrer mit Physikinhalten umgehen, wurden 17 Lehrer interviewt[3]. Von diesen haben 14 Biologie und drei Chemie studiert. Da es sich um ein leitfadengestütztes Interview handelte, wurden nicht immer alle Fragen von allen Lehrern beantwortet.

Im Folgenden werden vier verschiedene Bereiche in den Blick genommen: Interesse, Professionswissen und Unterrichtsvorbereitung, Unterrichtsdurchführung und -qualität sowie

[3]Zwei von den 19 Lehrern studierten Physik und wurden aufgrund dessen von diesem Interviewteil ausgeschlossen.

Selbstwirksamkeitserleben. Anschließend wird betrachtet, welche Schwierigkeiten von den Lehrern genannt wurden.

5.1.1 Besteht Interesse an Physik und kann dieses bei den Schülern geweckt werden?

Die Hälfte der befragten Lehrer sagte aus, dass sie *Interesse an Physik* hat. Sie gaben an, dass es ihnen Spaß macht bzw. in der eigenen Schullaufbahn Spaß gemacht hat und sie sich zum Teil auch privat mit der Thematik beschäftigen (B, J, L, S). Für einen Lehrer wäre Physik sogar ein alternativer Studiengang gewesen (O).

Ein Viertel der Befragten äußerte ein eingeschränktes Interesse und bezog dies eher auf den schulischen Kontext. Somit interessierten sich insgesamt drei Viertel der Lehrer für Physik.

Lediglich ein Viertel gab an, ein geringes bzw. kein Interesse an Physik zu haben. Für einen war Physik „mein schlechtestes Fach in der Schule“ (R: 0:18-0:20).

Die Fragen, ob die Lehrer verglichen mit ihrem studierten Fach die Schüler gleichermaßen begeistern bzw. motivieren und über den Unterricht hinaus gehendes *Interesse wecken* können, ergab ein gemischtes Bild. Etwas mehr als die Hälfte war der Meinung, dass ihnen dies genauso gut bzw. teilweise gelingt, knapp die Hälfte glaubte, dass sie dies in ihrem studierten Fach besser können. Dabei fiel auf, dass die Schwierigkeit weniger im Motivieren und Begeistern im Allgemeinen, sondern eher im Wecken des (weiterführenden) Interesses liegt.

Dass man gleichermaßen motivieren könne, „das liegt auch eher an [den] Personen“ (E: 8:31-8:33) oder am Experimentieren: „Wenn sie [die Schüler] experimentieren dürfen oder überhaupt praktisch arbeiten dürfen, sind die eigentlich schon motiviert [...]“ (O: 22:08-22:13).

Bei einem Lehrer „[läuft] Physik [...] besser als Biologie [studiertes Fach]“ (J: 14:03-14:06). Ein anderer Lehrer kann in Physik andere Schüler erreichen als in Biologie oder Chemie:

> „Ich habe das Gefühl, andere Schüler motivieren zu können. [...] es glänzen [...] viele Jungs [...], die sich die Physik zu eigen gemacht haben [...], [die] Mädchen klinken sich aus. Ich kann nicht sagen, dass die Klasse insgesamt schlechter motiviert ist, ich würde es einschätzen als unverändert – überraschenderweise [...]“ (R: 5:07-5:41).

Auffällig war, dass die Lehrer, die sagten, sie können in ihrem studierten Fach besser das Interesse wecken, dies oftmals mit einer anderen „Ausstrahlung“, „mehr Engagement“, „eine[r] ganz andere[n] Faszination“ und Schwärmerei begründeten (F, M, S).

Ferner vermutete ein Lehrer, dass „[v]ielleicht durch so Floskeln von mir [...] und das kann sein, [...] dass die Schüler das öfter bei Physik hören [...], die Schüler [...] in irgendeiner Form beeinflusst“ (N: 14:40-15:00).

Ein anderer war der Meinung, dass „wenn das Interesse schon vorher nicht da war, glaube ich nicht, dass das Interesse im großen Maße drüber hinausgeht“ (J: 14:22-14:30).

5.1.2 Wie wird das eigene Professionswissen eingeschätzt und welche Auswirkungen hat dies auf die Unterrichtsvorbereitung?

> „Es ist schon so, dass ich ein gefährliches Halbwissen habe und immer den Schülern vielleicht nur einen Schritt voraus bin“ (E: 7:34-7:40).

Der Großteil der Lehrer gab explizit an, dass ihnen *fachliches Wissen* fehlt und sie keine Vogelperspektive haben. „[...] da fällt es mir auf, dass ich bisschen öfter ins Schwimmen komme“ (M: 5:54-5:58). Das Herstellen von Zusammenhängen bzw. Verknüpfen von Aspekten sowie das Einschätzen, welche Themen hinsichtlich des Abiturs relevant sind, stellt eine Herausforderung dar (D). Ferner muss sich bei Kollegen inhaltlich mehr rückversichert werden (N). Das Identifizieren entsprechender Literatur bereitet Schwierigkeiten (R) und Material kann nicht so schnell erfasst werden, sondern „ich muss das dann genauso lösen wie die Schüler“ (D: 4:59-5:02).

Beim Experimentieren können Sicherheitsaspekte schlechter eingeschätzt werden und es bestehen Unsicherheiten in der Entscheidung, welche Versuche die Schüler selbst durchführen können und welche als Demoexperimente vorgeführt müssen (R). Bei Schülerversuchen

> „ist es nicht so, dass ich das auf einen Blick sehe, [ich] muss [...] alles feinsäuberlich [...] hinlegen um zu gucken, wo jetzt der Fehler ist. [...] [In Biologie und Chemie] weiß ich was man tun kann, damit es doch [noch] funktioniert“ (C: 0:50-1:18).

Zwei Lehrer sahen das fehlende Fachwissen jedoch als Vorteil an:

> „Dadurch, dass man selbst eben nicht das übergeordnete große Drumrum-Wissen hat, ist man [...] schülernah, weil man selbst [...] noch mit drin ist am Durchdenken [...] und kommt dann auch auf die Fehler, die Schüler [...] machen und das war [...] für beide Seiten recht hilfreich“ (B: 4:36-4:53).

> „Mein Vorteil [...] ist [...], dass ich [...] mir das selber erst einmal wieder verständlich machen musste und dadurch eben vielleicht auch leichter Zugänge finden kann und dadurch gelingt es mir vielleicht eben auch, die schwächeren Schüler auch mitzunehmen“ (H: 12:09-12:26).

Aufgrund des mangelnden Fachwissens gaben 15 von 17 Lehrer an, sich auf Physik *inhaltlich intensiver vorbereiten* zu müssen. Dies fällt zum Teil schwerer, da die Inhalte besser durchdacht und die Lösungswege erschlossen werden müssen.

Dadurch, so gaben drei Viertel der Befragten an, würde auch *mehr Zeit für die Vorbereitung* benötigt werden. Ein Viertel nannte einen gleich großen Zeitaufwand verglichen mit ihrem studierten Fach.

Hinsichtlich des Verhältnisses von Vorbereitungs- zu Durchführungszeit gaben die meisten Lehrer an, dass die Vorbereitungszeit wesentlich höher ist: „doppelte Zeit“, „3/4 zu 1/4“, „2 zu 1“ (E, M, P), da „[...] ich vor einer Unterrichtseinheit länger da [sitze], um mir das dann zu überlegen und auch schon mal zusammenzustellen [...]“ (K: 6:46-6:57), „[...] ich [...] den ganzen Kram [in der Sammlung] zusammen suchen muss [...]“ (O: 13:28-13:34) und „[ich] das alles selber erst mal durchspielen [musste], bevor [ich] es in der Klasse gezeigt habe, weil ich kannte die Versuche noch nicht vorher“ (S: 1:55-2:03). Dies wurde größtenteils als belastend empfunden. Lediglich bei zwei Lehrern standen Vorbereitungs- und Durchführungszeit im Verhältnis.

Ferner wurde mehrmals geäußert, dass es von der *Klassenstufe* abhängig sei:

> „Ich würde es [...] unterscheiden in fünf, sechs oder sieben vielleicht noch oder acht maximal, aber neun und zehn ist [...] mit Hinblick auf die Oberstufe [...] anspruchsvoller“ (M: 1:31-1:40).

5.1.3 Wie wird der Unterricht und die Unterrichtsqualität wahrgenommen?

Drei Viertel der Befragten sagte aus, dass sich ein *typischer Ablauf einer Stunde* in Physik nicht von dem in ihrem studierten Fach unterscheidet und sie die gleichen Methoden und Medien verwenden würden. Einer vermutete jedoch, dass er seinen Unterricht, wenn auch unbewusst, lehrerzentrierter gestaltet (D). Dem anderen Viertel fiel auf, dass sich eher auf das Schulbuch fokussiert und vermehrt Texte bearbeitet, Tabellen an der Tafel erstellt sowie Berechnungen durchgeführt werden (M, R, S).

Ferner gaben fast alle Lehrer an, Demo-*Experimente* zu zeigen und Schülerversuche durchzuführen. *Lernaufgaben* und Experimente würden von knapp zwei Drittel der Lehrer ent-

wickelt, die Anderen richten sich nach vorhandenem Material. Über die Qualität der selbsterstellten Lernaufgaben wurden kaum Aussagen getroffen. Einer schätzte sie aufgrund des gleichen Aufbaus als gleichwertig ein (O). Einer anderer empfand sie als qualitativ schlechter (R).

Die *Wahl der physikalischen Inhalte* wird hauptsächlich anhand des Bildungsplans bzw. des internen Curriculums (zwei Drittel) sowie in Rücksprache mit den (Fach-)Kollegen (Hälfte) getroffen.

Jedoch äußerte zwei Drittel der Lehrer, physikalische Inhalte im NW-Unterricht zu vernachlässigen. Dies wurde zum größten Teil damit begründet, dass einem das studierte Fach näher liegt und „auch wenn es wahrscheinlich unbewusst [...] ist, [...] [man] durch das Hintergrundwissen [im studierten Fach] [...] ein bisschen mehr ausschweift“ (M: 3:04-3:11). Ein Lehrer wies allerdings darauf hin, dass im Bremer Bildungsplan Biologie häufiger als Physik vorkommt (A). Dies wurde auch von Müller (2015) bestätigt. Das übrige Drittel gab an, gleich viel oder sogar mehr Zeit für Physik einzuplanen.

Etwa ein Drittel der Lehrer schätzte die *Unterrichtswirksamkeit und -qualität* in Physik schlechter ein als in ihrem studierten Fach. Dies wurde damit begründet, dass „bestimmte Inhalte [...] oder Aspekte hintenüberfallen, aber nicht bewusst, sondern weil man einfach [...] das Fachwissen nicht hat“ (D: 12:10-12:19) sowie mit einem unsichereren Gefühl beim Unterrichten.

Knapp zwei Drittel beurteilten die Unterrichtswirksamkeit und -qualität als gleich. „[...] das hängt davon ab, [...] was die Schüler daraus machen und das hängt von so vielen Faktoren ab, [...] das Fachfremde ist da nur ein ganz kleines Bruchstück davon“ (K: 8:55-9:07). Auch ein weiterer Lehrer legte den Fokus auf die Schülerschaft:

> „Ich glaube, dass der [Physiker] auch nicht mehr Erfolg hätte bei der Vermittlung der Inhalte, weil [...] der wüsste fachlich viel mehr als ich [...], hätte aber größere Probleme in der Gruppe zurecht zu kommen und würde deshalb auch mehr Schwierigkeiten haben, überhaupt angemessen auf die Gruppe zu reagieren“ (H: 9:27-9:44).

Obwohl der Unterricht nicht als schlechter eingeordnet wurde, vermutete ein Lehrer, dass den Schülern im studierten Fach mehr mitgegeben werden kann (M). Ein anderer war der Meinung:

> „Dadurch, dass ich halt versuche [...] Bereiche zu meiden, bei denen ich befürchte, dass ich vielleicht schwimmen könnte, glaube ich, dass sie [die Physik] in

der Intensität [...] oder Qualität nicht groß der Biologie nachsteht“ (F: 19:36-19:57).

5.1.4 Wie wird die Selbstwirksamkeit beim Unterrichten physikalischer Inhalte erlebt?

Ein Viertel der Lehrer äußerte ein positives *Gefühl beim Unterrichten* von Physik. Zwar war es „[a]m Anfang ganz schön aufregend, [...] [aber] dann doch gar nicht so schwer“ (B: 4:05-4:15). Ferner sei es für den eigenen Unterricht motivierend, nun Inhalte zu verstehen, die früher nicht verstanden wurden (B). Ein Lehrer fühlt sich relativ wohl (J). Ein anderer ist froh, dass er Physik unterrichten kann und fühlt sich „[...] recht sicher im Umgang mit den Themen in Physik, da ist eine gewisse Routine eingekehrt“ (H: 11:19-11:25).

Drei Viertel der Lehrer sagte jedoch aus, ein negatives Gefühl beim Physik-Unterricht zu haben. Insbesondere wurde ein Gefühl der Unsicherheit betont, welches sich hauptsächlich auf das fehlende Wissen sowie die Befürchtung, den Schülern etwas Falsches zu erklären und beizubringen, zurückführen lässt.

Des Weiteren sei es anstrengend und „wenn ich mich so konzentrieren muss, um den Fehler zu finden, dann stresst mich das schon [in unruhigen Klassen]“ (C: 1:27-1:35). Wenn physikalische Inhalte geklärt werden müssen, um biologische Phänomene zu erklären, „[...] dann [bin ich] auch selbst genervt, dass ich es nicht weiß und [...] dass ich das jetzt dann machen muss“ (D: 4:27-4:32). Insgesamt sei man verkrampfter (T). Genau wie die Schüler stehe man der Physik mit Ängsten gegenüber (N). „[Es] macht mir weniger Spaß“ (A: 1:19-1:22).

Ferner fühlt sich zwei Drittel der Lehrer beim Experimentieren nicht sicher. Jedoch gibt das vorherige Ausprobieren und Besprechen mit Fachkollegen Sicherheit (C, K).

Hinsichtlich *weiterführender Schülerfragen* äußerte ein Drittel der Lehrer Bedenken, dass sie diese nicht beantworten können. Allerdings gaben zwei Drittel an, dass Probleme mit Schülerfragen seltener auftreten und „[...] es [grundsätzlich] Fragen [gibt], die [...] wir nicht beantworten [können]“ (H: 10:07-10:10). Diese würden dann zu Hause nachgeguckt und in der nächsten Stunde gemeinsam mit den Schülern besprochen werden.

Etwas mehr als die Hälfte der Befragten war der Meinung, sich im Physikunterricht genauso zu verhalten wie in ihrem studierten Fach und glaubte, dass die Schüler keinen Unterschied bemerken. Knapp die Hälfte beobachtete ein anderes *Verhalten* an sich. „[...] diese Unsicherheit [...] strahlt man auch aus und [...] macht sich im Unterrichten bemerk-

bar“ (S: 4:18-4:29). „Ich bin steifer [...], angespannter [...], weil ich selbst keinen Fehler machen möchte und mich da so drauf konzentrieren muss [...]“ (T: 6:07-6:20).

Alle bis auf einen Lehrer, der sich „in der Regel kompetent genug“ fühlt (J: 13:33-13:36), gaben an, in Physik ein geringeres *Kompetenzempfinden* beim Unterrichten zu haben als in ihrem studierten Fach. Dies wurde schlicht darauf zurück geführt, dass es nicht studiert wurde. „Ich sehe keinen Grund, warum ich da genauso kompetent sein sollte“ (A: 5:25-5:30). Bemerkbar mache sich dies insbesondere an dem fehlenden Hintergrundwissen.

Die Frage, ob sie die Physik authentisch repräsentieren können, bejahte nur ein Viertel der Lehrer. Drei Viertel war der Ansicht, dass sie dies nicht können. Allerdings sei es auch „[...] nicht meine Aufgabe, Physik perfekt zu repräsentieren, sondern ein Interesse in Physik zu wecken und ausreichende Antworten zu geben, so dass unsere Kinder neugierig [...] werden“ (L: 25:30-25:43).

5.1.5 Welche Schwierigkeiten wurden von den Lehrkräften genannt?

Mit Hilfe der Interviews ließen sich verschiedene Schwierigkeiten beim Unterrichten physikalischer Themen identifizieren, die bei der Planung der Unterrichtseinheit berücksichtigt werden sollten.[4]

Ein zentrales Problem stellten für die Lehrer die fachlichen Defizite dar. Diese zeigten sich insbesondere im fehlenden Überblick über die Thematiken und dem geringen Grundlagenwissen. Des Weiteren wurde ausgesagt, dass Schwierigkeiten beim Verknüpfen der Inhalte bestehen und schlechter eingeschätzt werden kann, welche Themen für die Oberstufe relevant sind. Darüber hinaus gestaltete sich die Beantwortung weiterführender Schülerfragen zum Teil als schwierig. Auch hinsichtlich mathematischer Aspekte wurde Unsicherheit geäußert.

Wie das Interesse der Schüler geweckt und in welcher Form Experimente in den Unterricht eingebunden werden können, wurden als weitere Punkte angesprochen, die Hindernisse darstellen. Ferner wurde angemerkt, dass Hinweise bezüglich Verständnisschwierigkeiten von Schülern sowie hinsichtlich der Differenzierung benötigt würden. Dies sind Aspekte, die dem fachdidaktischen Wissen zugeordnet werden können.

Weiterhin war auffällig, dass physikalische Inhalte im NW- Unterricht vernachlässigt und die Qualität des Unterrichts zum Teil als schlechter eingeschätzt wurde.

[4] Ergänzt wurde dieser Abschnitt um die in den Interviews genannten Bedürfnisse bzw. Wünsche hinsichtlich der Unterrichtseinheit und der Handreichung: Mathematik, Verständnisschwierigkeiten von Schülern und Differenzierung.

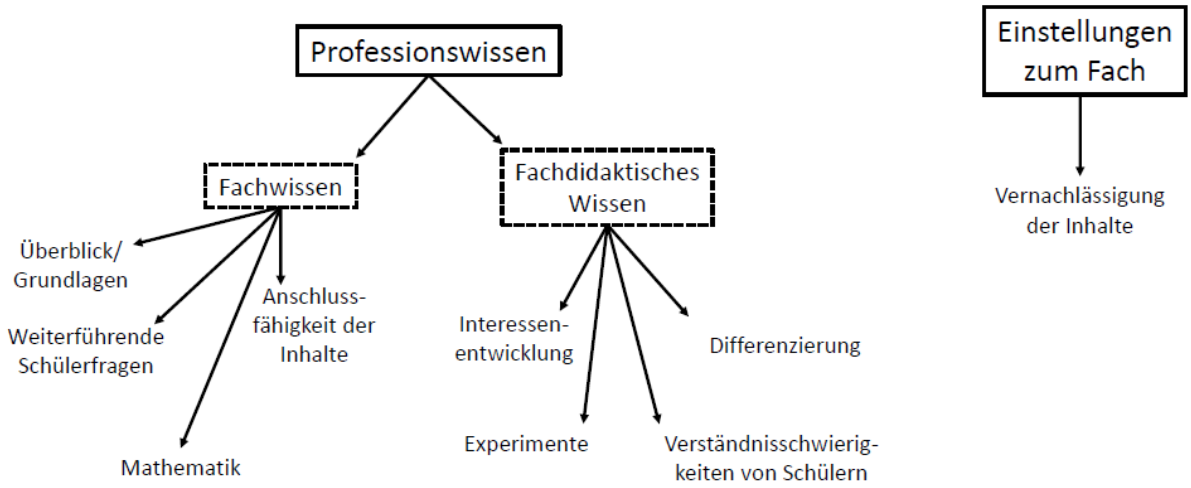


Abbildung 4: Einordnung der genannten Schwierigkeiten ins Kompetenzstrukturmodell.

Ordnet man die genannten Problematiken dem Kompetenzstrukturmodell (vgl. Abb. 1) zu, lässt sich erkennen, dass sich diese, wie in Abbildung 4 dargestellt, hauptsächlich auf das Professionswissen zurückführen lassen. Somit scheint es wichtig, insbesondere das Fachwissen und fachdidaktische Wissen bei der Entwicklung der Einheit und Erstellung der Handreichung zu berücksichtigen.

Eine weiteres Problem beim fachfremden Unterrichten betrifft das Gefühl der Unsicherheit. Zwar ist dieses stets abhängig von der jeweiligen Person, da es sich jedoch meistens auf das geringere Professionswissen zurück führen lässt, besteht die Hoffnung durch die dargebotene Unterstützung Sicherheit zu geben.

5.2 Unterrichtseinheit: Alles in Bewegung

Neben der Identifizierung von Schwierigkeiten hinsichtlich physikalischer Inhalte stellt die Entwicklung einer Unterrichtseinheit, welche diese aufgreift und somit die Lehrer beim Unterrichten unterstützt, einen wichtigen Aspekt der Arbeit dar.

Im Folgenden wird das Thema der Einheit *Alles in Bewegung* fachlich und fachdidaktische analysiert sowie die in der Interviewstudie genannten Bedürfnisse bezüglich dieser dargestellt. Nachdem erläutert wurde, wie die Bedürfnisse und Schwierigkeiten in der Einheit und Handreichung berücksichtigt wurden, wird die Einheit dargelegt und die bisher gemachten Erfahrungen bei ihrer Durchführung geschildert.

5.2.1 Fachliche und fachdidaktische Analyse

Sachanalyse

Das Thema *Alles in Bewegung* beinhaltet die Einführung in die klassische Mechanik, die Bewegungen von Körpern und die damit zusammenhängenden Kräfte beschreibt.

Da die räumliche Ausdehnung des Körpers oftmals irrelevant ist, wird dieser idealisiert und als Massepunkt behandelt, dessen Lage im Raum durch seinen Ortsvektor $\vec{r}$ bestimmt wird (vgl. Demtröder 2013: S. 38).

Die Bewegung des Massepunktes wird durch die Abhängigkeit seines Ortsvektors von der Zeit t beschrieben, der als Funktion $\vec{r}(t)$ eine Kurve, die sogenannte Bahnkurve, darstellt. Ob sich ein Körper bewegt oder in Ruhe befindet, ist dabei abhängig von seinem Bezugssystem. Der Quotient aus der in einem bestimmten Zeitintervall zurückgelegten Wegstrecke $\Delta\vec{r}$ und dem Zeitintervall Δt heißt Geschwindigkeit: $\vec{v} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$ (Einheit $^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{s}}$). Unterschieden wird hierbei zwischen der mittleren und der Momentangeschwindigkeit. Während die mittlere Geschwindigkeit die durchschnittliche Geschwindigkeit bezogen auf zwei verschiedene Punkte der Bahnkurve beschreibt, $\overline{\vec{v}} = \frac{\vec{r}(t_2)-\vec{r}(t_1)}{t_2-t_1}$, wird als Momentangeschwindigkeit die Geschwindigkeit des Massenpunktes in einem Punkt definiert, $\vec{v} = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{\mathrm{d}\vec{r}}{\mathrm{d}t}$. Diese entspricht der zeitlichen Ableitung der Funktion $\vec{r}(t)$ und hat die Richtung der Tangente in diesem Punkt. Der Betrag der Geschwindigkeit wird als Tempo bezeichnet: $v = |\vec{v}|$. Bei graphischer Betrachtung der Bahnkurve entspricht die Steigung der Geraden, die durch zwei Punkte der Kurve geht, bzw. der Tangente in dem jeweiligen Punkt der Geschwindigkeit. Die Änderung der Geschwindigkeit pro Zeitintervall wird Beschleunigung genannt: $\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ (Einheit $^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{s}^2}$) (vgl. ebd., S. 38 ff.).

Eine Bewegung, deren Geschwindigkeit nach Betrag und Richtung konstant bleibt, heißt gleichförmig geradlinig. Ändert sich hingegen die Richtung und/ oder das Tempo, so handelt es sich um eine beschleunigte Bewegung. Während die gleichförmige Bewegung im Weg-Zeit-Diagramm eine Gerade darstellt, besitzt die beschleunigte Bewegung einen kurvenförmigen Verlauf (ebd.).

Ein Körper verbleibt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen geradlinigen Bewegung, wenn keine resultierende Kraft auf ihn wirkt (Erstes Newtonsches Axiom). Folglich muss stets eine Kraft auf ihn einwirken, falls dieser seinen Bewegungszustand ändert oder sich verformt. Nach dem zweiten Newtonschen Axiom ist die Kraft proportional zur Beschleunigung des Körpers: $\vec{F} = m\vec{a}$ (Einheit $\mathrm{N} = \frac{\mathrm{kg\,m}}{\mathrm{s}^2}$), mit m Masse des Körpers. Die Kraftwirkung auf einen Körper ist dabei eine Wechselwirkung zwischen dem Körper und

seiner Umgebung, also einem anderen Körper bzw. einem Kraftfeld. Somit treten Kräfte immer paarweise auf. Wechselwirken zwei Körper nur miteinander, so ist die Kraft $\vec{F_1}$ auf den einen Körper gleich der entgegengesetzten Kraft $\vec{F_2}$ auf den anderen Körper: $\vec{F_1} = -\vec{F_2}$ (Drittes Newtonsches Axiom) (vgl. ebd., S. 45 ff.).

Fachdidaktische Analyse

Die Unterrichtseinheit *Alles in Bewegung* ist im Bildungsplan für die Oberschule in der siebten bzw. achten Jahrgangsstufe verortet. Inhaltlich liegt der Fokus physikalisch auf der Beschreibung von Bewegungen und dem Kraftbegriff sowie biologisch auf der Betrachtung körperlicher Bewegungen und dem Blutfluss (vgl. Bildungsplan für die Oberschule 2010). Somit findet die Einführung in die Mechanik in diesem Thema statt.

Untersuchungen zeigten, dass die Einführung der Mechanik anstatt auf der *üblichen* Art, bei der die Statik, Kinematik und der Beschleunigungsbegriff betont sowie eindimensionale Bewegungen betrachtet werden, anhand eines zweidimensional-dynamischen Konzepts erfolgen sollte (vgl. Waltner u. a. 2010).

Dadurch sollen Fehlvorstellungen vermieden werden, die bei der eindimensionalen Betrachtung hervorgerufen bzw. gefestigt werden können (vgl. Tobias 2010: S. 68 f.). Wie auch im alltagssprachlichen Gebrauch üblich, verstehen Schüler unter dem Begriff der Geschwindigkeit häufig nur das Tempo und vernachlässigen den Richtungsaspekt. Dies geschieht auch bei der Beschleunigung, die oftmals im Sinne von schneller werden verwendet wird. Folglich wird eine Änderung der Bewegungsrichtung nicht als Beschleunigung erkannt (vgl. Wiesner u. a. 2011: S. 38). Dabei stellt für Schüler meist der gesamte Bewegungsablauf eine Bewegung dar und nicht die momentane Bewegung (vgl. Wodzinski 1996: S. 108). Dasselbe gilt für die Richtung, unter der häufig das Ziel des ganzen Bewegungsprozesses verstanden wird (vgl. Wiesner u. a. 2011: S. 38). Da Bewegung im Alltag eher als eine Eigenschaft von Körpern aufgefasst wird, sind Ruhe und Bewegung für Schüler grundlegend verschieden (vgl. Wodzinski 1996: S. 108).

Die zweidimensionale Beschreibung von Bewegungen und Bewegungsänderungen ist aufgrund des fachlichen Gehalts der Größen sowie der Verständnisschwierigkeiten hinsichtlich des Zusammenhangs von Kraft und Geschwindigkeit bzw. Geschwindigkeitsänderung sinnvoll. Denn ohne die vektorielle Betrachtung der Geschwindigkeit entstehen Unstimmigkeiten bei der dynamischen Beschreibung von Phänomenen, wie beispielsweise der Kreisbewegung mit konstantem Tempo, die folglich keine beschleunigte Bewegung wäre (vgl. Tobias 2010: S. 68).

Auch die Berücksichtigung der Dynamik bei der Einführung in die Mechanik ergibt sich aus den Lernschwierigkeiten der Schüler, da angenommen werden kann, dass durch die Betonung der Statik Schülervorstellungen bezüglich des Kräftegleichgewichts entstehen bzw. verstärkt werden (vgl. ebd.). Beispielsweise würde sich ein Körper nur dann bewegen, wenn eine Kraft auf ihn wirkt (vgl. Wodzinski 1996: S. 108). Des Weiteren stellt der statische Kraftbegriff einen Spezialfall des dynamischen Kraftbegriffs dar (vgl. Tobias 2010: S. 68).

Aufgrund der alltagssprachlichen Verwendung können hinsichtlich des Kraftbegriffs Schwierigkeiten auftreten, da dieser nicht eindeutig definiert ist. Häufig wird unter Kraft eine allgemeine Wirkungsfähigkeit verstanden, deren Bedeutung vom jeweiligen Kontext abhängt (vgl. Schecker 1985: S. 270). Dabei wird Kraft oftmals als potentielle Fähigkeit, etwas zu bewirken, oder als Eigenschaft des Körpers, die auf einen anderen Körper übertragen werden kann, angesehen (vgl. Wiesner u. a. 2011: S. 38).

Diese gespeicherte Kraft würde durch die Bewegung verbraucht werden. Ferner würden nur aktive Körper (lebende oder sich bewegende Körper) Kraft ausüben (vgl. Wodzinski 1996: S. 108). Hinsichtlich der Wechselwirkung zweier Körper denken Schüler oftmals, dass Kraft und Gegenkraft am gleichen Körper angreifen. Folglich bewegt sich ein Körper nur, wenn die Kraft größer ist als die Gegenkraft (vgl. Wiesner 1994: S. 115).

Zur Vereinfachung des Kraftbegriffs kann die Wechselwirkung zwischen Körpern zunächst als Einwirkung des einen Körpers auf einen anderen dargestellt werden. Dabei wird die Einwirkung anhand der Geschwindigkeitsänderung des Körpers erkennbar. Da die Beschleunigung jedoch für Schüler eine große Schwierigkeit darstellt, sollte sich dieser mit Hilfe der Zusatzgeschwindigkeit angenähert und erst in der Oberstufe definiert werden. Hierbei soll der Begriff der Zusatzgeschwindigkeit verdeutlichen, dass der Bewegung aufgrund der Einwirkung etwas hinzugefügt wird, wodurch sich die Geschwindigkeit ändert (vgl. Tobias 2010: S. 69). Um den Begriff der beschleunigten Bewegung zu vermeiden können die Bewegungen unterschieden werden als gleichförmig und nicht gleichförmig.

5.2.2 Was sind die Bedürfnisse der Schule?

Zur Beantwortung der Fragen, welche Anforderungen hinsichtlich der Einheit bestehen und welche Erfahrungen mit dem Thema bisher gemacht wurden, wurden 12 Lehrer interviewt.[5] Zu den Bedürfnissen bzw. Wünschen bezüglich der Handreichung äußerten sich

[5] Da einige Lehrer diese Einheit zum Zeitpunkt der Interviewstudie noch nicht unterrichtet hatten, konnten sie zu den Fragen kaum Aussagen treffen. Somit wurde dieser Teil des Interviews übersprungen.

17 Lehrer.[6]

Es ergab sich ein gemischtes Bild hinsichtlich der einzuplanenden Stundenanzahl, meist zwischen zehn und 20 Unterrichtsstunden, und der zu legenden thematischen Schwerpunkte, bei denen jedoch oftmals mathematische Aspekte erwähnt wurden. Als zu verwendende Kontexte wurden häufig das Auto und RoadSense[7] genannt und als interessantes Experiment auf den Versuch auf dem Sportplatz verwiesen, bei dem die Schüler ihr Tempo auf unterschiedlich langen Strecken bestimmen sollen.

Bei vorheriger Durchführung der Unterrichtseinheit funktionierte das Experimentieren und Protokollieren der Messwerte gut, Schwierigkeiten lagen bei den Schülern im mathematischen Bereich, insbesondere beim Umrechnen von Einheiten sowie dem Umstellen von Formeln.

Als Grundlage für die Unterrichtseinheit diente das schulinterne Curriculum (s. Anhang. S. 87). In diesem ist die Thematik im ersten Halbjahr des achten Jahrgangs verortet. Ein wesentlicher Aspekt der Einheit soll das Verständnis von Weg-Zeit-Diagrammen umfassen, da diese relevant für die Einführungsphase (E-Phase) und wichtige Grundlage für *alles* seien. Thematisch sollen Bewegungen und Geschwindigkeit, Beschleunigung sowie Kraft behandelt werden. Auch im internen Curriculum wird auf RoadSense hingewiesen.

Des Weiteren äußerte die Schule den Wunsch, beim Experimentieren die Mekruphy-Kästen[8] zu verwenden.

Hinsichtlich der Handreichung wurde von drei Viertel der Befragten angegeben, dass Hintergrundwissen benötigt würde, wie beispielsweise Sachinformationen und mathematische Hinweise, Festlegung von Kernpunkten, alltagsnahe Kontexte sowie didaktische Kommentare zu Verständnisschwierigkeiten von Schülern und Differenzierung. Ferner wurde angeregt, Ideen für Experimente, einfache Versuchsanleitungen sowie Anmerkungen zu möglichen Schwierigkeiten und zu berücksichtigende Sicherheitsmaßnahmen in die Handreichung aufzunehmen.

Darüber hinaus wünschte sich ein Drittel der Lehrer einen Ablaufplan der Stunden sowie motivierende Einstiege, sinnvolle Übergänge bzw. Verknüpfungen der Stunden und Angaben zu den Kompetenzzielen.

[6] An dieser Stelle wurden die zwei Lehrer mit physikalischem Studium erneut ausgeschlossen.

[7] RoadSense ist ein Verkehrstrainingsprogramm für 13- bis 15-Jährige der Mercedes-Benz DrivingAcademy, an dem der jeweilige achte Jahrgang der Schule teilnimmt.

[8] Dabei handelt es sich um Kästen mit Materialien für Experimente zu einem bestimmten Themengebiet mit dazugehörigen Versuchsanleitungen und Arbeitsaufträgen von Mekruphy.

5.2.3 Welche Vorüberlegungen wurden bei der Entwicklung der Unterrichtseinheit und der Handreichung gemacht?

Bei der Planung der Unterrichtseinheit und der Handreichung wurde zunächst überlegt, wie die unter 5.1.5 genannten Schwierigkeiten und die unter 5.2.2 erwähnten Bedürfnisse berücksichtigt werden können.

Um auf die fachlichen Defizite einzugehen, wurde die Handreichung erstellt. In dieser wird zu Beginn ein Überblick über die fachlichen Inhalte und den groben Ablauf der Einheit gegeben, damit eine Übersicht über die Thematik und die Abfolge bzw. den Zusammenhang der einzelnen Begriffe erhalten werden kann. Ergänzt wird dies um einen Hinweis für die Relevanz des Themas in der Oberstufe.

Daran anschließend werden die einzelnen Stunden dargestellt. Zu jeder (Doppel-)Stunde wird ein kurzer Informationstext zum physikalischen Sachverhalt, möglichen Schwierigkeiten der Schüler und auftretenden Fragen sowie Hinweise zu der Stunde verfasst. Ferner wird ein detaillierter Stundenverlauf mit den zu erreichenden Kompetenzzielen und Materialien zur Verfügung gestellt. Zu den Arbeitsblättern wurden Musterlösungen mit ausführlichen Lösungswegen erstellt. Auch dies soll dazu dienen, fachliche und fachdidaktische Schwierigkeiten aufzugreifen und die Unterrichtsvorbereitung zu erleichtern, da die Einheit und der Ablauf bereits geplant und zusätzliche Informationen zur Verfügung gestellt werden.

Um die Interessenentwicklung der Schüler zu fördern, wurden möglichst motivierende Einstiege und spannende Kontexte gewählt, da diese das Interesse wesentlich beeinflussen (vgl. Wiesner u. a. 2011: S. 103 f.). Dabei wurde auch der Kontext des Autofahrens berücksichtigt, da dies im Rahmen von RoadSense im schulinternen Curriculum vermerkt ist.

Des Weiteren wurde versucht, viele Experimente in den Ablauf einzubauen, um die Inhalte für die Schüler erfahrbar zu machen und damit sie selbst aktiv werden, also praktisch arbeiten können. Die Arbeitsaufträge wurden zwar eng, aber so formuliert, dass die Schüler diese möglichst selbstständig bearbeiten und lösen können. Zwar kann sich dies demotivierend auf die Schüler auswirken (ebd.), aufgrund der geringen Erfahrung der Schüler mit naturwissenschaftlichen Experimenten und einem großen Anteil an eher leistungsschwachen Schülern in den Klassen, wurde sich dennoch dafür entschieden. Ein weiterer Vorteil der eng formulierten Arbeitsaufträge stellt die Entlastung der Lehrer dar, da durch die strikte Anleitung weniger Fehlerquellen auftreten können und an entsprechenden Stellen

auf diese in der Handreichung hingewiesen wird.

Ferner bestand der Wunsch der Schule, Experimente mit Mekruphy-Kästen einzubauen. Da diese jedoch inhaltlich eher der Oberstufe zugeordnet werden können und kein Mehrwert in der Durchführung sehr ähnlicher Experimente gesehen wurde, werden diese nur einmal verwendet.

Die unterschiedlichen Leistungsniveaus der Schüler werden bei den Aufgabenstellungen durch zusätzliche *Aufgaben für Experten* berücksichtigt. Außerdem wird hinsichtlich thematischer Aspekte differenziert, in dem einige nur für den E-Kurs und in Hinblick auf die gymnasiale Oberstufe relevant sind. Jedoch soll auch der G-Kurs die gleichen Inhalte und Experimente bearbeiten, allerdings liegt der Fokus hier auf der phänomenologischen Ebene.

Zwar ist es nicht die Aufgabe des NW- bzw. Physikunterrichts die mathematischen Defizite der Schüler zu beheben, da sich jedoch bisher in den Physikkursen der Oberstufe massive Schwierigkeiten seitens der Schüler beobachten ließen, Rechenaufgaben nachvollziehbar aufzuschreiben und zu lösen, wurde dieser Aspekt in der Einheit berücksichtigt, in dem der *formal richtige* Lösungsweg einer Aufgabe im Plenum besprochen werden soll und zahlreiche Übungsaufgaben zur Verfügung gestellt werden. Wie ausführlich dieser Aspekt im Unterricht behandelt wird, liegt allerdings im Ermessensspielraum des Lehrers.

Ferner zielen, wie im internen Curriculum vorgeschrieben, viele Aufgaben auf die Erstellung und Interpretation von Weg-Zeit-Diagrammen ab. Es sollte jedoch beachtet werden, dass mathematische Aufgaben nicht unbedingt das physikalische Verständnis fördern und Schwierigkeiten in der Mathematik von der Physik ablenken können (vgl. Theis 2002). Darüber hinaus könnte sich eine mögliche Aversion gegenüber der Mathematik auch negativ auf den NW-Unterricht auswirken.

Der generellen Vernachlässigung der physikalischen Inhalte wird in dem Sinne entgegen gewirkt, als dass durch die Planung der Unterrichtseinheit die relevanten Aspekte berücksichtigt wurden. Somit kann auch ein gewisses Maß an Qualität gewährleistet werden.

Bei der Planung und dem inhaltlichen Aufbau der Unterrichtseinheit wurde sich aufgrund der in 5.2.1 betrachteten Argumente an dem zweidimensional-dynamischen Mechanikkonzept von Hopf u. a. orientiert (vgl. auch Waltner u. a. 2010).[9]

[9] Das dazugehörige Schulbuch *Einführung in die Mechanik* ist verfügbar unter `http://www.thomas-wilhelm.net/Mechanikbuch_Druckversion.pdf` (letzter Zugriff 25.6.2016).

Jedoch wurde auf die Verwendung von Geschwindigkeits- und Kraftpfeilen sowie die explizite Darstellung von zwei Dimensionen verzichtet, da diese einerseits aus dem internen Curriculum gestrichen wurden und andererseits Vektoren den Schülern in der achten Klasse unbekannt sind. In Hinblick auf die Verwendung von Kraftpfeilen in der Oberstufe wäre die Einführung an dieser Stelle eventuell angebracht. Ferner wurde auf die Newtonsche Bewegungsgleichung verzichtet, da diese im Bildungsplan nicht vorgesehen ist (vgl. Bildungsplan für die Oberschule 2010).

Ziel der Einheit ist eine begriffliche Grundlage, auf die in der E-Phase zurückgegriffen werden kann, in welcher die Mechanik ausführlich behandelt wird. Die biologischen Aspekte der Einheit wurden im schulinternen Curriculum einem anderen Thema zugeordnet und daher nicht beachtet.

Die Handreichung mit der Unterrichtseinheit befindet sich im Anhang ab S. 87.

5.2.4 Ablaufplanung der Unterrichtseinheit

Im Folgenden werden der Verlauf der Einheit *Alles in Bewegung* sowie die zu erreichenden Kompetenzziele[10] tabellarisch dargestellt und die einzelnen Stunden ausführlich erläutert.

Stunde	**Zentrale Inhalte**	**Kompetenzziele** Die Schüler können...
1+2	Was sind Bewegungen? Wie kann man Bewegungen beschreiben?	... Bewegungen mithilfe der Größen Ort, Zeit, Tempo und Richtung beschreiben. (F)
3	Definition: Zeit, Strecke/ Weg, Tempo, Richtung, Geschwindigkeit	... den Begriff Strecke/ Weg erklären. (F) ... den Begriff Tempo erklären. (F) ... das Tempo eines Körpers berechnen. (F) ... Tempos in verschiedene Einheiten umrechnen und vergleichen. (F) ... den Begriff Richtung erklären. (F) ... die Größe Geschwindigkeit beschreiben. (F)

[10] F: Fachwissen, E: Erkenntnisgewinnung, K: Kommunikation.

Stunde	**Zentrale Inhalte**	**Kompetenzziele** Die Schüler können...
		... zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung der Geschwindigkeit unterscheiden. (K)
4+5	Wer ist der schnellste Mensch der Welt? (Weg-Zeit-Diagramm)	... Bewegungen in Weg-Zeit-Diagrammen beschreiben und vergleichen. (F) ... Messdaten in Diagrammen darstellen und interpretieren. (K) ... die physikalische Bedeutung eines Punktes im Weg-Zeit-Diagramm erklären. (F)
6+7	Wer ist der schnellste Läufer der Klasse?	... das Experiment planen, durchführen und auswerten. (E)
8+9	Übung: Interpretation von Weg-Zeit-Diagrammen, Berechnung von Strecke, Zeit und Tempo	... Weg-Zeit-Diagramme erklären und Bewegungen zuordnen. (K) ... mittels zweier gegebener Größen die gesuchte dritte Größe berechnen. (F)
10	Bezugssystem (Unterscheidung Ruhe und Bewegung) (E-Kurs) Gleichförmige und nicht gleichförmige Bewegung	... die Bedeutung des Bezugssystems hinsichtlich des Bewegungszustands eines Körpers erklären. (F) ... gleichförmige und nicht gleichförmige Bewegung beschreiben und vergleichen. (F)
11+12	Nicht gleichförmige Bewegung, Zusatzgeschwindigkeit (E-Kurs)	... einfache Experimente nach Anleitung durchführen und auswerten (E). ... den Begriff Zusatzgeschwindigkeit erklären. (F) ... die Zusatzgeschwindigkeit berechnen. (F)

Stunde	**Zentrale Inhalte**	**Kompetenzziele** Die Schüler können...
13	Was verursacht die Zusatzgeschwindigkeit? Einführung Kraft	... Kraft als Ursache für Geschwindigkeitsänderung und Verformung beschreiben. (F)
14+15	Kraftarten und Wechselwirkungspartner, Kräfte messen, Kraft = Gegenkraft	... Kraft als Wechselwirkung zwischen zwei Körpern beschreiben. (F) ... Kräfte messen, Messwerte protokollieren und graphisch darstellen. (E) ... den Zusammenhang zwischen Masse und Gewichtskraft beschreiben. (F)
16+17	Wiederholung (Checkliste)	
18	Klassenarbeit	

Tabelle 1: Stundenübersicht.

1.+2. Stunde: Bewegungen beschreiben

Zur Einführung in die Thematik sollen die Schüler besprechen, was für sie eine Bewegung ist. So wird zum Einen an die Erfahrungen der Schüler angeknüpft, zum Anderen wird geprüft, welche Vorstellungen hinsichtlich des Begriffs bestehen. Anschließend soll darauf eingegangen werden, was in der Physik unter einer Bewegung verstanden wird.

Welche Größen wichtig sind, um Bewegungen beschreiben zu können, sollen die Schüler anhand von drei Stationen herausfinden, welche sie in Gruppen bearbeiten sollen. Die Ideen für die einzelnen Stationen stammen aus dem Buch zum Mechanikkonzept von Hopf u. a. sowie dem Schulbuch *Fokus Physik*. Sie sind bewusst abwechslungsreich gestaltet und sollen in erster Linie spielerisch dazu anregen, über die Größen und Bewegungen nachzudenken (Station 1 und 3). Während bei Station 1 *blindes Fangen* gespielt und bei Station 3 die Bewegungen von Spielzeug beschrieben werden soll, wird bei Station 2 der eigene Schulweg betrachtet. Diese Station knüpft somit an die Alltagserfahrungen der Schüler an und zeigt die alltägliche Relevanz der Thematik auf.

Der Vorteil dieser Methode besteht in der eigenständigen Bearbeitung der Stationen und

der Entlastung des Lehrers, da dieser nur eine unterstützende Funktion hat. Ferner werden verschiedene Lernkanäle angesprochen und es kann nach Arbeitstempo und Leistung differenziert werden, da die Aufgaben unterschiedlich tief bearbeitet werden können (vgl. Mattes 2011: S. 168 f.). Alternativ könnte eine Gruppe jeweils eine Station bearbeiten und diese präsentieren. Da jedoch das Wecken des Interesses im Vordergrund steht und jeder Schüler alle Größen kennen lernen soll, wurde sich hier dagegen entschieden.

Abschließend sollen die Ergebnisse der Stationen im Plenum besprochen und ein Merksatz notiert werden. Alternativ können die Schüler den Satz auch (als Hausaufgabe) eigenständig formulieren und damit die Ergebnisse der Stationen selbst verknüpfen. Dies scheint jedoch recht schwer und müsste nach E- und G-Kurs differenziert werden.

3. Stunde: Bewegungen beschreiben

Um die begriffliche Grundlage der Einheit aufzubauen, sollen in dieser Stunde die in den Stationen bestimmten Größen Zeit, Strecke/Weg, Tempo, Richtung und Geschwindigkeit definiert werden. Sinnvoll erscheint hierbei die Erstellung einer Tabelle, in der die Größen mit ihren Formelzeichen und Einheiten angegeben werden, da diese leicht verwechselt werden können. Des Weiteren soll auf das Umrechnen von Größen eingegangen werden. Bei der Formel zur Berechnung des Tempos bzw. der Geschwindigkeit wird auf die „Δ-Schreibweise“ verzichtet, da sie den Schülern bisher nicht aus der Mathematik bekannt ist. Jedoch wäre diese graphisch sehr anschaulich.

Ferner soll eine Übersicht verschiedener Tempos gezeigt werden, damit die Schüler diese vergleichen und eine Vorstellung bekommen können, wie viele Meter ein Auto, das beispielsweise $50\,{}^{\mathrm{km}}/_{\mathrm{h}}$ fährt, pro Sekunde zurücklegt. Der Begriff der Richtung wird über Fahrrichtungen von Autos eingeführt, da dies ein für die Schüler alltagsnahes Beispiel und somit leicht zu verstehen ist. Hinsichtlich der Geschwindigkeit muss auf die Verwendung des Begriffs in der Alltagssprache eingegangen und der Aspekt der Richtung betont werden, da als Geschwindigkeit oftmals nur der Betrag, also das Tempo, verstanden wird (vgl. Wiesner u. a. 2011: S. 38).

4.+5. Stunde: Schnellster Mensch der Welt

Da Usain Bolt den meisten Schülern bekannt ist und sportliche Rekorde oftmals faszinierend sind, wird als Motivation zur Einführung von Weg-Zeit-Diagrammen ein Video seines Weltrekords im 100 m-Lauf gezeigt. Anhand dessen sollen die Schüler diskutieren, auf welchem Abschnitt Bolt am schnellsten bzw. langsamsten ist. Da dies nicht eindeutig ersichtlich ist, kommt die Frage auf, wie das bestimmt werden kann, und zeigt somit die

Notwendigkeit einer wissenschaftlichen Betrachtungsweise auf. Dabei soll die Frage graphisch und rechnerisch gelöst werden, um verschiedene Darstellungsebenen anzusprechen. Orientiert wurde sich in dieser Stunde an Steigenberger (2014).

Um auf die unterschiedliche Anzahl an NW-Stunden pro Woche einzugehen, wird vorgeschlagen, im Anschluss eine Übungsstunde durchzuführen oder alternativ die folgende Doppelstunde auf eine zu reduzieren und die Auswertung des Experiments als Hausaufgabe aufzugeben, da diese analog zu den Aufgaben in dieser Doppelstunde ist.

6.+7. Stunde: Schnellster Läufer der Klasse

Da Experimente ein wesentliches Merkmal der Physik sind (vgl. Wiesner u. a. 2011: S. 106), soll der Vorschlag der Lehrer aufgegriffen und anknüpfend an die vorangegangene Doppelstunde untersucht werden, wer der schnellste Läufer der Klasse ist. Dabei soll mit Hilfe des Wettkampfgedankens das Interesse der Schüler geweckt werden.

Die Schüler sollen in der Stunde einerseits selbst aktiv werden, in dem sie überlegen, wie sie den schnellsten Läufer ermitteln können, und den Versuch anschließend durchführen, und andererseits die Inhalte der letzten Stunde festigen. Ferner sollen sie ein Protokoll anfertigen, um zu üben, wie Experimente verschriftlicht werden. Zwar ist dieses stark vorstrukturiert, jedoch erhalten die Schüler somit eine Vorlage, an der sie sich für zukünftige Protokolle orientieren können.

8.+9. Stunde: Übung

Um die erarbeiteten Inhalte zu festigen und zu vertiefen sollen die Schüler Übungsaufgaben bearbeiten. Ferner sollten im Plenum die Formeln zur Berechnung der Zeit und der Strecke hergeleitet, da Formelumstellung meist erst am Ende der achten Klasse thematisiert wird und somit für die Schüler ein großes Hindernis darstellt, und das Aufschreiben der Lösungswege besprochen werden.

Wie unter 5.2.3 erwähnt, zielen diese Aufgaben überwiegend auf die Berechnung von Werten und das Erstellen bzw. Interpretieren von Diagrammen ab. Der Kompetenzbereich Bewertung wurde aufgrund dessen vernachlässigt.

10. Stunde: Bezugssystem, Arten von Bewegungen

Da von Schülern Ruhe und Bewegung als etwas fundamental Unterschiedliches angesehen werden (vgl. Wodzinski 1996: S. 108), wird ein kleines Demo-Experiment vorgeführt, in dem eine Figur auf einem Wagen sitzt, welcher sich auf einer Schiene bewegt. Die Schüler

sollen nun überlegen, ob sich die Figur bewegt oder in Ruhe ist und feststellen, dass es abhängig von dem Standpunkt des Beobachters, also dem Bezugssystem, ist. Jedoch soll nicht weiter auf das Bezugssystem eingegangen werden, da es für Schüler der achten Jahrgangsstufe mit geringen Kenntnissen über Koordinatensysteme schwer zu verstehen ist. Ferner ist dieser Aspekt nur für den E-Kurs relevant.

Zur Einführung der nicht gleichförmigen Bewegung sollen die Schüler darüber nachdenken, wann die Figur auf dem Wagen still sitzt und wann sie vom Wagen fällt, also wie sich die Bewegungen des Wagens in jedem Fall beschreiben lassen. Auch dies sollte mittels Demo-Experiment veranschaulicht werden. Dabei sollen die Schüler feststellen, dass sich die Figur bei konstanter Geschwindigkeit, also gleichförmiger Bewegung, nicht bewegt und bei Änderung der Geschwindigkeit, also nicht gleichförmiger Bewegung, bewegt. Da sich der Wagen bei der Demonstration auf einer geraden Schiene bewegt, muss auf den Aspekt der Richtungsänderung eingegangen werden. Um dabei an die Alltagserfahrung der Schüler anzuknüpfen, sollte auf das Anfahren bzw. Abbremsen und um die Kurve fahren eines Autos verwiesen werden. Ferner kann der Sinn des Anschnallens im Auto phänomenologisch mit den Schülern diskutiert werden, da sich dies im Rahmen von RoadSense anbietet.

Problematisch könnte an dieser Stelle sein, dass in den vorangegangenen Stunden davon ausgegangen wurde, dass es sich um (abschnittsweise) gleichförmige Bewegungen handelte, Läufe allerdings nicht gleichförmig sind.

Als Alternative könnten die Demo-Experimente auch als Schülerversuche mit Hilfe der Mekruphy-Kästen durchgeführt werden. Der Vorteil hierbei wäre, dass die Schüler selbst aktiv werden und sich schon mit den Kästen vertraut machen können. Somit wären sie beim folgenden Versuch sicherer im Umgang mit den Kästen. Da jedoch die Experimente nur zur Veranschaulichung dienen sollen, der mit den Schülerexperimenten entstehende Zeitaufwand als unverhältnismäßig groß erscheint und inhaltlich kein Mehrwert gesehen wurde, wurde sich dagegen entschieden. Ferner zeigen Studien die geringe Wirksamkeit von häufigen Schülerexperimenten (vgl. Wiesner u. a. 2011: S. 112).

<u>11.+12. Stunde:</u> Nicht gleichförmige Bewegung, Zusatzgeschwindigkeit

Zur Veranschaulichung und Untersuchung der nicht gleichförmigen Bewegung sollen die Schüler ein Experiment mit Hilfe der Mekruphy-Kästen durchführen, in welchem einerseits festgestellt werden soll, dass der Graph dieser Bewegung eine Kurve ist und andererseits die Endgeschwindigkeit höher ist als die Anfangsgeschwindigkeit. Dabei werden

Lichtschranken verwendet, welche beispielsweise bei Fahrstuhltüren Anwendung finden, und eine Fehlerquelle darstellen können. Dadurch, dass die Schüler leicht voneinander abweichende Werte erhalten, können das Experimentieren im Allgemeinen und mögliche Fehlerquellen thematisiert werden.

Auch wenn die Versuchsdurchführung und -auswertung aufgrund des stark vorstrukturierten Aufgabenblattes vorgegeben sind, ist es wichtig, dass die Schüler den Versuch möglichst selbstständig durchführen, um ihre experimentellen Fähigkeiten zu erweitern. Zwar könnte die Anleitung offener gestellt sein, um zu vermeiden, dass die Schüler den Versuch durchführen, ohne über physikalische Aspekte nachdenken zu müssen, aber aufgrund der geringen Erfahrung der Schüler hinsichtlich des Experimentierens, wurde sich dagegen entschieden. Hinzu kommt, dass sinnentnehmendes Lesen und das genaue Ausführen von Arbeitsschritten auch in der Berufswelt wichtig sind. Ferner können, wie bereits erwähnt, durch die genaue Anleitung weniger Schwierigkeiten entstehen, so dass der Lehrer entlastet wird.

Als Differenz von Anfangs- und Endgeschwindigkeit wird die Zusatzgeschwindigkeit eingeführt, da der Gedankengang, dass etwas hinzukommen muss, sehr leicht nachzuvollziehen ist. Anhand des Beispiels eines abbremsenden Autos kann erkannt werden, dass die Zusatzgeschwindigkeit auch negativ sein kann. Auch hier sollte der Richtungsaspekt erneut betont werden, da dieser durch das Experiment nicht veranschaulicht werden kann.

Die Beschleunigung wird genannt als Größe, die angibt, wie schnell die Zusatzgeschwindigkeit hinzukommt, jedoch nicht weiter thematisiert, da dies nach Bildungsplan nicht gefordert wird (vgl. Bildungsplan für die Oberschule 2010) und quadratische Funktionen erst in der neunten Jahrgangsstufe behandelt werden. Da der Begriff der Beschleunigung im Alltag im Sinne von *schneller werden* verwendet wird und Bewegungen, bei denen das Tempo kleiner wird und/oder sich die Richtung ändert, nicht als Beschleunigung aufgefasst werden (vgl. Wiesner u. a. 2011: S. 38), sollte darauf hingewiesen werden, dass der Begriff in der Physik anders verstanden wird.

Zwar wird in dieser Stunde inhaltlich wieder differenziert, dennoch ist es wichtig, dass auch der G-Kurs die experimentellen Fähigkeiten erwirbt und den Sachverhalt zumindest phänomenologisch beschreiben kann.

Optional kann bei Bedarf eine Stunde zur Wiederholung der Inhalte eingefügt werden.

13. Stunde: Kraft

Die Einführung des Kraftbegriffs soll über die Frage motiviert werden, was die Zusatzgeschwindigkeit verursacht. Dazu sollen die Schüler in Gruppen jeweils ein Experiment durchführen und dieses anschließend präsentieren, um das sach- und adressatengerechte Vorstellen eines Versuchs zu üben. Alternativ könnten die Experimente erneut als Stationen angeboten und anschließend besprochen werden. Da die Versuche jedoch recht einfach und sehr ähnlich sind, wird darin nur ein geringer Mehrwert gesehen, so dass sich für die erste Möglichkeit entschieden wurde. Die Ideen für die einzelnen Experimente stammen aus dem Buch zum Mechanikkonzept sowie von Jaspers (2008).

Bei den Experimenten sollen die Schüler beobachten, dass jeweils *Etwas* benötigt wird, um eine Geschwindigkeitsänderung zu erhalten. Diese Einwirkung auf einen Körper wird als Kraft benannt. Auf den Aspekt der Verformung wird über das Beispiel eines Crash-Tests eingegangen. Dabei soll schon betont werden, dass zwei Körper an der Wechselwirkung beteiligt sind. Ferner sollte an dieser Stelle darauf eingegangen werden, dass der Kraftbegriff in der Alltagssprache anders verwendet wird als in der Physik.

14.+15. Stunde: Kraft

Um an die Erfahrungen der Schüler anzuknüpfen und Alltagsphänomene aufzugreifen, sollen Kraftarten und Beispiele von Wechselwirkungspartnern besprochen werden. Zur Veranschaulichung der elektrischen Kraft soll ein kurzer Schülerversuch durchgeführt werden. Um darauf einzugehen, dass Entdeckungen auch durch Zufall gemacht wurden bzw. werden, kann die Geschichte von Newton und dem Apfel erzählt werden. Ferner soll erneut auf den Unterschied zwischen Fach- und Alltagssprache eingegangen werden, in dem überlegt werden soll, ob beispielsweise die Willenskraft eine Kraftart im physikalischen Sinn ist.

Anknüpfend an die Geschichte von Newton und der Tatsache, dass Gegenstände runterfallen, sollen die Schüler die Gewichtskraft verschiedener Gegenstände messen und feststellen, dass diese abhängig von der Masse ist. Zur Motivation sollen persönliche Gegenstände verwendet werden.

Der Vollständigkeit halber soll phänomenologisch das dritte Newtonsche Axiom betrachtet werden. Dies soll in einem Demo-Experiment veranschaulicht werden, in dem zwei Schüler auf Stühlen mit Rollen an einem Seil ziehen. Spielerisch kann so erfahren werden, dass auf beide Schüler eine gleichgroße aber entgegengesetzte Kraft wirkt und gleichzeitig Fehlvorstellungen entgegengewirkt werden.

16.+17. Stunde: Wiederholung

18. Stunde: Klassenarbeit

5.2.5 Wie wirkt die Unterrichtseinheit?

Eigene Erprobung der Einheit

Die Einheit wurde als Erstes von mir in einer siebten Klasse mit NW-Sport-Profil durchgeführt. Somit standen vier Unterrichtsstunden pro Woche zur Verfügung. Gleich zu Beginn wies der Klassenlehrer, der die Klasse auch in NW unterrichtet, auf den großen Leistungsunterschied zwischen den Schülern der E- und G-Kurse hin.[11]

Auf die Einstiegsfrage, was die Schüler unter Bewegungen verstehen, nannten viele Bewegungen von Körperteilen, wie beispielsweise dem Heben eines Armes oder das Drehen des Handgelenkes. Aber auch Gehen oder Rennen wurden geäußert. Trotz häufiger Wiederholungen im Verlauf der Einheit, was in der Physik unter einer Bewegung verstanden wird, schien es für wenige Schüler schwierig, sich von der Vorstellung der Armbewegung zu lösen.

Hinsichtlich der Station 1 (Blindes Fangen) konnte beobachtet werden, dass sie von den Schülern mit viel Spaß bearbeitet wurde. Die Station 2 (Stadtplan) haben die Schüler zufrieden stellend bearbeitet. Jedoch fiel auf, dass das Finden und Skizzieren des Schulwegs länger dauerte als erwartet. Hier könnte auf das Skizzieren bei sehr langen Schulwegen verzichtet und die Länge des Schulwegs direkt auf der Karte bestimmt werden. Mit der Station 3 (Aufziehfiguren und Umkehrauto) haben sich die Schüler zum Teil nicht ernsthaft auseinander gesetzt. Bei erneuter Durchführung müsste in Abhängigkeit der Lerngruppe entschieden werden, ob die Station ausgetauscht werden sollte. Insgesamt wurden die Arbeitsaufträge eigenständig bearbeitet und lediglich bei der zweiten Station wurde nachgefragt, wenn die eigene Straße nicht mehr auf dem Plan abgebildet war. Dies lässt darauf schließen, dass die Arbeitsaufträge angemessen und verständlich formuliert wurden. Schwieriger gestaltete sich jedoch das Finden der Fachwörter, beispielsweise Richtung anstatt links oder rechts. Dennoch wurden die gesuchten Größen von den Schülern herausgefunden. Einige Schüler nannten die Geschwindigkeit, allerdings wurde an dieser Stelle ersichtlich, dass der Begriff alltagssprachlich im Sinne des Tempos verwendet wurde.

[11] Zwar wurde zu dem Zeitpunkt in NW noch nicht in G- und E-Kurs unterteilt, jedoch belegten die meisten Schüler in den schon leistungsdifferenzierten Fächern die gleichen Kurse.

In der dritten Stunde stellte das Umrechnen von Einheiten keine Probleme dar, da der Klassenlehrer zuvor Einheiten behandelt hatte. Wie im Verlauf der Einheit zu beobachten war, gestaltete sich allerdings im G-Kurs das Zuordnen von Formelzeichen und Einheiten als schwierig, da diese zum Teil verwechselt wurden. Dies wirkte sich auch auf das Anwenden der Formel zur Berechnung des Tempos aus, da die entsprechenden Werte nicht identifiziert werden konnten. Der Aspekt der Richtung wurde anhand der Folie und der Frage, welche Autos in dieselbe Richtung fahren, intuitiv schnell verstanden. Dass die Geschwindigkeit jedoch Tempo und Richtung beinhaltet wurde insbesondere vom G-Kurs im weiteren Verlauf häufiger vergessen. Diese Probleme können auch darauf zurückgeführt werden, dass sich die Schüler nicht die Mühe gemacht haben, die *Vokabeln* auswendig zu lernen.

Das Video von Bolt, welches den Einstieg der vierten und fünften Stunde darstellte, führte bei den Schülern zu einer regen Diskussion, woran man erkennen könnte, auf welchem Abschnitt Bolt am schnellsten war. An dieser Stelle verwendeten die Schüler öfters den Begriff der Beschleunigung im Sinne von *schneller werden*. Schwierigkeiten entstanden bei der Berechnung der Tempos der einzelnen Abschnitte, da für die Schüler zunächst unklar war, welche Werte für die Strecke und Zeit zu nehmen sind.

Das anschließende Experiment, bei welchem die Schüler ihr eigenes Tempo bestimmen sollten, löste große Begeisterung aus, auch bei den Mädchen, welche in dieser Klasse weniger Interesse am NW-Unterricht zeigen. Diese kamen auf die Idee, unterschiedlich schnell zu laufen und die Werte zu vergleichen, wohingegen die Jungen hauptsächlich feststellen wollten, wer am schnellsten laufen kann. Hinsichtlich der Auswertung war zu beobachten, dass die Schüler ihre drei Läufe im Diagramm verbinden wollten, wie auf dem Arbeitsblatt bei Bolt. Zwar wurde in der vorherigen Stunde auf das *Verbinden* von Messwerten eingegangen, dennoch wurde an dieser Stelle der Punkt ein weiteres Mal aufgegriffen, dass die Läufe drei verschiedenen Messungen entsprechen und sich in der Hinsicht von Bolts Lauf unterscheiden. Bei der Korrektur der Protokolle wurde ersichtlich, dass die starke Vorstrukturierung des Protokolls wichtig war. Dennoch wurde oftmals die Auswertung weggelassen und lediglich geschrieben, wer am schnellsten gelaufen ist. Bei erneuter Durchführung müsste das Protokoll vorher ausführlicher besprochen werden.

Die Probleme mit der Zuordnung von Formelzeichen und Einheit wurden zu Beginn der Übungsstunden in Form eines Puzzles berücksichtigt. Da den Schülern das Umstellen von Formeln aufgrund der Behandlung des Themas im Mathematikunterricht zu einem späteren Zeitpunkt nicht bekannt war, wurden die Formeln zur Berechnung der Strecke

und der Zeit im Plenum hergeleitet. Zur Unterstützung wurde das *stv*-Dreieck angeboten. Der Aspekt der fehlenden mathematischen Voraussetzungen stellt ein generelles Problem dar, über das schulintern nachgedacht werden müsste. Ferner müssten die Aufgaben weniger mathematisch gestaltet werden und andere Kompetenzbereiche einschließen. Da der Fokus jedoch auf mathematischen Aufgaben liegen soll, war es wichtig, den Schülern eine Struktur zu vermitteln, wie Aufgaben aufgeschrieben und gelöst werden können. Da im G-Kurs weiterhin Schwierigkeiten bestanden, die entsprechenden Werte dem Text zu entnehmen und die Aufgaben zu lösen, wurde eine weitere Übungsstunde durchgeführt. In dieser ließ sich beobachten, dass der E-Kurs motiviert war und die Aufgaben gut bearbeiten konnte, der G-Kurs hingegen nicht. An dieser Stelle lässt sich darauf schließen, dass sich die Abneigung gegenüber der Mathematik auch auf den NW-Unterricht übertragen hat, da dieser in diesen Stunden recht mathematisch war, und die Aufgaben inhaltlich differenziert werden müssen.

In der zehnten Stunde wurden die als Demo-Experimente angedachten Versuche als Schülerexperimente durchgeführt, um die Schüler selbst aktiv werden zu lassen. Dabei stellte sich heraus, dass aufgrund des hohen Zeitaufwandes sowie des einfachen Aufbaus und Durchführung die Veranschaulichung der Sachverhalte mittels Demo-Versuch besser gewesen wäre. Die Abhängigkeit der Zustände vom Bezugssystem wurde von den Schülern schnell erkannt, jedoch schien der Begriff des Bezugssystems für die Schüler schwer verständlich.

Hinsichtlich der nicht gleichförmigen Bewegung fanden die Schüler zügig heraus, dass sich die Geschwindigkeit ändern muss, damit die Figur vom Wagen fällt. Dabei beachteten sie auch den Aspekt der Richtung. Ferner war es wichtig, den Sinn des Anschnallens zu diskutieren, da ein Schüler meinte, man müsse sich auf der Rückbank des Autos nicht anschnallen, da sich davor ein weiterer Sitz befindet, der einen schützen würde.

Das Experiment zur nicht gleichförmigen Bewegung konnten die Schüler eigenständig und ohne Schwierigkeit durchführen und auswerten. Dass die Schüler so gut experimentierten, überraschte auch den Klassenlehrer. Die erhobenen Daten lagen im Rahmen des Erwarteten. Lediglich beim Interpretieren der Kurve traten Schwierigkeiten auf, da die Schüler quadratische Funktionen noch nicht behandelt haben. Jedoch erkannten sie, dass der Graph keine Gerade wie bei der gleichförmige Bewegung darstellt. Ferner stellten sie fest, dass die Anfangsgeschwindigkeit kleiner als die Endgeschwindigkeit war und dass somit etwas hinzugekommen ist. Die Verwendung eines einfachen Beispiels wie ein anfahrendes oder abbremsendes Auto unterstützte das Verständnis der Zusatzgeschwindigkeit

insbesondere beim G-Kurs maßgeblich.

Zur Beantwortung der Frage, was die Zusatzgeschwindigkeit verursacht, haben jeweils zwei Gruppen ein Experiment durchgeführt und präsentiert. Da die einzelnen Experimente sehr einfach waren und alle Gruppen gerne präsentieren wollten, wurden die Experimente doppelt vorgestellt. Hierbei wäre es besser gewesen, wenn mehrere verschiedene Experimente zur Verfügung gestanden hätten und jede Gruppe ein anderes Experiment vorgestellt hätte.

Beim Kraftbegriff zeigten die Schüler Verständnisschwierigkeiten, da er in der Alltagssprache anders verwendet wird. Es ließ sich beobachten, dass die Schüler öfters auf die Vorstellung von Muskelkraft zurückgriffen. Als Hürden stellten sich auch die Begriffe Einwirkung und Wechselwirkung heraus, da sie im *normalen* Wortschatz selten benutzt werden. Dass eine Kraftwirkung auch die Richtung ändern kann, wurde bei Station 1 (Kugel ins Tor schießen) gut ersichtlich. Ferner war es für die Schüler gut nachzuvollziehen, dass es zwei Beteiligte bei einer Kraftwirkung gibt.

In der 14. und 15. Stunde zeigte sich, welche Kraftarten den Schülern aus ihrem Alltag und vorherigem Unterricht bekannt waren: magnetische, Gewichtskraft, Reibung. Zu diesen fanden sie gute Beispiele für Wechselwirkungspartner. Die elektrische Kraft war ihnen begrifflich unbekannt, jedoch kannten alle das Phänomen, dass Haare vom Luftballon angezogen werden können. Die Apfel-Geschichte von Newton stellte eine schöne Überleitung dar und schien den Schülern im Gedächtnis zu bleiben, da viele Schüler das Beispiel in der Klassenarbeit nannten.

Das Messen der Kräfte mittels Federkraftmesser funktionierte schlecht, da beim Auftragen der Werte keine Gerade herauskam. Es ließ sich jedoch eine proportionale Tendenz erkennen. Naheliegende Vermutung war, dass die Federkraftmesser nicht mehr funktionstüchtig waren. Dies hätte zuvor überprüft werden müssen. Dennoch haben die Schüler begeistert experimentiert und waren sehr kreativ bei der Wahl der verschiedenen Versuchsgegenstände.

Das Experiment zum dritten Newtonschen Axiom bereitete den Schülern großen Spaß und funktionierte gut, da die Schüler zeitgleich in der Mitte ankamen. Jedoch lag der Fokus der Jungen eher auf der Feststellung, wer der stärkere ist. Um der Fehlvorstellung entgegenzuwirken, wurde dies explizit thematisiert.

Insgesamt betrachtet entstand der Eindruck, dass der E-Kurs im Gegensatz zum G-Kurs gut mitgearbeitet und viel gelernt hat. Dies spiegelte sich auch in den Ergebnissen der

Klassenarbeit wider, die den üblichen Leistungen der Schüler entsprachen. Dieses Bild zeige sich dem Klassenlehrer zufolge auch in den anderen Unterrichtsfächern.

Der Aufbau der Einheit schien für die Schüler verständlich zu sein. Ferner ließ sich beobachten, dass insbesondere Experimente, in denen die Schüler selbst aktiv werden mussten, das Interesse der Schüler geweckt hat. Schwierigkeiten bereiteten hauptsächlich die mathematischen Inhalte. Hinsichtlich der Zeitplanung muss nun in weiteren Klassen überprüft werden, ob diese angemessen ist.

Erprobung der Einheit durch einen fachfremden NW-Lehrer

Um einen Eindruck zu erhalten, wie der NW-Unterricht mit Hilfe dieser Einheit gelingt, wurden sechs Unterrichtsstunden in einer achten Klasse bei einem NW-Lehrer mit biologischem Studium hospitiert. Die Klasse verfügte über drei Stunden NW pro Woche und war insgesamt als sehr leistungsstark einzustufen. Der Fokus der Beobachtungen sollte einerseits auf den Schülern und andererseits auf dem Lehrer liegen, wie sicher er beim Unterrichten wirkt. Bei Durchführung der Einheit standen dem Lehrer nur ein detaillierter Ablaufplan mit Kommentaren zur Verfügung, da die Handreichung noch nicht erstellt war.

Zu erwähnen ist, und dass es sich bei den hospitierten Stunden um Einzelstunden handelte, in denen oftmals hinsichtlich des Lehrerverhaltens wenige Beobachtungen gemacht werden konnten. In jeweils einer Stunde wurde das Experiment auf dem Sportplatz durchgeführt, die Ergebnisse von Übungsaufgaben verglichen und die Experimente zur Ursache der Zusatzgeschwindigkeit als Stationen durchgeführt, jedoch nicht besprochen. Ferner wurde in jeweils einer Stunde der Versuch zur nicht gleichförmigen Bewegung aufgebaut, die Auswertung dieses Experiments besprochen und die Zusatzgeschwindigkeit eingeführt. Lediglich in dieser Stunde konnte die Erklärung eines neuen Sachverhalts beobachtet werden.

Da außerdem kein Vergleich mit anderen Unterrichtsstunden des Lehrers möglich war, war es schwierig einzuschätzen, ob das beobachtete Verhalten dem *typischen* Verhalten entsprach. Davon wurde jedoch ausgegangen. Ferner sollte berücksichtigt werden, dass somit nicht eindeutig geklärt werden konnte, wie sich sicheres Unterrichten beim Lehrer ausdrückt. Hinzu kommt der Aspekt, dass Lehrer auch bei Ahnungslosigkeit sicher auftreten können. Es wurde jedoch angenommen, dass sich dies durch fachliche oder experimentelle Fehler schnell zeigen würde.

Insgesamt betrachtet wirkte der Lehrer in den sechs Stunden sicher im Umgang mit den

Inhalten und den Schülern. Dies ließ sich insbesondere in Situationen beobachten, in denen die Schüler Verständnisfragen hatten und er den Sachverhalt auf eine andere Weise verdeutlichen konnte, beispielsweise durch einen Darstellungswechsel oder anhand weiterer Beispiele. Fehler seitens der Schüler wurden von ihm erkannt und aufgegriffen bzw. korrigiert. Ferner stellt er gute (Nach-)Fragen an die Schüler, welche das Verständnis überprüften.

Auch fachlich zeigten sich keine Fehler. Die Begriffe wurden richtig verwendet und von der Alltagssprache explizit abgegrenzt. Jedoch äußerte er nach einer Stunde, dass er die Beschleunigung ausgelassen hatte, da diese nur am Rande erwähnt werden sollte und er sich unsicher fühlte. Er wies aber darauf hin, dass er sich auf die Stunde besser hätte vorbereiten müssen.

Hinsichtlich des Experimentierens können keine Aussagen getroffen werden, da bei den Hospitationen die Schülerversuche von den Schülern selbstständig durchgeführt wurden und der Lehrer kaum unterstützen musste.

Die Schüler schienen überwiegend motiviert und an der Thematik interessiert. Dies lässt sich aber auch auf deren generelle positive Arbeitshaltung zurückführen. Die Arbeitsaufträge konnten von den Schülern selbstständig bearbeitet und gelöst werden und bei den Experimenten benötigten die Schüler kaum Unterstützung. Beim Experiment auf dem Sportplatz merkten die Schüler an, dass man eigentlich pro Läufer fünf Personen benötigen würde, die die Zeit stoppen, um die Werte mit Bolt vergleichen zu können. Ferner hatten sie die Idee, das Tempo beim Gehen zu bestimmen.

Leichte Schwierigkeiten zeigten sich bei den Schülern hinsichtlich der Unterscheidung von Tempo und Geschwindigkeit sowie der Zuordnung von Formelzeichen und Einheit zu einer Größe. Die im Rahmen der hospitierten Stunden zu erzielenden Kompetenzen wurden von den Schülern erreicht und auch in dieser Klasse entsprachen die Ergebnisse der Klassenarbeit den üblichen Leistungen der Schüler.

In einem rückblickenden Gespräch sagte der Lehrer, dass er froh war, die Einheit verwenden zu können und dass er sich sicher beim Unterrichten fühlte. Er benötigte zwar mehr Zeit als in der Planung angedacht, wies jedoch darauf hin, dass er generell langsam sei im Vergleich zu anderen Kollegen. Die Stationen fand er ansprechend und äußerte, dass er sich nicht getraut hätte, diese Form als Einstieg zu wählen. Auch begrüßte er die vielen Übungsaufgaben und verwies auf die Notwendigkeit, das Umstellen der Formeln im Plenum zu besprechen.

Als hilfreich erwies sich insbesondere der Ablaufplan, sodass die inhaltliche Reihenfolge vorgegeben war. Hinsichtlich des Experiments auf dem Sportplatz wären Hinweise auf mögliche Schüleräußerungen unterstützend gewesen, da diese ihn manchmal überrascht hätten. Ferner wäre es schön gewesen, mehr mit den Kästen zu experimentieren, nachdem sich die Schüler in diese eingearbeitet hatten.

6 Diskussion und Ausblick

6.1 Diskussion der Ergebnisse

Ausgehend von den in einer Bremer Oberschule wahrgenommenen Schwierigkeiten hinsichtlich des NW-Unterrichts, wurde im Rahmen dieser Arbeit zunächst untersucht, wie fachfremde NW-Lehrer mit physikalischen Inhalten umgehen.

Zusammenfassend ließ sich feststellen, dass das Interesse an Physik bei den meisten Lehrern vorhanden ist und ihnen das Motivieren bzw. Begeistern der Schüler überwiegend gelingt, das Wecken des (weitergehenden) Interesses hingegen schwerer fällt.

Des Weiteren äußerte der Großteil der Lehrer, über ein geringes Professionswissen zu verfügen, aufgrund dessen sie eine zeitlich und inhaltlich intensivere Vorbereitung benötigen. Dabei übersteigt die Vorbereitungszeit die Unterrichtszeit. Unterschieden wurde allerdings hinsichtlich der Klassenstufen.

Die fachlichen und fachdidaktischen Defizite und der damit verbundene höhere Arbeits- und Zeitaufwand wurden auch von Fruböse u. a. (2011) und Dörges (2001) als Hindernis für den NW-Unterricht festgestellt. Jedoch besteht im Gegensatz zu Fruböse u. a. (2011) bei den Lehrern an dieser Schule ein generelles Interesse an Physik. Des Weiteren sollte beachtet werden, dass es sich in diesem Fall um Lehrer einer Gesamtschule handelt, die wahrscheinlich eine andere Einstellung gegenüber dem NW-Unterricht besitzen als Gymnasiallehrer, da sie über andere Rahmenbedingungen verfügen.

Der Ablauf einer typischen Stunde wurde überwiegend als unverändert eingeschätzt. Fast alle Lehrer gaben an, Demo- und Schülerexperimente durchzuführen. Ferner entwickelt knapp zwei Drittel der Lehrer Lernaufgaben und Experimente selbst.

Bei der Wahl der physikalischen Inhalte orientieren sich die meisten Lehrer am Lehrplan und den (Fach-)Kollegen. Trotzdem werden Physikinhalte eher vernachlässigt. Dies stellte Müller (2015) ebenfalls in ihrer Untersuchung fest und auch Fruböse u. a. (2011) betonen die Gefahr, dass eher vertraute Themen unterrichtet werden.

Die Unterrichtswirksamkeit und -qualität wurde mehrheitlich als gleichwertig beurteilt. Daraus könnte geschlussfolgert werden, dass sich in diesem Fall das mangelnde Professionswissen nur geringfügig auf die Unterrichtsqualität auswirkt oder aber die Lehrer die fachbezogenen Defizite durch ihre Vorbereitung ausgleichen können. Ferner besteht die Möglichkeit, dass die subjektive Wahrnehmung von der tatsächlichen Wirksamkeit abweicht.

Beim Unterrichten und Experimentieren besitzen die Lehrer überwiegend ein Gefühl von Unsicherheit. Dennoch gibt es wenige Bedenken, dass die Schüler Fragen stellen, die nicht beantwortet werden können bzw. einen offenen Umgang damit. Das eigene Verhalten wird von etwas mehr als der Hälfte als unverändert eingeschätzt. Jedoch besitzen alle Lehrer bis auf einen ein geringeres Kompetenzempfinden. Des Weiteren wurde größtenteils ausgesagt, dass die Physik nicht authentisch repräsentiert werden kann.

Während der Interviewstudie konnte beobachtet werden, dass mit zunehmenden Alter der Lehrer eine positivere Einstellung gegenüber dem NW-Unterricht bestand. An dieser Stelle lässt sich vermuten, dass die *älteren*[12] Lehrer aufgrund ihrer größeren Erfahrung mit dem fachfremden Unterricht über eine ausgeprägtere Selbstwirksamkeitserwartung verfügen, da sie mutmaßlich auf ein größeres Repertoire an Fähigkeiten und Mitteln zurückgreifen können als junge Lehrer mit weniger Berufserfahrung. Dies wirkt sich wahrscheinlich auch auf das Empfinden beim Unterrichten aus.

Wie auch bei Dörges (2001) und Fruböse u. a. (2011) lässt sich der Aspekt des fachfremden Unterrichtens als zentrales Problem des NW-Unterrichts identifizieren. Fasst man die von den Lehrern genannten Schwierigkeiten zusammen, wird ersichtlich, dass sich diese hauptsächlich auf fachliche und fachdidaktische Defizite zurückführen lassen. Somit stellt das geringe Professionswissen das größte Hindernis für die Lehrer dar. Dies legt nahe, dass insbesondere das Bereitstellen von fachbezogenen Informationen eine Unterstützung für die Lehrer ist.

Um die Schwierigkeiten der Lehrer aufgreifen und sie beim NW-Unterricht unterstützen zu können, wurde im Rahmen dieser Arbeit eine Unterrichtseinheit zum Thema *Alles in Bewegung* entwickelt, zu der eine Handreichung erstellt wurde.

Dabei wurde auf Wunsch der Schule ein Fokus auf mathematische Aspekte und das Verständnis von Weg-Zeit-Diagrammen bei der Planung gelegt, da diese den Schülern starke Schwierigkeiten bereiten. Ferner wurde unter anderem der Kontext des Autos auf-

[12] Hierbei sind Lehrer mit schätzungsweise mindestens zehn Jahren Berufserfahrung gemeint.

grund von RoadSense sowie auf Anregung der Lehrer das Experiment auf dem Sportplatz berücksichtigt.

Hinsichtlich der Handreichung wurde seitens der Lehrer als größtes Bedürfnis das Bereitstellen von fachlichen und fachdidaktischen Informationen betont sowie um eine Ablaufplanung der einzelnen Stunden mit Angabe der jeweiligen Kompetenzziele gebeten. Dementsprechend wurde die Handreichung konzipiert.

Bei eigener Erprobung der Einheit in einer siebten Klasse wurde ersichtlich, dass der Aufbau der Einheit für die Schüler verständlich war und dass insbesondere die Experimente das Interesse der Schüler weckte. Schwierigkeiten bereiteten hauptsächlich die mathematischen Inhalte.

Während der Hospitationen des NW-Unterrichts in einer achten Klasse ließ sich bei den Schülern eine selbstständige Bearbeitung der Aufgaben und der Experimente beobachten, sodass sie wenig Unterstützung benötigten. Leichte Probleme zeigten sich bei der Unterscheidung von Tempo und Geschwindigkeit sowie der Zuordnung von Formelzeichen und Einheit zu einer Größe. Jedoch waren keine grundlegenden Verständnisschwierigkeiten erkennbar. Ferner konnte davon ausgegangen werden, dass sie die zu erzielenden Kompetenzen erreichten.

Insgesamt betrachtet scheint die Einheit für die Schüler angemessen zu sein. Dies sollte jedoch in weiteren Durchläufen weiter erprobt werden.

Hinsichtlich des Lehrerverhaltens konnten während der Hospitationen aufgrund der Inhalte der Stunden nur wenige Beobachtungen gemacht werden. In diesen wirkte der Lehrer jedoch im Umgang mit den Inhalten sowie den Schülern sicher. Diesen Eindruck bestätigte auch der Lehrer in einem abschließenden Gespräch. Als hilfreich stellte sich insbesondere die durch den Ablaufplan vorgegebene inhaltliche Reihenfolge heraus. Dabei ist zu beachten, dass dem Lehrer nur ein ausführlicher Ablaufplan mit Kommentaren zur Verfügung stand, da die Handreichung zum Zeitpunkt der Durchführung noch nicht erstellt war. Dies bestärkt jedoch die Vermutung, dass die Handreichung eine Unterstützung für die Lehrer darstellt und der Unterricht mit Hilfe der Einheit besser gelingt.

6.2 Ausblick

Ob die Handreichung die Lehrer tatsächlich unterstützt und die dargebotenen Informationen ausreichend sind oder ob es weitere Punkte gibt, die berücksichtigt werden sollten, müsste nun überprüft werden. Ferner ist zu überlegen, ob zusätzlich eine interne

Fortbildung angeboten werden sollte, um beispielsweise die Experimente besprechen und ausprobieren zu können.

Zwar wurde die Unterrichtsqualität als gleichwertig eingeschätzt, allerdings wäre es interessant zu prüfen, ob diese von den Lehrern nach Benutzung der Handreichung anders beurteilt wird.

Ein weiterer Punkt, der betrachtet werden könnte, betrifft das in der Interviewstudie festgestellte Gefühl der Unsicherheit beim Unterrichten. An dieser Stelle wäre es spannend zu untersuchen, ob sich dieses verbessert und die Handreichung einen Einfluss auf die Selbstwirksamkeitserwartung haben kann.

Da ich weiterhin an dieser Schule arbeiten werde, kann ich glücklicherweise den Einsatz der Einheit und die Verwendung der Handreichung im nächsten Schuljahr verfolgen. Es wird interessant sein zu beobachten, welche Erfahrungen die fachfremden NW-Lehrer machen werden, festzustellen, welche Aspekte gut und welche schlecht gelungen sind, und somit die Möglichkeit zu erhalten, die Einheit und die Handreichung überarbeiten und weiterentwickeln zu können.

7 Literaturverzeichnis

[FokusPhysik 2009] *Fokus Physik: Gymnasium 7/8 Schleswig-Holstein.* Berlin : Cornelsen, 2009

[Adamina und Möller 2010] Adamina, Marco ; Möller, Kornelia: Zugänge zum naturwissenschaftlichen Lernen öffnen. In: Labudde, Peter (Hrsg.): *Fachdidaktik Naturwissenschaft: 1.-9. Schuljahr.* Bern [u.a.] : Haupt, 2010, S. 103–116

[Bandura 1977] Bandura, Albert: Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. (1977). – `http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.315.4567`

[Baumert und Kunter 2006] Baumert, Jürgen ; Kunter, Mareike: Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 9 (2006), Nr. 4, S. 469–520

[Bildungsplan für das Gymnasium 2006] Bildungsplan für das Gymnasium ; Der Senator für Bildung und Wissenschaft (Hrsg.): *Naturwissenschaften, Biologie - Chemie - Physik – Jahrgangsstufe 5-10.* Bremen : Landesinstitut für Schule, 2006. – `http://www.lis.bremen.de/sixcms/media.php/13/06-12-06_nat_gy.pdf`. Letzter Zugriff: 4.6.2016

[Bildungsplan für die Oberschule 2010] Bildungsplan für die Oberschule ; Die Senatorin für Bildung und Wissenschaft (Hrsg.): *Naturwissenschaften – Biologie, Chemie, Physik.* Bremen : Landesinstitut für Schule, 2010. – `http://www.lis.bremen.de/sixcms/media.php/13/2010_BP_O_Nat%20Erlassversion.pdf`. Letzter Zugriff: 4.6.2016

[Borowski u. a. 2010] Borowski, Andreas ; Neuhaus, Birgit ; Tepner, Oliver ; Wirth, Joachim ; Fischer, Hans ; Leutner, Detlev ; Sandmann, Angela ; Sumfleth, Elke: Professionswissen von Lehrkräften in den Naturwissenschaften (ProwiN) - Kurzdarstellung des BMBF-Projekts. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 16 (2010), S. 341–349

[Bosse 2014] Bosse, Marc: Wie können fachfremd unterrichtende Mathematiklehrkräfte durch Lehrerfortbildungen effektiv unterstützt werden? (2014). – `http://dx.doi.org/10.17877/DE290R-15484`

[Carpenter und Fennema 1992] CARPENTER, Thomas ; FENNEMA, Elizabeth: Cognitively guided instruction: Building on the knowledge of students and teachers. In: *International Journal of Educational Research* 17 (1992), Nr. 5, S. 457–470

[Demtröder 2013] DEMTRÖDER, Wolfgang: *Experimentalphysik 1: Mechanik und Wärme*. 6., neu bearb. und aktualisierte Aufl. Berlin [u.a.] : Springer Spektrum, 2013

[Dörges 2001] DÖRGES, Alexandra: Erfahrungen mit dem integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht. In: *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 54 (2001), Nr. 4, S. 230–232

[Flick 2010] FLICK, Uwe: *Qualitative Sozialforschung: eine Einführung*. Vollst. überarb. und erw. Neuausg., 3. Aufl. Reinbek bei Hamburg : Rowohlt-Taschenbuch-Verl., 2010

[Fruböse u. a. 2011] FRUBÖSE, Christian ; ILLGEN, Jan ; KOHM, Lavinia ; WOLLSCHEID, Renate: Unterricht im integrierten Fach Naturwissenschaften.: Erfahrungen aus gymnasialer Sicht. In: *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 64 (2011), Nr. 7, S. 433–439

[Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts 2013] GESELLSCHAFT FÜR DIDAKTIK DES SACHUNTERRICHTS (Hrsg.): *Perspektivrahmen Sachunterricht*. vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt, 2013

[Girtler 2001] GIRTLER, Roland: *Methoden der Feldforschung*. 4., völlig neu bearb. Aufl. Wien [u.a.] : Böhlau, 2001

[Hopf u. a.] HOPF, Martin ; WILHELM, Thomas ; WALTNER, Christine ; TOBIAS, Verena ; WIESNER, Hartmut: *Einführung in die Mechanik*. – `http://www.thomas-wilhelm.net/Mechanikbuch_Druckversion.pdf`. Letzter Zugriff 25.6.2016

[Jaspers 2008] JASPERS, Kirsten: Einführung in den Kraftbegriff: Kraft als Ursache von Bewegungsänderung erkennen lernen. In: *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik* 19 (2008), Nr. 108, S. 18–25

[Knaack und Nelson 2013] KNAACK, Melanie ; NELSON, Lars ; DIE SENATORIN FÜR BILDUNG UND WISSENSCHAFT (Hrsg.): *Oberschule & Gymnasium – Die weiterführenden Schulen in Bremen stellen sich vor*. Bremen, 2013. – `https://www.bremen.de/fastmedia/36/broschuere_weiterfuehrende_schulen.pdf`. Letzter Zugriff: 5.6.2016

[Krauss u. a. 2008] Krauss, Stefan ; Neunbrand, Michael ; Blum, Werner ; Baumert, Jürgen ; Brunner, Martin ; Kunter, Mareike ; Jordan, Alexander: Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie. In: *Journal für Mathematik-Didaktik* 29 (2008), Nr. 3/4, S. 223–258

[Krüger und Riemeier 2014] Krüger, Dirk ; Riemeier, Tanja: Die qualitative Inhaltsanalyse - eine Methode zur Auswertung von Interviews. In: Krüger, Dirk (Hrsg.) ; Parchmann, Ilka (Hrsg.) ; Schecker, Horst (Hrsg.): *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung.* Berlin : Springer Spektrum, 2014, S. 133–145

[Kricheldorf 2014] Kricheldorf, Hans: *Erkenntnisse und Irrtümer in Medizin und Naturwissenschaften.* Berlin [u.a.] : Springer Spektrum, 2014

[Kultusministerkonferenz 2005] Kultusministerkonferenz: *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss vom 16.12.2004.* 2005. – `http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf`. Letzter Zugriff 2.7.2016

[Labudde 2003] Labudde, Peter: Fächer übergreifender Unterricht in und mit Physik: eine zu wenig genutzte Chance. In: *PhyDid A, Physik und Didaktik in Schule und Hochschule* 2 (2003), Nr. 1, S. 48–66

[Labudde 2014] Labudde, Peter: Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht - Mythen, Definitionen, Fakten. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 20 (2014), Nr. 1, S. 11–19

[Mattes 2011] Mattes, Wolfgang: *Methoden für den Unterricht: kompakte Übersichten für Lehrende und Lernende; [inklusive Schülerheft].* Paderborn : Schöningh, 2011

[Mayring 2010] Mayring, Philipp: *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken.* 11., aktualisierte und überarb. Aufl. Weinheim [u.a.] : Beltz, 2010

[Mayring 2016] Mayring, Philipp: *Einführung in die qualitative Sozialforschung: eine Anleitung zu qualitativem Denken.* 6. Aufl. Weinheim : Beltz, 2016

[Müller 2015] Müller, Tabea: *Zur Realität des naturwissenschaftlichen Unterrichts in den Klassenstufen sieben und acht - Eine empirirsche Studie an Bremer Oberschulen.* Masterarbeit, Universität Bremen, 2015

[Niebert und Gropengießer 2014] Niebert, Kai ; Gropengiesser, Harald: Leitfadengestützte Interviews. In: Krüger, Dirk (Hrsg.) ; Parchmann, Ilka (Hrsg.) ; Schecker, Horst (Hrsg.): *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Berlin : Springer Spektrum, 2014, S. 121–132

[Riese und Reinhold 2009] Riese, Josef ; Reinhold, Peter: Fachbezogene Kompetenzmessung und Kompetenzentwicklung bei Lehramtsstudierenden der Physik im Vergleich verschiedener Studiengänge. In: *Lehrerbildung auf dem Prüfstand* 2 (2009), Nr. 1, S. 104–125

[Schecker 1985] Schecker, Horst: *Das Schülervorverständnis zur Mechanik: eine Untersuchung in der Sekundarstufe II unter Einbeziehung historischer und wissenschaftstheoretischer Aspekte*. Universität Bremen, Dissertation, 1985

[Schöne 2003] Schöne, Helmar: Die teilnehmende Beobachtung als Datenerhebungsmethode in der Politikwissenschaft. Methodologische Reflexion und Werkstattbericht. 4 (2003), Nr. 2, Art. 20. – `http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/720/1558`. Letzter Zugriff: 9.7.2016

[Shulman 1986] Shulman, Lee: Those who understand: Knowledge growth in teaching. In: *Educational Researcher* 15 (1986), Nr. 2, S. 4–14

[Shulman 1987] Shulman, Lee: Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. In: *Harvard Educational Review* 57 (1987), Nr. 1, S. 1–22

[Steigenberger 2014] Steigenberger, Katharina: Der schnellste Mensch der Welt - mit Usain Bolt einen guten Start in die Mechanik hinlegen! In: *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule* 63 (2014), Nr. 7, S. 35–40

[Theis 2002] Theis, W. R.: Nachhaltiger Physikunterricht: Am Beispiel der Einführung in die Mechanik. In: *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule* 51 (2002), Nr. 7, S. 17–23

[Tobias 2010] Tobias, Verena: *Newton'sche Mechanik im Anfangsunterricht: die Wirksamkeit einer Einführung über die zweidimensionale Dynamik auf das Lehren und Lernen*. Dissertation. Berlin : Logos-Verl., 2010 (Studien zum Physik- und Chemielernen ; 105)

[Vogelsang und Reinhold 2013] VOGELSANG, Christoph ; REINHOLD, Peter: Zur Handlungsvalidität von Tests zum professionellen Wissen von Lehrkräften. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 19 (2013), S. 103–128

[Waltner u. a. 2010] WALTNER, Christine ; TOBIAS, Verena ; WIESNER, Hartmut ; HOPF, Martin ; WILHELM, Thomas: Ein Unterrichtskonzept zur Einführung in die Dynamik in der Mittelstufe. In: *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule* 59 (2010), Nr. 7, S. 9–22

[Wiesner 1994] WIESNER, Hartmut: Verbesserung des Lernerfolgs im Unterricht über Mechanik. In: MÜLLER, Rainer (Hrsg.) ; WODZINSKI, Rita (Hrsg.) ; HOPF, Martin (Hrsg.): *Schülervorstellungen in der Physik.* Köln : Aulis Verlag Deubner, 1994, S. 114–119

[Wiesner u. a. 2011] WIESNER, Hartmut ; SCHECKER, Horst ; HOPF, Martin: *Physikdidaktik kompakt.* Aulis Verlag, 2011

[Wodzinski 1996] WODZINSKI, Rita: Lernschwierigkeiten in der Mechanik. In: MÜLLER, Rainer (Hrsg.) ; WODZINSKI, Rita (Hrsg.) ; HOPF, Martin (Hrsg.): *Schülervorstellungen in der Physik.* Köln : Aulis Verlag Deubner, 1996, S. 107–113

[Wodzinski 2006] WODZINSKI, Rita: Zwischen Sachunterricht und Fachunterricht: Naturwissenschaftlicher Unterricht im 5. und 6. Schuljahr. In: *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik* 17 (2006), Nr. 93, S. 4–9

8 Anhang

8.1 Interviewleitfaden

8.1.1 Leitfaden zur ersten Forschungsfrage

Wie gehen fachfremde Lehrer mit Physikinhalten um?

- Was hast du studiert?
- Wie ist es für dich Physik zu unterrichten, obwohl du etwas anderes studiert hast?
- Interessierst du dich für Physik?

Verglichen mit deinem anderen Fach: Welche Unterschiede fallen dir hinsichtlich ... auf?

- Vorbereitung
  - Benötigst du mehr Zeit?
  - Musst du dich inhaltlich intensiver vorbereiten? (Fällt dir das schwerer?)
  - Wie wählst du Themen/Kontexte/Aufgaben/Experimente aus?
  - Gelingt es dir gute/sinnvolle Lernaufgaben/Experimente zu entwickeln?
  - Wie ist das Verhältnis von Vorbereitungs- zu Durchführungszeit? Empfindest du das als belastend?
- Durchführung
  - Wie viel Zeit planst du für physikalische Themen ein? (Mehr/gleich/weniger?)
  - Führst du Demo-Versuche vor?
  - Führen die Schüler selbst Experimente durch?
  - Ist der Ablauf einer „typischen“ Stunde anders als in deinem Studienfach? Liegt das aus deiner Sicht am Fach oder daran, dass du eine andere Fachkultur kennen gelernt hast?
  - Wählst du andere Methoden? (Z.B. mehr Aufg., weniger Exp., lehrerzentrierter?)
  - Nutzt du andere Medien? (Z.B. Filme?)
  - Wie beurteilst du die Unterrichtsqualität im Vergleich mit deinem Studienfach?

  - Wie beurteilst du die Wirksamkeit des Unterrichts im Vergleich mit deinem Studienfach?

- dir
  - Verhältst du dich anders? (Z.B. anderer Unterrichtsstil?)
  - Kannst du weiterführende Schülerfragen gut beantworten? Hast du Bedenken, dass dies mal nicht der Fall sein könnte?
  - Fühlst du dich beim Experimentieren sicher?
  - Fühlst du dich beim Unterrichten genauso kompetent? (Woran machst du das fest?)
  - Hast du das Gefühl, die Schüler gleichermaßen motivieren/begeistern zu können?
  - Hast du das Gefühl, bei den Schülern (über den Unterricht hinausgehendes) Interesse wecken zu können?
  - Hast du das Gefühl, die Physik authentisch repräsentieren zu können?

8.1.2 Leitfaden zur zweiten Forschungsfrage

Was sind die Bedürfnisse der Schule?

Offener Einstieg: Ich bin dabei, eine Unterrichtseinheit zu entwickeln und zu erproben, die besonders NW-Lehrkräften nutzen soll, die gerade nicht Physik studiert haben. Sie soll den Bereich „Alles in Bewegung“ des Bildungsplans umfassen. Hast du das schon einmal unterrichtet? Wie ist das gelaufen?

- Wie viele Stunden soll die UE umfassen?
- Auf welchem Thema soll der Schwerpunkt liegen? (→ Liste)
- Auf welche Kontexte soll eingegangen werden?
- Welche Sozialformen sollen berücksichtigt werden?
- Welche Materialien (Bücher, ABs) sollen verwendet werden?
- Welche Versuche sollen berücksichtigt werden?

Bei vorheriger Durchführung der UE:

- Was funktionierte gut/schlecht?
- Wo lagen bei den Schülern die Schwierigkeiten?
- An welche Stellen hattest du das Gefühl, dass dir Hintergrundwissen/didaktisches Wissen etc. fehlt?

Wünsche für UE/Handreichung: Was würdest du dir für die UE zur Unterstützung wünschen? (Hintergrund, Versuchsanleitung, didaktische Hinweise, mögl. SchülerFragen etc.)

8.2 Beobachtungsbogen

Beobachtungsbogen Stunde: Datum:

SchülerInnen	LehrerIn
- bearbeiten eigenständig Arbeitsaufträge/können Aufg. lösen	- wirkt sicher im Umgang mit dem Inhalt (fachlich + beim Experimentieren)
- zeigen Verständnisschwierigkeiten	- wirkt sicher im Umgang mit den SuS (Fragen stellen + beantworten)
- erreichen die zu erzielenden Kompetenzen	- Wo treten Schwierigkeiten auf?

8.3 Interviews

Im Folgenden werden die im Rahmen der Auswertung gebildeten Kategorien (unterstrichen) mit den in den Interviews gemachten Aussagen der Lehrer angegeben.

8.3.1 Interesse

Kein/Geringes eigenes Interesse (A, M, P, R)

- Sehr wenig; interessiert bei Überschneidungen zu Bio; ausgewählte Phänomene, z.B. Atomkraftwerk, weil Interesse für Umweltschutz (A)
- Nein (M, P)
- Nein, war mein schlechtestes Fach in der Schule (R)

Eingeschränktes eigenes Interesse (D, E, K, T)

- Teilweise (D, K)
- Da ich Naturwissenschaftlerin bin, kommt es oft drin vor, ich finde auch viele Teilgebiete interessant, aber ist nicht mein Hobby (E)
- Ein bisschen, nicht, dass ich mich privat dafür interessiere, aber insgesamt finde ich es ganz spannend neue Sachen zu lernen, physikalische Inhalte selbst zu begreifen, das finde ich eigentlich ganz spannend (T)

Eigenes Interesse (B, F, H, J, L, N, O, S)

- Inzwischen ja, aufgrund des Unterrichts früher hatte ich eher weniger Interesse; jetzt wo ich merke, wo die Zusammenhänge sind, macht es Spaß, also ich habe es gerne unterrichtet (B)
- Ja, für alle drei Naturwissenschaften. Physik in eigener Schulkarriere gewählt, weil es mich immer sehr interessiert hat [...] Mc Giver; grundsätzlich von der Interessenlage her ja, auf jeden Fall (F)
- Ja (H)
- Ja, für Physik ja, für bestimmte Sachen, für den mathematischen auch, aber eher privat (J)
- Ich interessiere mich sowieso für die Naturwissenschaften und lese in meiner Privatzeit viele Bücher über naturwissenschaftliche Themen (L)

- Total, also immer wieder wenn ich mich in physikalische Themen einarbeite, ist es zum einen für mich immer interessant; ich selbst NW-begeistert bin (N)
- Ja, wäre ein alternativer Studiengang gewesen, finde es cool, interessant (O)
- Ja schon und es hat mir auch in der Schule Spaß gemacht, ich habe ein Physikpraktikum in der Uni gemacht und das mit Ach und Kraft (S)

Interesse wecken gelingt mir (B, E, F, H, J) [motivieren/begeistern; *(über den Unterricht hinausgehendes) Interesse wecken*]

- Ja, weil mir das Spaß gemacht hat, das auszuprobieren [...] und das kam auch bei den Schülern an. „Oh Fr. B ist ja auch voll dabei“ (B)
- Das schon, aber ich glaube, das liegt auch eher an Personen (E)
- Ich glaube Chemie/Physik laufen besser als Biologie [studiertes Fach] (J)
- Dadurch bedingt, dass wir ganz viel experimentieren [...] das macht den Schülern unglaublichen Spaß, und da denke ich, das gelingt mir genau so gut wie in Biologie (H)
- Doch klar, grundsätzlich für die Naturwissenschaften glaube ich schon, dass man das kann (F)

Interesse wecken gelingt mir teilweise (D, K, M, N, O, R, T)

- Hängt vom Thema ab (K, M)
- Schwierig, die wollen immer was praktisch machen, aber den Hintergrund gar nicht wissen (D)
- Ich versuch es (T)
- Ich habe das Gefühl, andere Schüler motivieren zu können. [...] es glänzen [...] viele Jungs [...], die sich die Physik zu eigen gemacht haben [...], [die] Mädchen klinken sich aus. Ich kann nicht sagen, dass die Klasse insgesamt schlechter motiviert ist, ich würde es einschätzen als unverändert – überraschenderweise, ich hätte erwartet, dass die Motivation deutlich sinkt, da ich verunsichert bin (R)
- Weiß ich nicht, wenn sie experimentieren dürfen oder überhaupt praktisch arbeiten dürfen, sind die eigentlich schon motiviert [...] (O)

- *Joa [Bsp. Kartoffelbatterie], weil sie das schon mal außerhalb der Schule mitbekommen haben* (O)
- *Einige ja* (N)

Interesse wecken gelingt mir nicht/ im studierten Fach mehr (C, E, F, J, M, N, P, R, S)

- Joa, ich glaube in Bio mehr, die Schüler haben gemerkt, da ist mehr Ausstrahlung, da ist mehr Engagement, da kennt sie sich aus, das hat auch Auswirkungen aufs Arbeitsverhalten gehabt, wechselseitig (S)
- Ich hoffe, aber mit Sicherheit ja sagen will ich nicht, weil ich eine ganz andere Faszination für Bio als für Physik habe. In Physik mündet es halt im allgemeinen Interesse an Naturwissenschaften und in Bio ist es halt einfach das, was ich bewusst ausgesucht habe [...]. Schwingt ganz andere Grundmotivation und Faszination mit; könnte mir vorstellen, dass das unterschwellig vielleicht Schüler auch mitbekommen [...], so dass sie auch sagen können, es fühlt sich anders an, ob ich Physik oder Bio unterrichte; dass ich mit einer anderen Begeisterung dabei bin (F)
- Ich versuche es zumindest, für mein studiertes Fach, da schwärmt man ja immer ein bisschen und da fällt es mir leichter, aber dennoch weiß ich, warum die Physik hier und da wichtig ist und glaube schon, dass ich es den Schülern mit auf den Weg geben kann (M)
- Ich glaube dadurch, dass ich selbst NW-begeistert bin, dass das auch an den Schülern nicht ganz vorbei geht, aber ob da so große Unterschiede sind. Vielleicht durch so Floskeln von mir, das ist jetzt bisschen meine Grauzone, und das kann sein, [...] dass die Schüler das öfter bei Physik [...] hören, dass das mich als präsentierende Person, die Schüler das in irgendeiner Form beeinflusst (N)
- Nee, glaube ich nicht (C)
- Nein, auf keinen Fall (P)
- *Nein* (R)
- *Eher nicht* (E, S)
- *Wenn das Interesse schon vorher nicht da war, glaube ich nicht, dass das Interesse im großen Maße drüber hinausgeht* (J)

8.3.2 Professionswissen und Unterrichtsvorbereitung

Geringeres Wissen (A, B, C, D, E, H, M, N, O, P, R)

- Grundlagenwissen fehlt; keine Vogelperspektive (A)
- Schülern zwei drei Wochen voraus (A)
- In Bio oder Chemie [...], habe ich so ein Allgemeinwissen und kann das alles beantworten und kann das mit irgendwas verknüpfen, das kann ich in Physik nicht (C)
- Muss mich sehr konzentrieren und selbst eine Anleitung dabei haben und wenn die Schüler rufen, ist es nicht so, dass ich das auf einen Blick sehe, [ich] muss [...] alles feinsäuberlich [...] hinlegen um zu gucken, wo jetzt der Fehler ist; [...] [in Biologie und Chemie] weiß ich was man tun kann, damit es doch funktioniert [Versuche zu Stromkreis] (C)
- Weil man einfach das Fachwissen nicht hat, den Aspekt gar nicht kennt (D)
- Wenn ich mir Material angucke [...], dann kann ich das nicht so schnell erfassen, worum es da eigentlich geht, ich muss das dann genauso lösen wie die Schüler, im Gedankengang [...] wahrscheinlich genauso schnell wie die Schüler; in meinen Fächern gucke ich drauf, und weiß sofort, das dauert zwei Sekunden, erfasse das und fertig (D)
- Erfassen in Physik gar nicht oder nur begrenzt, weil ich da kein Überblickswissen habw und nicht Anknüpfungspunkte zu einem anderen Thema habe (D)
- Aber es ist schon so, dass ich ein gefährliches Halbwissen habe und immer den Schülern vielleicht nur einen Schritt voraus bin (E)
- Schwierig, weil ich keine Grundlagen habe (P)
- Schwierig, insofern, dass ich mich selber komplett reinlesen muss, das letzte Mal hatte ich Physik in der zehnten Klasse und in der Oberstufe abgewählt und es hatte schon einen Grund, deswegen ist problematisch manchmal, da wieder rein zu finden und sich das wieder neu anzuarbeiten (M)
- Da fällt es mir auf, dass ich öfters in Schwimmen komme (M)

- In Bio kann ich Unsicherheit besser überdecken, nachgucken und Zusammenhänge herstellen, in Physik bin ich dann teilweise überfragt, ich merke es immer wieder im Unterricht, wenn die fragen „und was ist dann und dann“ „ja, weiß ich auch nicht“ (O)
- Wenn ich zum Beispiel ohmsches Gesetz machen und keine Ahnung habe, was Spannung eigentlich ist, also überhaupt keine Ahnung, das ist mir in Bio noch nicht passiert (O)
- Dass ich Sicherheitsaspekte nicht gut einschätzen kann, zum Beispiel was kann als Schülerversuch, was muss als Demo-Versuch laufen; die Grundkenntnisse fehlen mir in einigen Bereichen, muss ich mir anhand von Büchern erarbeiten und fühle mich dann aber auch noch nicht sicher; es ist sehr mathematisch teilweise, da muss ich sowieso häufig viel vorbereiten, um das gut zu beherrschen (R)
- Auch nicht weiß, wofür ist das jetzt wichtig in Hinblick auf weitere Themen oder Abi (D)
- Planung fällt mir deshalb schwerer, weil ich mich mehr rückversichern muss (N)
- Gute Einstiege zu finden fällt mir in Bio leichter (O)
- Jetzt Sachen verstanden, die ich früher nicht verstanden habe (B)
- Dadurch, dass man selbst eben nicht das übergeordnete große Drumrum-Wissen hat, ist man [...] schülernah, weil man selbst ja immer noch mit drin ist am Durchdenken [...] und kommt dann auch auf die Fehler, die Schüler dann oft machen und das war dann für beide Seiten recht hilfreich (B)
- Habe viele Fortbildungen belegt und finde, dass es super spannendes Fach ist und möchte nicht verzichten, es in die Biologie und Chemie einzubetten (H)
- Mein Vorteil in der Physik ist tatsächlich die Tatsache, dass ich Physik nicht studiert habe und eben mir das selber erst einmal wieder verständlich machen musste und dadurch eben vielleicht auch leichter Zugänge finden kann und dadurch gelingt es mir vielleicht eben auch, die schwächeren Schüler auch mitzunehmen (H)

Größerer Zeitaufwand bei Vorbereitung (B, D, E, F, H, K, L, M, O, P, R, S, T)

- Viel größer (D)
- Ja, bei der ersten UE deutlich mehr Zeit, gerade auch für die Versuche [...] musste es ja selber erst einmal ausprobieren, bevor ich das mit den Schülern machen konnte (B)
- Ja, definitiv. Bei Physik nicht nur die Arbeitsblätter erstellen, sondern die ganze UE planen und einen Überblick verschaffen (E)
- Ja, definitiv und nutze sehr gerne Fragen an ältere Kollegen oder Physiker, um mich selber abzusichern [Angelesenes], stimmt es auch, wo ich der Meinung bin, dass es so sein sollte, da bin ich dann wie der Schüler „ist das richtig, du musst das doch wissen“ (F)
- Am Anfang war es immens viel mehr Zeit, mehr als drei Mal so viel Zeit aufgewendet, um die Stunden vorzubereiten; mittlerweile ist es etwas einfacher geworden, wobei es mich mehr fordert als das studierte Fach (H)
- Auf alle Fälle (K)
- Ja, weil Physik ist sehr mathematiklastig und um die Formeln überhaupt zu verstehen und anwenden zu können, muss man auch wissen, was man falsch machen kann zum Beispiel; Physikeinheiten kostet mir am meisten Zeit (L)
- Ja, Minimum die Hälfte länger (M)
- Auf jeden Fall, viel mehr Zeit (P)
- Ja, ich habe Schwierigkeiten, die richtigen Quellen zu identifizieren und benötige natürlich mehr Zeit für die Quellenrecherche und das Identifizieren nützlicher Literatur (R)
- Ja, musste mich schlau machen, einlesen, Kollegen fragen (S)
- Ja, auf jeden Fall und intensiver, weil ich gar nicht weiß, in welchen Büchern was steht oder wo das im Bucht steht, Biologie Themen sind mir eben geläufiger und dann muss ich viel mehr zusammensuchen an Arbeitsblättern, Modellen, Experimenten (T)

- Ja, mehr Zeit als in Bio weiß ich nicht, weniger auf jeden Fall nicht, NW ist insgesamt sehr vorbereitungsintensiv (O)

Gleich großer Zeitaufwand (A, C, J, N)

- Nee, dafür war das Thema zu einfach; gehe davon aus, dass es in höheren Klassen der Fall sein wird (A)
- Da UE zum zweiten Mal und gute Unterstützung nicht unbedingt (C)
- Nein, würde ich nicht sagen, biologische Versuche verlangen ja auch gute Vorbereitung (J)
- Bisher war es nicht so, weil [Material in Sammlung] schnell organisiert, die Planung fällt mir deshalb schwerer, weil ich mich mehr rückversichern muss (N)

(Inhaltlich) intensivere Vorbereitung (B, C, D, E, F, H, J, K, M, N, O, P, R, S, T)

- Viel intensiver (D, T)
- Muss die Sachtexte auch extrem noch mal lesen und selber Notizen machen, was heißt Stromstärke etc., die ich mir vor jeder Stunde noch mal durchlesen muss; Formelzeichen, Einheit nicht aus dem Stegreif; damit abgefunden, dass es so ist, aber froh, wenn UE vorbei ist (C)
- Ja, definitiv. Es fällt mir schwerer mich dafür zu motivieren, weil extrinsisch, ich muss es jetzt machen, weil es der Lehrplan vorschreibt (F)
- Ja, ich muss das doch besser durchdenken, weil doch einiges durchaus fehlen mag, das heißt Herleitung oder Verknüpfung mit anderen Sachen (J)
- Ja, [schwerer] hängt vom Thema ab, Themen in Jg. neun, zehn komplexer (K)
- Ja, komplett neu anlesen, Unterlagen bekomme ich von Kollegen, aber es bringt mir auch nichts, wenn ich die Lösung habe und nicht weiß, wie es funktioniert; [belastend] in gewisser Weise schon, weil einfach mehr Freizeit draufgeht und man hat ja nicht umsonst Fächer studiert, für die man sich interessiert, die man auch gerne unterrichtet, deswegen ist es halt etwas problematisch, dass man fachfremd unterrichtet (M)

- Ja, rückversichern muss ich mich und ich muss, wenn die Lösungswege nicht gegeben werden, sie mir selbst erschließen und da dann überlegen, wie kann ich das an die Schüler weitervermitteln; an einigen Stellen habe ich das als Vorteil empfunden, dass ich Knotenpunkte durchlaufen bin, [...] das waren ähnlich Knotenpunkte wie die Schüler; schwer fällt es mir gar nicht, mir fehlt nur oft die Zeit, wenn ich Zeit habe, finde ich das total toll, in der Regel ist es aber eine Mehrbelastung (N)
- Ja auf jeden Fall; ja, das definitiv, weil ich da überhaupt nicht weiß, worauf ich achten muss und immer sind diese Schülerbücher mit Fehlern behaftet und das ist total ärgerlich, wenn du fachfremd unterrichtest, das würde mir schneller auffallen, bin schon froh, dass es mir so auffällt (O)
- Ja; definitiv fällt mir das schwerer (P, R)
- Dass ich Sicherheitsaspekte nicht gut einschätzen kann, zum Beispiel was kann als Schülerversuch, was muss als Demo-Versuch laufen; die Grundkenntnisse fehlen mir in einigen Bereichen, muss ich mir anhand von Büchern erarbeiten und fühle mich dann aber auch noch nicht sicher; es ist sehr mathematisch teilweise, da muss ich sowieso häufig viel vorbereiten, um das gut zu beherrschen (R)
- Ja, auf jeden Fall; [schwerer] natürlich, die Fachinhalte in Bio hast du drauf, studiert, das andere nicht studiert, musst du dir anlesen (S)
- Ja. Dadurch, dass man eine Naturwissenschaft studiert und grundlegende Sache gehört hat, geht es, aber ich brauche schon öfter die Rücksprache mit den Kollegen, die da Erfahrungen haben. Austausch ist da ganz wichtig (B)
- Es geht so, habe ja schon ein wissenschaftliches Verständnis (E)
- Ja, in Physik von den Experimenten her ok [im Vgl. zu Chemie] (H)

<u>Höhere Vorbereitungs- als Durchführungszeit</u> (E, F, H, K, M, N, P, R, S, T)

- Vorbereitung für nicht studierte Unterrichtsfächer viel höher, Arbeitsaufwand höher als Durchführung in der Klasse, man bereitet bestimmt die doppelte Zeit vor (E)
- Vorbereitung höher (F, N)
- Meistens sitze ich vor einer Unterrichtseinheit länger da, um mir das dann zu überlegen und auch schon mal zusammenzustellen, was ich kopieren möchte und

dann im Verlauf der Woche hängt es stark davon ab, was funktioniert und was nicht funktioniert; natürlich ist es belastend, generell hängt es davon ab, womit man sonst noch beschäftigt ist (K)

- 3/4 zu 1/4; stört (M)
- Kommt auf die Einheit drauf an, grundsätzlich dauert das in Physik doch länger, weil ich dann ja auch den ganzen Kram zusammen suchen muss hier, aber das ist dann auch wieder strukturell bedingt (O)
- 2 zu 1, [belastend] auf jeden Fall (P)
- Ist etwas höher als in Bio, Chemie; [belastend] ja (R)
- Sehr viel aufwendiger, hab das selber alles erst mal durchspielen müssen, bevor [ich] es der Klasse gezeigt habe, weil ich kannte die Versuche noch nicht vorher; sehr belastend, viel Arbeit (S)
- Mehr, bisschen mehr als Unterrichtszeit; [belastend] es geht, weil es ja nicht immer Physik ist, weil in Biologie ist es dann leichter und dann gleicht sich das aus (T)
- In NW wesentlich höher als in allen anderen Fächern, aufgrund der Experimente (H)

Ausgeglichenes Verhältnis von Vorbereitungs- zu Durchführungszeit (B, J)

- Steht im Verhältnis, wenn man es einmal richtig gemacht hat und dann darauf aufbauen kann (B)
- Es ist dann belastend, wenn man das in jedem Jahrgang immer parallel machen muss, sich einzuarbeiten, deshalb sind neue Sachen nicht gerade eine Hilfe; aber ich glaube, dass sich das einigermaßen die Waage hält (J)

Abhängig von Klassenstufe (E, L, M, T)

- Bei leichten Sachen, Stromkreise, Schaltzeichen, in unteren Klassen, fünf und sechs einfach. Ich glaube und kann es mir nicht vorstellen, habe es auch noch nie gemacht, wenn das dann in Jahrgang zehn ist; ich musste gestern Vertretungsunterricht geben und es geht dann um [...] Sachen, von Wörter, die man noch nie gehört hat, ist das glaub ich ziemlich schwierig (E)

- Ich finde es nicht so schlimm, bin aber in fünf, sechs, sieben tätig gewesen, später wird es ein Tick schwieriger sein; ich bin einfach einer, der keine Angst hat fachfremd zu unterrichten [...] und normalerweise als Erwachsener mit universitärer Ausbildung hat man weniger Probleme in fünf und sechs irgendetwas schön zu gestalten, ich mach mir nur Gedanken für neun und zehn, wie kann ich richtig gute Leistung zeigen, alles beibringen, was ich beibringen soll, ohne Fehler einzubauen, so dass meine Kinder letztendlich ihre Abschlussprüfung schaffen, aber ansonsten macht es mir nichts aus (L)

- Ich würde es noch mal unterscheiden in fünf, sechs oder sieben vielleicht noch oder acht maximal, aber neun und zehn ist schon dann mit Hinblick auf die Oberstufe ein bisschen anspruchsvoller (M)

- Joa, kommt auf die Klassenstufe an, Klasse zehn geht gerade noch (T)

8.3.3 Unterricht und Unterrichtsqualität

Schlechtere Unterrichtsqualität/Wirksamkeit (C, D, O, P, R, S)

- Behaupte mal, sie hätten mehr davon, wenn es ein Physiklehrer unterrichten würde (C)

- Da ich nicht immer weiß, ob ich alles abdecke, würde ich wahrscheinlich sagen, dass bestimmte Inhalte oder Aspekte hintenüberfallen, aber nicht bewusst, sondern weil man einfach [...] das Fachwissen nicht hat, den Aspekt gar nicht kennt; Wertigkeit, von dem Fach, das man studiert hat, immer höher (D)

- Unterrichtqualität glaube ich bescheiden (P)

- Etwas schlechter; Wirksamkeit kann ich noch kein Urteil drüber abgeben, Qualität schlechter (R)

- Dadurch, dass ich mich nicht so kompetent fühlte, war ich vermutlich auch unsicherer und weiß nicht, ob da so viel rüber gekommen ist, das spüren Schüler auch; ich war mir unsicher, ob das wirklich fruchtet; es war auch bei den Tests so manchmal etwas frustrierend, die zu korrigieren (S)

- Spontan würde ich sagen schlechter, aber ist die Frage, ob es wirklich schlechter ist. [Bei letzter UE Strom] Was die aus meiner Sicht wichtigen Dinge anbelangt, da bin

ich schon der Meinung, was jetzt die Erklärung anbelangt, da habe ich das Gefühl, das wird verstanden und dann denke ich, ist schon viel erreicht (O)

Gleiche Unterrichtsqualität/Wirksamkeit (A, B, E, F, H, J, K, M, N, T)

- Nach Klassenarbeit kein Unterschied zu den Ergebnissen sonst (B)
- Wenn es leichte Themen sind, [...] Strom, dann würde ich sagen, dass die Kinder da mehr mitnehmen, als wenn ich denen jetzt Chemie beibringe, obwohl ich Chemie studiert habe, aber es ist für die bei so einfachen Themen verständlicher als die Chemie (E)
- In Unterstufe noch in Ordnung; Vermutung: weniger interessant und abwechslungsreich bei komplexeren Themen (A)
- Ich glaube, dass der [Physiker] auch nicht mehr Erfolg hätte bei der Vermittlung der Inhalte, weil ... der wüsste fachlich viel mehr als ich ..., hätte aber größere Probleme in der Gruppe zurechtzukommen und würde deshalb auch mehr Schwierigkeiten haben, überhaupt angemessen auf die Gruppe zu reagieren. Deshalb denke ich, dass das für unsere Schülerschaft hier die bessere Lösung ist und von daher bin ich auch ganz optimistisch, nicht ganz so viel Schaden anzurichten (H)
- Ich denke für die Mittelstufe langt es und ich glaube auch, dass ich auch die Schüler erreiche. Im Vergleich zu meinem eigentlichen Fach glaube ich, dass das nicht schlechter ist. (J)
- Da sehe ich keinen großen Unterschied, das hängt davon ab, [...] was die Schüler daraus machen und das hängt von so vielen Faktoren ab, [...] das Fachfremde ist da nur ein ganz kleines Bruchstück davon (K)
- Gut (N)
- Genauso (T)
- Ich fühle mich einfach nicht so sicher, ich glaube, dass ich bei den biologischen Themen den Schülern mehr mitgeben kann, aber dennoch würde ich nicht sagen, dass der Unterricht schlechter ist in Physik (M)
- Dadurch, dass ich halt versuche [...] Bereiche zu meiden, bei denen ich befürchte, dass ich vielleicht schwimmen könnte, glaube ich, dass sie [die Physik] in der Intensität [...] oder Qualität nicht groß der Biologie nachsteht (F)

Anteilig mehr Zeit für physikalische Inhalte (B, J, O)

- Mehr, weil man denkt, man muss es etwas gründlicher machen, weil sonst stelle ich mir selbst ein Bein im Unterricht (B)
- Ich denke, ich mache auch eher mehr Physik, weil es manchmal auch schwerer scheint für die Schüler, Bio finde ich zu unterrichten eher langweiliger und da brauche ich nicht so viel Zeit (J)
- Abhängig von Jahrgangsstufe, bei der letzten Einheit, [...] Auge/Optik, habe ich wesentlich mehr Physik gemacht als Bio (O)

Ausgewogenes Verhältnis (H, N)

- Gleich, ich mache eher relativ viel Physik, weil da gibt es Bereiche, die sind einfach klasse und interessant für die Schüler; ich gewichte das ziemlich gleich (H)
- Dem und dem Schüler muss ich gerecht werden, weil der ist interessiert; versuche Physik dann auch stark einzubinden; Bio kann mehr zwischendurch eingestreut werden (N)

Vernachlässigung physikalischer Inhalte (A, C, D, F, K, M, P, S, T)

- Mehr Bio-Inhalte, liegt aber am Bildungsplan, zwei Bio-, eine Chemie- und eine Physikeinheit; Schüler haben mehr von Bio, da ich das besser unterrichte; denke schon, dass ich mehr Bio gemacht habe (A)
- Unbewusst wahrscheinlich schon, weil man sich dann einfach unsicher fühlt und das dann so kurz einfach macht und dann hakt man das auch irgendwann ab (D)
- Tendiere dazu in dem Bereich zu bleiben, in dem ich mich heimisch fühle, und da dann versuche, nur das notwendige abzudecken, das was ja meist das ist, was man selber noch weiß aus der eigenen Schulzeit oder was sich einfacher fühlt, sich anzueignen (F)
- Ich glaube, wenn ich ehrlich bin, dass ich dann schon die Bereiche, also die biologischen, [...] mich damit im Unterricht mehr befasse, als die Sachen, die mir nicht so nahe sind (K)
- Ja, auf jeden Fall, auch wenn es wahrscheinlich unbewusst manchmal ist, aber einfach durch das Hintergrundwissen [im studierten Fach], das man da ein bisschen mehr ausschweift (M)

- Mehr Bio (S)
- Mache natürlich mehr Biologie, aber ich versuche auch immer Physik zu machen; aber klar, wenn wenig Zeit ist macht man eher Biologie, vertieft das oder macht das intensiver als physikalische Inhalte, aber ich bemühe mich immer, das zu tun (T)
- Physik eher vernachlässigt und mehr Bio (P)
- Anfangs weniger; jetzt internes Curriculum und Physiker im Jahrgangsteam, der einen versorgt (C)

Demo-Experimente werden gezeigt (B, C, E, F, H, J, K, L, M, N, O, R, S, T)

- Ja (B, C, L, N, O, R, S, T)
- Würde ich machen; wenn man mir zeigt wie die funktionieren auf jeden Fall (E)
- Ja, weil oftmals nicht die Zeit da ist, dass Schülerversuche gemacht werden könnten (F)
- Auch, wenn es a) vorgeschrieben ist oder b) ich das Material nicht habe [für Schülerversuche] (J)
- Manchmal, lieber Schülerversuche (K)
- Ja, aufgrund der Fachkollegen, die einem das zeigen (M)
- Selten, Demo-Versuche bringen nicht sehr viel (H)

Demo-Experimente werden nicht gezeigt (P)

Schüler-Experimente werden gemacht (B, D, E, F, H, J, K, L, M, N, O, R, T)

- Ja (B, D, F, H, J, K, M, N, O, R)
- Ja, finde ich wichtig; Auflockerung im Unterricht (E)
- Ja, im besten Fall immer dabei (L)
- Ja, weil das auch Naturwissenschaften ist (T)

Schüler-Experimente werden nicht gemacht (P, S)

Gleicher Ablauf der Stunden inkl. Methoden und Medien (A, B, C, D, E, F, H, J, K, L, N, O, T)

- Nein (B, C, D, E, F, H, J, K, N, O, T)
- Nein, paar Prinzipien kann ich übertragen, zum Beispiel problemorientiertes Arbeiten; Grundsatz, erst mit Sinnen erfahren, dann verschriftlichen ist ähnlich (A)
- Ja und nein, hängt vom Thema ab; benutze eigentlich immer Laptop und Beamer als Minimum (L)
- Ich glaube, wenn ich selber unsicher bin, dann mach ich es mehr lehrerzentrierter; wenn ich weiß, was wann wo passiert, fühle ich mich selber sicherer und gebe den Schülern mehr Freiraum; macht man wenn unbewusst (D)

Anderer Ablauf der Stunden inkl. Methoden und Medien (M, P, R, S)

- Ich versuche es nicht anders zu machen, aber manchmal fällt es mir selber auf, dass ich eher auf Textbearbeitung und über die Geschichte dann dran gehe, in Bio eher problemorientiert oder mit Experiment (M)
- Ich versuche es nicht, aber wenn ich dann unsicher bin, dann versuche ich schon auf Nummer sicher zu gehen und den einfachen Weg zu machen (M)
- Ja (P)
- Ja, mehr ausrechnen, an der Tafel Tabellen machen, ist mir einfach schwerer gefallen (S)
- Nicht unbedingt, ich bin mehr fokussiert auf das Schulbücher faktisch, aufgrund mangelnden Wissens, Kenntnisse (R)

Wahl der Inhalte hauptsächlich anhand von Bildungsplan/ internen Curriculum und Kollegen (A, B, E, F, H, J, K, L, M, N, O, P, R, S, T)

- Material von Kollegen, Abgleich mit Bildungsplan, zwei Schulbücher, abhängig von Sammlung (A)
- Nach Lehrplan erst mal grundsätzlich; in Rücksprache mit Kollegen, was macht Sinn, was braucht man für die Oberstufe (B)
- Nach Büchern, was ist im Schulbuch gegeben und dann gucke ich anhand des Schulcurriculums, ob das relevant ist oder nicht. (E)

- Sehr stark orientiert an den Lehrbüchern, Internetseiten in Lehrerforen (F)
- Interne Vorgaben, versuche das so zu legen, dass Themen auch zusammengefasst werden können, zum Beispiel von Sinnen; deutlich einfacher geworden seitdem das zusammengefasst wurde, vorher wusste man nicht, was zum Beispiel der Bio-Lehrer gemacht hat (H)
- Thema ist ja mehr oder weniger vorgegeben, Kontexte wähle ich so aus, ich frage Kollegen, ob sie einen guten Einstieg haben oder ob sie einen spannenden Versuch dazu haben, ob sie was Neues haben und nicht, was schon 20 Jahre alt ist; und ich wähle auch [...] die Schülerexperimente aus, es darf natürlich wenig nur passieren und natürlich sollte ich danach auswählen, [...] angemessene Aufgaben zu finden, weil erst mal müssen alle das gleiche machen (J)
- Schulinternes Curriculum (K)
- Werden vorgegeben, wie lang und intensiv bleibt uns überlassen; man kann fast alle Themen von Kollegen ausleihen und anpassen; man muss nicht immer das Rad neu erfinden (L)
- Bildungsplan, dann mit Fachkollegen (M)
- Mischung aus ‚was ist wirklich mein Thema', wie kann ich das transparent für die Schüler machen, wo fühle ich mich sicher, [...] manchmal Sachen gerne unter den Tisch fallen lasse (Chemie-Versuche); wie kann man schnell visualisiere; in Physik muss ich es selber ausprobieren bevor ich mich entscheide; ich das ein zwei-mal machen würde und dann meine evergreens hätte (N)
- Abhängig von der Zeit, was interessiert mich überhaupt, weil ich keine Lust habe, was zu unterrichten, was mich nicht interessiert und in der Hoffnung, dass es auch die Schüler interessiert (O)
- Gar nicht, das was vorgegeben ist, nehme ich; orientiere mich an dem, was der Lernplan her gibt und da versuche ich, mich schlau zu machen (P)
- Ich lasse mich in der Regel von Schulbüchern der entsprechenden Klassenstufe inspirieren, gelegentlich hole ich mir Rat von Kollegen (R)
- Themen vorgeschrieben, dann habe ich die Schwerpunkte mehr biologisch gesetzt (S)

- Spreche mich mit Kollegen ab und tausche Materialien, nach Bildungsplan, gibt auch fertig entwickelte Einheiten von der Bildungsbehörde, wo ein paar Ideen drin sind, daran versuche ich mich dran lang zu hangeln (T)

Entwicklung von Lernaufgaben/Experimenten (B, F, H, J, K, L, O, R, S)

- Zum Teil versucht, wobei man dann näher an den Vorgaben, was Kollegen sagen; da ist man in dem Unterricht, den man selbst studiert hat freier (B)
- Experimente nicht, Lernaufgaben ja, zum Teil, weil ich die Lehraufträge aus den Büchern manchmal nicht angemessen finde für unser Schülerklientel (F)
- Auch, ich benutze aber durchaus auch Sekundärliteratur, Erfahrung älterer Kollegen, was Schüler einbringen (J)
- In jüngeren Jahrgangsstufen ja, in Klasse neun, zehn fällt mir das schwerer, weil mir eben auch das Hintergrundwissen fehlt, Versuche im Bereich Elektrizität vor allem (K)
- Wenn ich was finde, was alltagsnah ist oder das Interesse der Schüler weckt, würde ich ABs etc. selbst entwerfen (L)
- Lernaufgaben ja, bei Experimenten halte ich mich an das, was ich finde; höchstens spontan, mal gucken was passiert, wenn ich zum Beispiel diesen Draht anfasse; Lernaufgaben gleich gut, sind ja gleich aufgebaut (O)
- Auf Grundlage vorhandener Experimente versuche ich Arbeitsmaterial zu entwickeln, also zum Beispiel den Oerstedt-Versuch versuche ich so zu entwickeln, dass er mit Fragen und Hypothesen selbst gestaltet werden kann; Aufgaben qualitativ schlechter (R)
- Kann man nicht pauschal beantworten, auch nicht in jedem Fall, in vielen Fällen gelingt das durchaus, man merkt aber auch, dass es Dinge gibt, die völlig schief gehen (H)

Keine Entwicklung von Lernaufgaben/Experimenten (A, E, N, P, S, T)

- Nein (A, N)
- Bei Lernaufgaben gehe ich nach dem Buch vor, Experimente schwieriger, weil ich nicht das Hintergrundwissen habe (E)

- Auf keinen Fall, traue ich mich nicht (P)
- Selber nicht, ich würde ein Experiment nehmen, was da drin steht und dann versuchen es umzusetzen (T)
- Joa, nee, eigentlich habe ich mich da inspirieren lassen von Kollegen, vom Internet, von Schulbüchern, Vorlagen (S)

8.3.4 Selbstwirksamkeitserwartung

Negatives Gefühl/ Unsicherheit beim Unterrichten (A, C, D, F, K, N, O, R, S, T)

- Anstrengend; fühle mich teilweise unsicher (C)
- In unruhigen Klassen, wenn ich so mich konzentrieren muss, um den Fehler zu finden, dann stresst mich das schon (C)
- Wenn man dann merkt, wir müssen erst mal physikalische Grundgesetze klären, um das biologische Phänomen erklären zu können, da fühle ich mich dann ganz oft ja nicht überfordert, aber bin dann auch selbst genervt, dass ich es nicht weiß und dann auch manchmal genervt, dass ich das jetzt dann machen muss und fühle mich dann im Unterricht auch manchmal unsicher, ist das jetzt auch wirklich richtig, was ich so erzähle (D)
- Sobald wir den Bereich verlassen, der Schnittmengen hat, wo man sich selber für interessiert, auch zur eigenen Naturwissenschaft, [...], da fühle ich mich einfach unsicher und dadurch natürlich auch unwohl (F)
- Allein schon aus der Situation heraus, dass man auch den Schülern ein Sicherheitsgefühl geben möchte [...] und nicht allzu oft in die Situation geraten möchte: ich muss da noch mal nachgucken, merk dir deine Frage, ich gehe in der nächsten Unterrichtsstunde noch einmal auf deine Frage ein (F)
- Grundsätzlich ein ungutes Gefühl ist, kommt da jetzt vielleicht eine Frage (F)
- Grundsätzlich ist es nicht so schön; es fühlt sich anders an, bei der Biologie habe ich ein anderes standing – innerlich, also nach außen versuche ich immer gleich zu wirken für den Schüler, aber innerlich fühle ich mich viel wohler und sicherer, wenn ich im biologischen Bereich bleibe als in der Physik (F)
- Schlechtes Gefühl (R)

- Fühle mich dann aber auch noch nicht sicher, es ist sehr mathematisch teilweise, da muss ich sowieso häufig viel vorbereiten, um das gut zu beherrschen (R)
- Ziemlich furchtbar, ganz schrecklich eigentlich (S)
- Da ich mich nicht so kompetent fühlte, war ich vermutlich auch unsicherer (S)
- Da merke ich immer wieder große Unsicherheiten; genauso wie die Schüler mit ganz vielen Ängsten der Physik selbst gegenüberstehe (N)
- Weil natürlich die Angst da ist, was Falsches zu erklären, was Falsches beizubringen; aber es ist jetzt nicht so, das Gefühl zu haben, das Mangelexemplar zu sein (N)
- Ich fühle mich da auch nicht so sicher wie in Biologie, da kann ich das viel lockerer und auch vom Unterrichtsstil, dass man verkrampfter ist und sich mal verheddert (T)
- Schwieriger (K)
- Habe es mir schwerer vorgestellt als es eigentlich ist, aber es ist immer noch unglaublich schwer; in Bio sicherer als in Physik beim Aufstellen von Hypothesen etc. (O)
- Natürlich bin ich da einfach nicht so sicher, in Bio kann ich Unsicherheit besser überdecken (O)
- Macht weniger Spaß, da schlechter auf Fragen geantwortet werden kann (A)
- Damit abgefunden, dass es so ist, aber froh, wenn UE vorbei ist (C)
- Oftmals überraschen Schüler einen mit auf einmal ihrem Wissen, querbeet, was sie irgendwo mal gehört haben, was zum Kontext gehört und möchten das gerne erklärt haben, weil sie das Bild haben Lehrkraft und Naturwissenschaften, die müsste das doch wissen, und es dann immer schade ist, wenn man dann dieses Interesse nicht aufgreifen kann und sie dann umformen kann in die richtige Richtung für den eigenen Unterricht und gegebenenfalls wieder auf den nächsten Unterricht verweisen muss (F)

Positives Gefühl (B, H, J, L)

- Am Anfang ganz schön aufregend, man muss ja immer mindestens eine Stunde weiter sein als die Schüler, aber da tolle Kollegen, war es dann doch gar nicht so schwer (B)
- Jetzt Sachen verstanden, die ich früher nicht verstanden habe, dann motiviert das natürlich auch für den Unterricht (B)
- Ich bin einfach einer, der keine Angst hat fachfremd zu unterrichten (L)
- Froh, dass ich es unterrichten darf (H)
- Mittlerweile fühle ich mich recht sicher im Umgang mit den Themen in Physik, da ist eine gewisse Routine eingekehrt (H)
- Aber auch sonst fühle ich mich relativ wohl (J)

Geringeres Kompetenzempfinden beim Unterrichten (A, B, C, D, E, F, H, K, L, M, N, O, P, R, S, T)

- Nein, habe es nicht studiert. Ich sehe keinen Grund, warum ich da genauso kompetent sein sollte; und im Ref. auch nicht (A)
- Nein, man fühlt sich nie vollständig kompetent, wenn man es nicht studiert hat, weil man dann doch oft denkt, wenn ich das studiert hätte, könnte man das so oder so anders anbringen oder weiterhelfen (B)
- Nee, nicht in allen Aspekten; bei Elektrizität muss ich selbst erst mal nachgucken, ganz normale Basics für einen Physiklehrer, aber ich muss mir das alles erst mal drauf schaufeln, also kompetent würde ich mich nicht so fühlen, wie in meinem eigenen Fach (D)
- Nein (E)
- Natürlich nicht, kompetent im Sinne von, dass du links und rechts des Weges Bescheid weißt und weiterführende Sachen erklären könntest und größere Zusammenhänge und wo das noch auftaucht, nein (F)
- Nee, die Kompetenz ist schon eindeutig im Bereich der Biologie, aber mittlerweile fühle ich mich recht sicher im Umgang mit den Themen in Physik, da ist eine gewisse Routine eingekehrt (H)

- Nein; dass ich mehr nachlesen muss und mich auf das gelesene verlassen muss (K)
- Nein, ist auch nicht mein Fach; eine Naturwissenschaft, die durch drei verschiedene Disziplinen angeguckt wird (L)
- Nee, also ich merke es in der Vorbereitung und im Unterricht, man muss ja auch oft spontan reagieren, da fällt es mir auf, dass ich öfter ins Schwimmen komme (M)
- Fachlich sicherlich nicht, aber das empfinde ich nicht als Mangel, pädagogisch auf jeden Fall; ich weiß nicht wie es sich in neun und zehn anfühlen wird, momentan habe ich das Gefühl, dass es mir immer wieder Spaß macht, mich mit physikalischen Themen auseinander zu setzen, allerdings immer mit der Sorge, werde ich dem gerecht und muss ich da noch mal bei Bekannten nachfragen oder in der Schule die Physiker ansprechen, weil natürlich die Angst da ist, was Falsches zu erklären, was Falsches beizubringen, aber es ist jetzt nicht so, das Gefühl zu haben, das Mangelexemplar zu sein (N)
- Nee, natürlich nicht; merke ich, wenn ich zum Beispiel ohmsches Gesetz machen und keine Ahnung habe, was Spannung eigentlich ist, also überhaupt keine Ahnung, das ist mir in Bio noch nicht passiert (O)
- Nein, natürlich nicht; [woran fest?] an dem Nicht-Wissen (P)
- Nein, nicht annähernd; [woran fest?] dass ich Sicherheitsaspekte nicht gut einschätzen kann, zum Beispiel was kann als Schülerversuch, was muss als Demo-Versuch laufen; die Grundkenntnisse fehlen mir in einigen Bereichen, muss ich mir anhand von Büchern erarbeiten und fühle mich dann aber auch noch nicht sicher; es ist sehr mathematisch teilweise, da muss ich sowieso häufig viel vorbereiten, um das gut zu beherrschen (R)
- Dass ich mich nicht so kompetent fühlte, war ich vermutlich auch unsicherer (S)
- Nee, da fühle ich mich nicht so kompetent, weil die Grundlagen andere sind und im Studium waren und auch wenn ich in den letzten Jahren NW unterrichtet habe, aber das war dann oft anders strukturiert (T)
- Das kann ich in Physik nicht (C)

Kompetenzempfinden (J)

- Ich fühle mich in der Regel kompetent genug, wobei das hier auch mit den Versuchen was zu tun hat, dass man da nicht alles bedenken kann, wie ein studierter Physiker, das denke ich schon; aber auch sonst fühle ich mich relativ wohl (J)

Sicheres Gefühl beim Experimentieren (B, C, L, M)

- Ja (B, L)
- Ja, da vorher in der Sammlung mit Physiker zusammen gemacht, hat auf alle Stolperfallen hingewiesen (C)
- Ja, weil ich nur das mache, wo ich mir wirklich sicher bin (M)

Unsicheres Gefühl beim Experimentieren (E, F, H, J, K, N, O, R, S, T)

- Nein (E, S)
- Naja, mit Respekt dabei wenn es um Strom geht (F)
- Joa, vor zwei Wochen hätte ich ja gesagt, jetzt ist neulich ein Bunsenbrenner umgekippt [...] ansonsten sind immer alle Sinne geschärft (H)
- Meistens, nicht immer (J)
- Bei physikalischen Experimenten, die ich nicht vorher ausprobiert habe, fühle ich mich unsicher und das vorher alles auszuprobieren, da nehme ich mir vorher nicht die Zeit für (K)
- Generell nicht, selbst in der Biologie nicht (N)
- Nee, mit Einschränkungen; bei einfachen Experimenten schon (O)
- Nein, völlig unsicher, ein Stochern im Dunkeln, spannend, zum Teil durchaus spannend erstaunlicherweise (R)
- Ja, wobei nicht bei elektrischen Sachen, da fragt man dann Kollegen, ob das so richtig ist, was man sich ausgedacht hat, nicht dass da was passiert (T)

Probleme mit weiterführenden Schülerfragen kommen seltener vor (A, B, E, F, H, J, K, M, O, P, S)

- War bisher im Rahmen, dass man damit umgehen konnte (B)
- Bis jetzt kam es noch nicht vor (E)
- In der Regel habe ich zumindest bisher noch nicht die Erfahrung gemacht, dass Fragen kamen, die weit über das hinaus gingen, was ich mir Wissen angeeignet habe (F)
- Nee, in diesen Klassen eher weniger. Hätte kommen können, wenn ich die Klassen behalten hätte, habe sie nach acht abgegeben (S)
- Manchmal nicht, manchmal eben doch, bin der Meinung, dass letztes überwiegt, wenn auch nur knapp; meistens kann ich doch noch drauf antworten, habe mich ja schon eingelesen (O)
- Aber sie werden in der Mittelstufe sehr selten gestellt, da fehlt das Interesse der Schüler, Fragen zu stellen, die über den Stoff hinausgehen (K)
- Ja, aber das habe ich grundsätzlich, es gibt Fragen, die können wir nicht beantworten (H)
- Kann vorkommen (J)
- Ja und die kommen auch öfter mal (M)
- Nee, geht so, macht mir weniger Spaß, weil in meinem Kopf spinne ich weniger weiter; [Fragen, die nicht beantwortet werden können] werden irgendwann kommen (A)
- Nicht nur das Gefühl, das weiß ich (P)

Positiver Umgang mit schwierigen weiterführenden Schülerfragen (A, D, E, F, H, J, L, M, N, O, T)

- Angst davor hab ich nicht; ich denke schon, dass ich das dann so hinkriege; sonst guckt man das zu Hause nach oder fragt Kollegen (D)
- Aber ich finde es auch nicht schlimm, wenn man nicht alles beantworten kann (E)

- Bin ich gespalten, auf der einen Seite wünsche ich mir einen Schüler, der irgendwo was aufgeschnappt hat und dies mit reinbringt, und bisher glaube ich, habe ich jetzt nicht Angst, da an standing oder das Gesicht zu verlieren (F)
- Das finde ich auch kein Drama, dann muss man die Fragen gemeinsam klären (H)
- Aber das ist nicht schlimm, dann weiß ich ja, was ich nachgucken kann (J)
- Macht mir nichts; dann sagt man, ich guck mal nach (L)
- Aber dann haben wir die Vereinbarung, das ist auch so in meinen studierten Fach, dass wir beide [Schüler und Lehrer] zu Hause nachgucken und das in der nächsten Stunde klären (M)
- Finde ich nicht so wild, habe da nicht so die Erwartung an mich, dass ich die so beantworten kann, bin bereit es nachzuschlagen (A)
- Bedenken habe ich nicht, dafür habe ich zu viel Lebenserfahrung, keine Bedenken, keine Ängste; wenn man mal was nicht weiß, das kann überall passieren, verweist man eben auf das Internet und gibt denen das auf als Aufgabe zur nächsten Stunde (T)
- Ja, das ist das was mich motiviert, dass ich immer die Lösungen ganz präsent haben möchte; wenn meine leistungsstarken Schüler Fragen stellen, begeben wir uns direkt am Computer auf die Lösungssuche und somit ist das keine Angst mehr, im Gegenteil und auch die Schüler finden das überhaupt nicht negativ; in Bio auch, aber da bin ich schneller im Lösungswege anbieten (N)
- Bedenken habe ich da keine vor, da eigentlich finde ich es gut, weil dann tauchen Fragen auf, die dazu führen, dass ich mich damit noch mal intensiver beschäftigen muss und dann noch mehr dazu lerne (O)

<u>Bedenken vor weiterführenden Schülerfragen</u> (B, C, F, K, P, R)

- Hat man beim ersten Mal dann Bammel vor (B)
- Im physikalischen Bereich hätte ich eher Bedenken, dass solche Fragen kommen (K)
- Ja, definitiv (R)
- Grundsätzlich ein ungutes Gefühl ist, kommt da jetzt vielleicht eine Frage (F)

- Kriege das glaube ich hin, dass die Schüler das nicht wirklich merken, aber die dürfen jetzt nicht irgendwie weiter greifende Fragen stellen (C)
- Nicht nur das Gefühl, das weiß ich; die Schüler wissen, dass ich das nicht kann, das habe ich denen auch gesagt und die akzeptieren das (P)

Gleiches Verhalten beim Unterrichten (B, D, H, L, M, O, P)

- Nein (B, D, L, M, O, P)
- Nein; also vielleicht am Anfang, dass man da tatsächlich gemerkt hat, dass man dann eher angespannt ist, mittlerweile glaube ich, dass die Schüler da keinen Unterschied merken (H)

Anderes/ Unsichereres Verhalten(E, K, R, S, T)

- Ich versuche keine Unsicherheit auszustrahlen, aber es ist schon so, dass ich ein gefährliches Halbwissen habe und immer den Schülern nur ein Schritt voraus bin (E)
- Ich vermute schon, aber ich weiß es nicht, denn ich bin ja allein (K)
- Ich signalisiere den Schülern offen, dass das auch für mich Neuland ist und dass es ein Experiment im Experiment für mich ist, sozusagen (R)
- Ich denke, durch diese Unsicherheit, wenn man es fachlich nicht so drauf hat, das strahlt man auch aus und es macht sich im Unterrichten bemerkbar (S)
- Ich bin steifer [...], angespannter [...], weil ich selbst keinen Fehler machen möchte und mich da so darauf konzentrieren muss, außer der Versuch ist einleuchtend (T)

Keine authentische Repräsentation der Physik (F, K, M, N, P, R, S, T)

- Nicht so wie ein Physiker (F)
- Das glaube ich nicht, würde mir auch nicht anmaßen die Biologie repräsentieren zu können (K)
- Ich glaub nicht, dass die Schüler wissen, dass ich kein Physiklehrer bin, die denken ja mal ganz gern, man kann alles; ich versuche mich nicht zu verstellen und habe auch kein Problem, Schwächen zuzugeben und das finde ich wichtiger, als dass ich jetzt das Fach dann so absolut repräsentiere (M)

- Interesse an Physik schon, die Physik an sich nicht, weil es nicht mein fachwissenschaftliches Standbein ist (N)
- Nein (P, R, S)
- Naja, ich bemühe mich (T)

Authentische Repräsentation (J, L, O)

- Ich glaube, dass ich die Physik authentisch genug repräsentieren kann, für die Mittelstufe, auch wenn Lücken da sind, das langt (J)
- Ja, ich denke schon, weil es ist nur ein Fach unter anderen Fächern, es ist nur eine Blickweise unter anderen Blickweisen in der Naturwissenschaft; Schule ist da, um zu lernen, wie man lernt; nicht meine Aufgabe, Physik perfekt zu repräsentieren, sondern ein Interesse in Physik zu wecken und ausreichende Antworten zu geben, so dass unsere Kinder neugierig und risikobereit werden (L)
- Joa, denke schon, gerade weil es mir auch selber Spaß macht, auch wenn ich nicht alles weiß, was den physikalischen Unterricht anbelangt, aber authentisch, denke schon (O)

8.4 Internes Curriculum

Aufgrund der kürzlich vorgenommenen Überarbeitungen handelt es sich um eine vorläufige Version des internen Curriculums. Des Weiteren wird nur der relevante Ausschnitt abgebildet.

Alles in Bewegung (Ende 8/1 – aufgrund von RoadSense)

Bewegungen in Weg-Zeit-Diagrammen beschreiben und vergleichen – wichtig für E-Phase – wichtig: dass man aus großen Datensätzen graphische Darstellungen erstellen kann, Darstellungsformen, Zeichnungen beschreiben können. s-t-Diagramm Basic für alles!

Verständnis eines Koordinatensystems, dass ein Punkt aus zwei Werten besteht

Kompetenz: Punkt übertragen in eine graphische Darstellung und physikalisch beschreiben können

Zu jeder physikalischen Größe gehört ein Formelzeichen und eine Einheit

Bewegungen mit Formeln, Kraftphänomene anhand von Alltagsproblemen (z.B. Auto-Crashtest)

Aufbau: 1. Bewegungen (Geschwindigkeit) 2. Beschleunigung 3. Kraft

Reibung

Gestrichen: Betrag und Richtung als Vektorpfeil darstellen

Gestrichen: Arbeit, Kraft und Weg erläutern

Gestrichen: Blut (aufgegriffen in Bio beim Thema Atmung)

8.5 Unterrichtseinheit und Handreichung

Im Folgenden wird die Handreichung zur Unterrichtseinheit *Alles in Bewegung* dargestellt. Diese beinhaltet auch die Unterrichtsmaterialien. Die verwendeten Quellen werden in einem eigenen Verzeichnis am Ende der Handreichung ausgewiesen.

Handreichung zur Unterrichtseinheit

Alles in Bewegung

Marlene Kirchner

marleneckirchner@gmail.com

Vorbemerkung

Die Einheit *Alles in Bewegung* beinhaltet die Einführung in die klassische Mechanik, die Bewegungen von Körpern und die damit zusammenhängenden Kräfte beschreibt.

Ziel der Einheit ist eine begriffliche Grundlage, auf die in der Oberstufe zurückgegriffen werden kann, in der die Mechanik ausführlich behandelt wird.

Inhaltlich wird dabei auf die in Abbildung 1 dargestellten Punkte eingegangen.

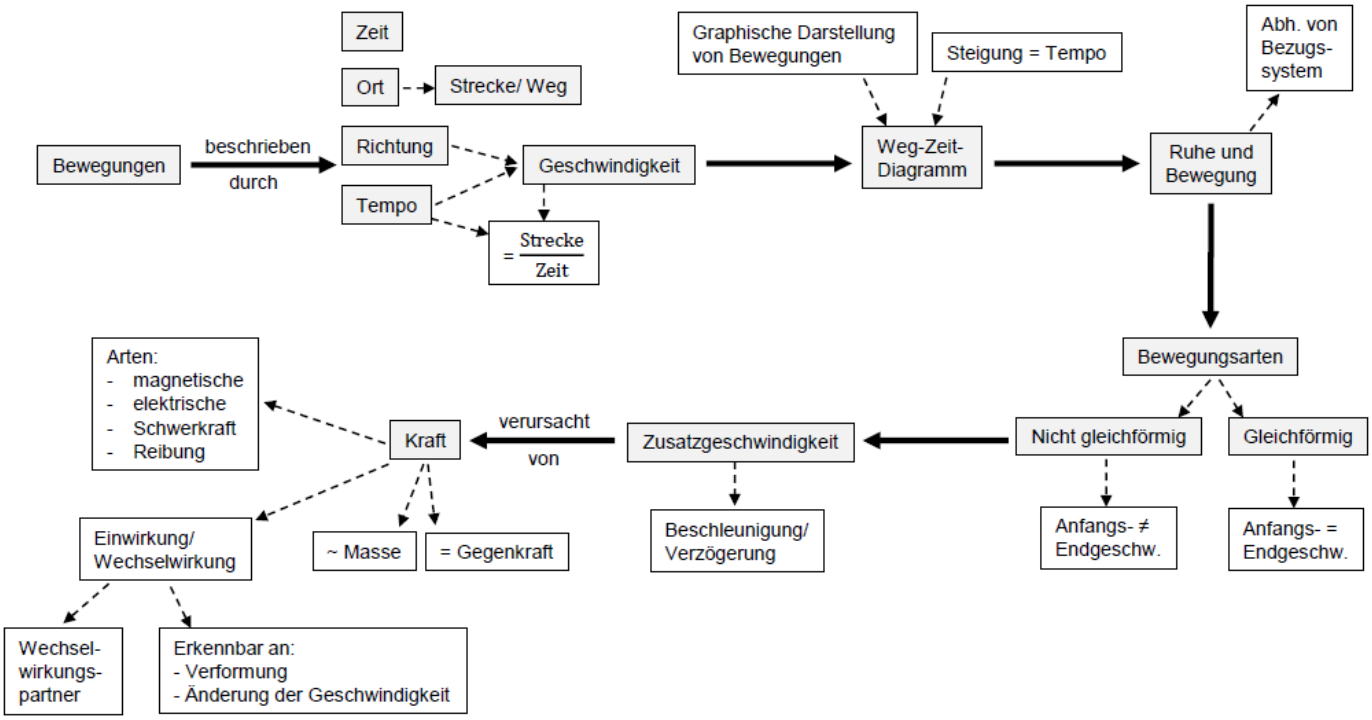


Abb. 1: Inhalt der Einheit.

Diese Punkte werden im Ablauf der Unterrichtseinheit wie folgt thematisiert:

Stunde	**Zentrale Inhalte**
1+2	Was sind Bewegungen? Wie kann man Bewegungen beschreiben?
3	Definition: Zeit, Strecke/ Weg, Tempo, Richtung, Geschwindigkeit
4+5	Wer ist der schnellste Mensch der Welt? (Weg-Zeit-Diagramm)
6+7	Wer ist der schnellste Läufer der Klasse?
8+9	Übung: Interpretation von Weg-Zeit-Diagrammen, Berechnung von Strecke, Zeit und Tempo
10	Bezugssystem (Unterscheidung Ruhe und Bewegung) (E-Kurs), gleichförmige und nicht gleichförmige Bewegung

Stunde	Zentrale Inhalte
11+12	Nicht gleichförmige Bewegung, Zusatzgeschwindigkeit (E-Kurs)
13	Was verursacht die Zusatzgeschwindigkeit? Einführung Kraft
14+15	Kraftarten und Wechselwirkungspartner, Kräfte messen, Kraft = Gegenkraft
16+17	Wiederholung (Checkliste)
18	Klassenarbeit

Die Handreichung dient der Unterstützung von fachfremd unterrichtenden Lehrkräften. Hierfür werden die einzelnen Stunden ausführlich dargestellt, wobei auf den physikalischen Sachverhalt, mögliche Verständnisschwierigkeiten und Schüleräußerungen sowie Hinweise für die Stunde eingegangen wird.

Hinsichtlich der Zeitplanung der Stunden ist zu berücksichtigen, dass diese als Orientierungshilfe anzusehen sind. Bei den Kompetenzzielen ist der Kompetenzbereich mit angegeben. Dabei steht F für Fachwissen, E für Erkenntnisgewinnung und K für Kommunikation.

Für weiterführende Literatur wird auf `http://www.thomas-wilhelm.net/2dd.htm`, `http://www.leifiphysik.de/` sowie *Duden Physik - Gymnasiale Oberstufe* und *Paul Tipler & Gene Mosca - Physik: für Wissenschaftler und Ingenieure* verwiesen.

Stunde 1-3: Bewegungen beschreiben

Physikalischer Sachverhalt

Die Bewegung eines Körpers kann mit Hilfe mehrerer Größen beschrieben werden. Ändert der Körper mit der *Zeit* t (Einheit s) seinen *Ort*, so bewegt er sich. Dabei wird die Lage des Körpers im Raum durch seinen Ortsvektor $\vec{r}$ bestimmt, welcher als Funktion $\vec{r}(t)$ eine Kurve darstellt, die sog. Bahnkurve (s. Abb. 2).

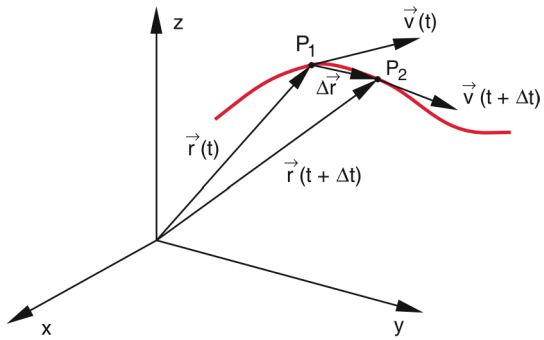


Abb. 2: Bahnkurve.

Bewegt sich der Körper von P_1 zu P_2, so legt er in der Zeit Δt die *Strecke* $\Delta\vec{r}$ (Einheit m) zurück. Die *Geschwindigkeit* $\vec{v}$ gibt nun an, wie schnell sich der Körper in welche Richtung bewegt, und ist der Quotient aus der zurückgelegten Wegstrecke und der dafür benötigten Zeit: $\vec{v} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$ (Einheit $^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{s}}$). Hierbei ist zu beachten, dass die *Richtung* des Geschwindigkeitsvektors der momentanen Bewegungsrichtung des Körpers entspricht und sich während der Bewegung ändern kann. Der Betrag der Geschwindigkeit wird als *Tempo* bezeichnet: $v = |\vec{v}|$ (Einheit $^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{s}}$).

Unterschieden wird zwischen der durchschnittlichen und der Momentangeschwindigkeit. Während die Durchschnittsgeschwindigkeit die mittlere Geschwindigkeit auf dem Streckenabschnitt zwischen zwei Punkten beschreibt und gemäß $\overline{\vec{v}} = \frac{\vec{r}(t_2)-\vec{r}(t_1)}{t_2-t_1}$ bestimmt wird, wird als Momentangeschwindigkeit die Geschwindigkeit des Körpers in einem Punkt definiert: $\vec{v} = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{\mathrm{d}\vec{r}}{\mathrm{d}t}$. Diese entspricht der zeitlichen Ableitung der Funktion $\vec{r}(t)$. Der Betrag der Momentangeschwindigkeit wird beispielsweise auf dem Tacho im Auto angezeigt.

Bei graphischer Betrachtung der Bahnkurve entspricht die Geschwindigkeit der Steigung der Geraden, die zwei Punkte verbindet, bzw. der Steigung der Tangente in dem jeweiligen Punkt.

Die Änderung der Geschwindigkeit pro Zeitintervall wird Beschleunigung genannt: $\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ (Einheit $^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{s}^2}$).

Betrachtet man anstatt der drei Dimensionen nur die Wegstrecke entlang der Bahnkurve, so wird diese als Strecke oder Weg s bezeichnet. Für das Tempo ergibt sich somit: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$. Zur Vereinfachung kann auf die Δ-Schreibweise verzichtet werden. Diese Notation wird

auch in der Einheit verwendet:

$$v = \frac{s}{t}.$$

<u>Umrechung des Tempos:</u> $^{\mathrm{km}}/_{\mathrm{h}} \leftrightarrow {}^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{s}}$

Merkregel: Von kleiner zu großer Einheit *mal* 3,6, von großer zu kleiner Einheit *geteilt durch* 3,6.

$$1\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = \frac{1000\,\mathrm{m}}{3600\,\mathrm{s}} = \frac{1}{3{,}6}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \Leftrightarrow 1\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 3{,}6\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}.$$

Mögliche Verständnisschwierigkeiten und Schüleräußerungen

Ein generelles Problem für das Verständnis von Physik stellen die Vorstellungen und Denkweisen der Schüler dar, welche sich aus ihren Erfahrungen gebildet und im alltagssprachlichen Gebrauch bewährt haben, die jedoch nicht mit den physikalischen Konzepten übereinstimmen.

Hinsichtlich des Begriffs Bewegung ist anzunehmen, dass Schüler eher die Bewegung eines Armes oder das Kreisen eines Gelenkes meinen. Ferner kann es sein, dass sie den ganzen Bewegungsprozess, also z.B. das Fahren von A nach B, als eine Bewegung auffassen und nicht als die momentane Bewegung des Körpers.

„Wie schnell man ist“ bezeichnen Schüler oftmals als Geschwindigkeit. Dies beschreibt aber nur das Tempo, also den Betrag der Geschwindigkeit. Der Richtungsaspekt wird dabei vernachlässigt. Wird von der Richtung einer Bewegung gesprochen, so wird meist das Ziel des gesamten Bewegungsablaufs gemeint und nicht die momentane Richtung.

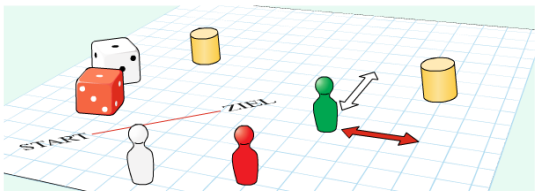
Ferner wird im Alltag oft „kmh“ gesagt, z.B. „Das Auto fuhr 50 kmh.“ Dies heißt jedoch, es fuhr 50 Kilometer *pro* Stunde, und drückt sich in der Einheit durch den Bruchstrich aus.

Hinweis zu Stunde 1+2

Welche Größen zur Beschreibungen von Bewegungen benötigt werden, wird anhand von Stationen bearbeitet. Für diese werden zwei Augenbinden, vier Bremen Atlanten sowie Spielzeug (Überschlag-Affe, Aufzieh-Männchen, Umkehr-Auto) gebraucht. Bei Station 3 ist eine Ablenkung vom Inhalt durch das Spielzeug möglich.

Alternative Stationen:

- Flugroute eines Storchs/ Stroboskopbild eines Fußballs beschreiben
- Segelregatta mit Würfeln:

  Würfelspiel mit einem weißen und einem roten Würfel. Auf kariertem Papier wird eine Start- und Ziellinie sowie die Richtungen für rot und weiß festgelegt. Gestartet wird hinter der Ziellinie. Der Spieler würfelt mit beiden Würfeln und zieht seinen Spielstein der Augenzahl entsprechend in Farbrichtung vor oder zurück. Gewonnen hat, wer zuerst die zwei gelbe Tonnen umrundet und anschließend die Ziellinie überquert hat.

Hinweis zu Stunde 3

Definition der Größen: Eine physikalische Größe besteht immer aus einem Zahlenwert und einer Einheit. Beide müssen immer angegeben werden. Bei der Besprechung bietet es sich an, zur Übersicht eine Tabelle aufzustellen:

Größe	Formelzeichen	Einheit
Strecke	s	m
Zeit	t	s
Tempo	v	$^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{s}}$
Geschwindigkeit	$\vec{v}$	$^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{s}}$

Wenn die Schüler gut in Mathe bzw. der Umrechnung von Einheiten sind, wird die Hälfte der Zeit benötigt. Die Zahl 3,6 ist nur ein Umrechnungsfaktor, der wie oben gezeigt hergeleitet werden kann.

Stunde	Zentrale Inhalte	Kommentar	Kompetenzziele Die SchülerInnen können...
1+2 10‘	<u>Was sind Bewegungen?/Wie kann man Bew. beschreiben?</u> • Einführung: - Was sind Bewegungen? Was für unterschiedliche fallen euch ein? - Physik: Bewegung = Gegenstand ändert (mit der Zeit) seinen Ort. - Was wichtig ist, um Bewegungen physikalisch zu beschreiben -> Stationen		... Bewegungen mithilfe der Größen Ort, Zeit, Tempo und Richtung beschreiben. (F)
60‘	• Stationen: - Blindes Fangen in Zeitlupe - Stadtplan (Schulweg und Dauer) - Bewegung von Spielzeug (Überschlag-Affe, Aufzieh-Männchen, Umkehr-Auto)	4er Gruppen, 2 Gr. pro Station, 15‘-20‘ pro Station AB_Station 1, AB_Station 2, AB_Station 3 Material: 4 Stadtpläne (Bremen Atlas), Überschlag-Affe, Aufzieh-Männchen, Umkehr-Auto, Augenbinden	(Blindes Fangen: Richtung + Tempo) (Stadtplan: Ort, Zeit) (Bew. von Spielzeugen: Strecke, Ort, (Zeit), Richtung, (Tempo))
20‘	• UG: - Was wurde in jeder Station gemacht und herausgefunden? - Welche Größen sind wichtig, um eine Bewegung zu beschreiben? (Ort, Zeit, Tempo, Richtung) • Merksatz: Wenn man die Bewegung eines Gegenstandes beschreibt, muss man zu bestimmten Zeitpunkten (wann) feststellen, an welchem Ort (wo) sich der Gegenstand befindet und mit welchem Tempo er sich in welche Richtung bewegt.	Alternativ als Hausaufg.: E: Notiere einen Merksatz, um die Bewegungen von Gegenständen zu beschreiben. Verwende dafür die Größen. G: Nenne die Größen, die wichtig sind zur Beschreibung von Bewegungen.	

Stunde	Zentrale Inhalte	Kommentar	Kompetenzziele Die SchülerInnen können...
3 25‘	<u>Definition der Größen</u> Zeit t [s] Strecke/Weg s [m]: Entfernung zw. zwei Orten Tempo v [m/s]: • Wie schnell man ist → Wie viel Strecke man in einer bestimmten Zeit zurücklegt. • Bsp.: Auto fährt 50km/h • Tempo = zurückgelegte Strecke/benötigte Zeit $v = s/t$ • Wie schnell ist ein Mensch/Flugzeug? Übersicht versch. Tempos • Umrechnung: m/s ↔ km/h Richtung: • Wohin? • Welche Autos bewegen sich in die gleiche Richtung? Geschwindigkeit $\vec{v}$ [m/s]: • Richtung + Tempo • Aufgabe: Welches Auto hat die gleiche Geschwindigkeit? • Bsp.: Auto fährt mit 100km/h von Hamburg nach Bremen und von Bremen nach HH. Oder: 2 laufen mit gleichem Tempo aufeinander zu. Gleiche Geschwindigkeit?	Tabelle: Größe, Formelzeichen, Einheit Folie_Tempo Folie_Richtung Ggfs. Richtungspfeile einzeichnen 3. Aufgabe: AB_Übungsaufgaben_1	... den Begriff „Strecke/Weg“ erklären. (F) ... den Begriff „Tempo“ erklären. (F) ... das Tempo eines Körpers berechnen. (F) ... Tempos in verschiedene Einheiten umrechnen und vergleichen. (F) ... den Begriff „Richtung“ erklären. (F) ... die Größe „Geschwindigkeit“ beschreiben. (F) ... zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung der Geschwindigkeit unterscheiden. (K)
20‘	Übungsaufgaben	AB_Übungsaufgaben_1	

Bewegungen beschreiben – Station 1	**Datum:**

Blindes Fangen in Zeitlupe

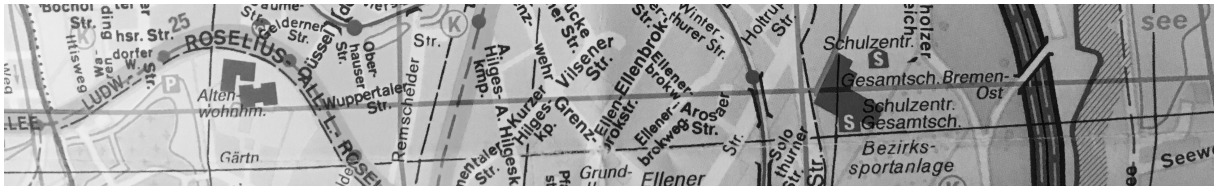
Bei diesem Spiel gibt es 4 Mitspieler: 1 Gejagter, 1 „blinder“ Fänger und 2 Assistenten. Ziel des Spiels ist es, dass der Fänger den Gejagten fängt. Aber so wäre das viel zu einfach! Deshalb werden dem Fänger die Augen verbunden. Damit der Fänger trotzdem eine Chance hat, den Gejagten zu fangen, hat er zwei Assistenten. Diese sagen dem Fänger, wo er hinlaufen soll. Außerdem darf der Gejagte nur in Zeitlupe gehen.

Aufgaben:

1. Spielt das Spiel zweimal. Wechselt nach der ersten Runde die Rollen.
2. Beantwortet anschließend die Fragen:
   (a) War es für den Fänger leicht oder schwer, den Gejagten zu fangen? Konnte er ihn überhaupt fangen?
   (b) Was haben die Assistenten getan, damit der Fänger den Gejagten fangen kann?
   (c) Welche Wörter und Sätze haben dem Fänger besonders geholfen?

Für Experten:
Versucht nun, eure Sätze „wissenschaftlicher“ zu formulieren und schreibt einen kleinen Lexikoneintrag.

Bewegungen beschreiben – Station 2	**Datum:**



Aufgaben:

1. Sucht auf dem Stadtplan (Bremen Atlas S. 44/45) die GSO und die Straße, in der ihr wohnt.

2. Sucht euren Schulweg und erklärt euch gegenseitig, wo ihr lang lauft.

3. Übertragt nun euren Schulweg möglichst genau in euer Heft.
   Benutzt dafür Bleistift und Geodreieck!

4. Wie lang ist die Strecke, die ihr lauft?
   Hinweis: 1 cm auf der Karte/ in eurer Zeichnung entsprechen 150 m.

5. Überlegt euch nun, um wie viel Uhr ihr morgens zu Hause los geht und wann ihr an der GSO ankommt.

6. Wie lange dauert euer Schulweg?

Für Experten:

Als Luftlinie bezeichnet man die kürzeste gedachte Entfernung zwischen zwei Orten.
Erklärt in eigenen Worten, was das bedeutet und wie eine Luftlinie aussieht.
Zeichnet die Luftlinie zwischen eurem Zuhause und der GSO ein. Wie lang ist sie?

Bewegungen beschreiben – Station 3	**Datum:**

Aufziehfiguren

Aufgaben:

1. Zieht den Affen und den Schiedsrichter auf und beschreibt, wie sie sich bewegen. Was ist der Unterschied?
2. Lasst den Schiedsrichter noch einmal laufen und markiert den Start- und Endpunkt. Wie weit ist der Schiedsrichter gelaufen?
   Wiederholt dies dreimal. Läuft der Schiedsrichter immer die gleiche Strecke?

Für Experten:

Welche Strecke legt der Affe zurück?

Umkehrauto

Aufgaben:

1. Stellt euch im Kreis auf, schaltet das Auto an und lasst es zwischen euch fahren. Skizziert grob den Weg des Autos und beschreibt, wie es sich bewegt.
2. Wie würdet ihr den zurückgelegten Weg des Autos einer Person erklären, die nicht zugeguckt hat? Welche Informationen sind für diese Person wichtig?

Für Experten:

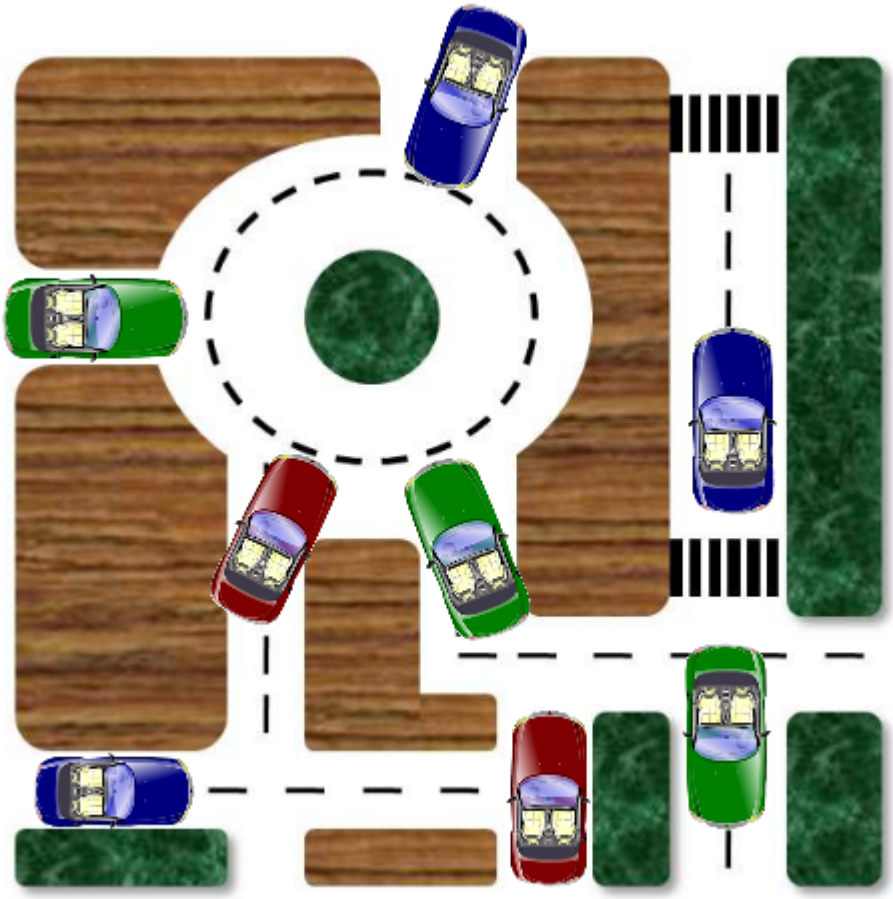
Überlegt euch zu zweit eine kurze Fahrstrecke für das Auto und skizziert sie. Erklärt nun euren zwei anderen Gruppenmitgliedern die Strecke möglichst genau, ohne ihnen eure Skizze zu zeigen! Mit Hilfe eurer Erklärungen sollen die beiden nun eure ausgedachte Strecke skizzieren. Stimmen die Skizzen überein?

Tempo	**Datum:**

	Tempo in $^{m}/_{s}$	Tempo in $^{km}/_{h}$
Weinbergschnecke	0,0008	0,003
Mensch (gehen)	1,25	4,5
Stubenfliege	2,3	8,3
Usain Bolt (WR)	10,4	37,6
Hauskatze	13,3	47,9
Gepard	29,0	104,4
Auto (Stadt)	14	50
Auto (Autobahn)	36	130
ICE 2	78	280
Flugzeug (A380)	264	950
Erde um Sonne	29800	107300
Licht	300 Mio.	1080 Mio.

Richtung	Datum:

Welche Autos bewegen sich in die gleiche Richtung?



Geschwindigkeit – Übungsaufgaben 1	**Datum:**

1. Fülle die Tabelle aus.

Größe	Formelzeichen	Einheit
Strecke		
		s
	v	
Geschwindigkeit		m/s

2. Rechne um:

1000 m = _____ km, 1 m = _____ km, 250 m = _____ km

10 km = _____ m, 4,3 km = _____ m, 0,1 km = _____ m

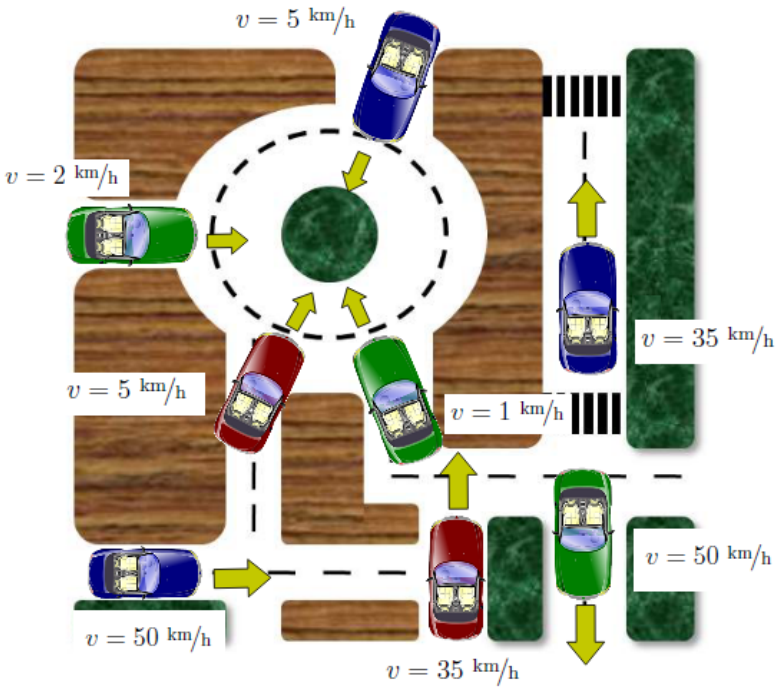
1 h = _____ min, 1 min = _____ s, 1 h = _____ s

60 min = _____ s, 10 min = _____ h, 360 s = _____ h

1 m/s = _____ km/h, 20 m/s = _____ km/h, 0,5 m/s = _____ km/h

7,2 km/h = _____ m/s, 360 km/h = _____ m/s, 18 km/h = _____ m/s

3. Welche Autos haben die gleiche Geschwindigkeit? Begründe.



Übungsaufgaben 1 – Lösungen	**Datum:**

1. Fülle die Tabelle aus.

Größe	Formelzeichen	Einheit
Strecke	s	m
Zeit	t	s
Tempo	v	m/s
Geschwindigkeit	$\vec{v}$	m/s

2. Rechne um:

$1000\,\mathrm{m} = 1\,\mathrm{km}$, $\quad 1\,\mathrm{m} = 0{,}001\,\mathrm{km}$, $\quad 250\,\mathrm{m} = 0{,}25\,\mathrm{km}$

$10\mathrm{km} = 10000\,\mathrm{m}$, $\quad 4{,}3\,\mathrm{km} = 4300\,\mathrm{m}$, $\quad 0{,}1\,\mathrm{km} = 100\,\mathrm{m}$

$1\,\mathrm{h} = 60\,\mathrm{min}$, $\quad 1\,\mathrm{min} = 60\,\mathrm{s}$, $\quad 1\,\mathrm{h} = 3600\,\mathrm{s}$

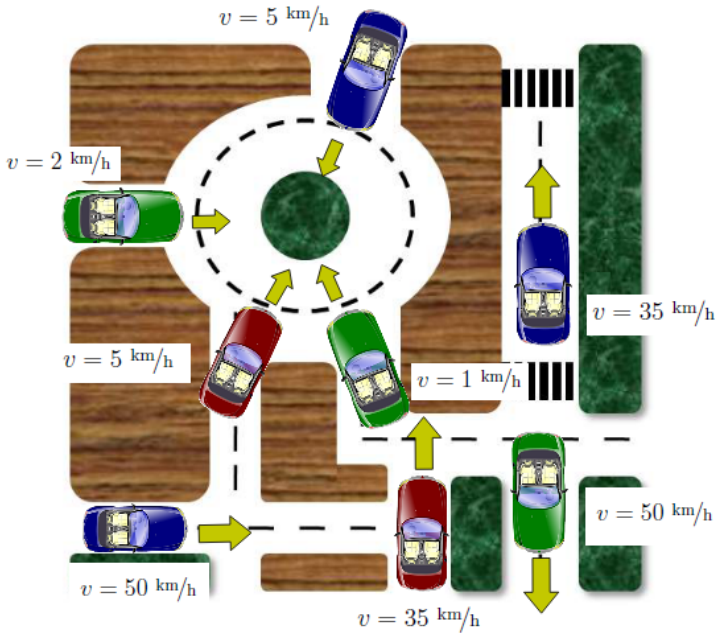
$60\,\mathrm{min} = 3600\,\mathrm{s}$, $\quad 10\,\mathrm{min} = \frac{1}{6}\,\mathrm{h} = 0{,}1667\ \mathrm{h}$, $\quad 360\,\mathrm{s} = 0{,}1\,\mathrm{h}$

$1\ \mathrm{m/s} = 3{,}6\ \mathrm{km/h}$, $\quad 20\ \mathrm{m/s} = 72\ \mathrm{km/h}$, $\quad 0{,}5\ \mathrm{m/s} = 1{,}8\ \mathrm{km/h}$

$7{,}2\ \mathrm{km/h} = 2\ \mathrm{m/s}$, $\quad 360\ \mathrm{km/h} = 100\ \mathrm{m/s}$, $\quad 18\ \mathrm{km/h} = 5\ \mathrm{m/s}$

3. Welche Autos haben die gleiche Geschwindigkeit?

   Die Autos mit $v = 35\ \mathrm{km/h}$, da gleiche Richtung und Tempo.



Stunde 4+5: Wer ist der schnellste Mensch der Welt?

Physikalischer Sachverhalt

Bewegungen können in Weg-Zeit-Diagrammen (s-t-Diagrammen) abgebildet werden (s. Abb. 3). In diesen wird die zurückgelegte Strecke in Abhängigkeit der Zeit dargestellt. Somit wird auf der y-Achse die Strecke s und auf der x-Achse die Zeit t aufgetragen. Je nach Bewegung hat der Graph einen charakteristischen Verlauf.

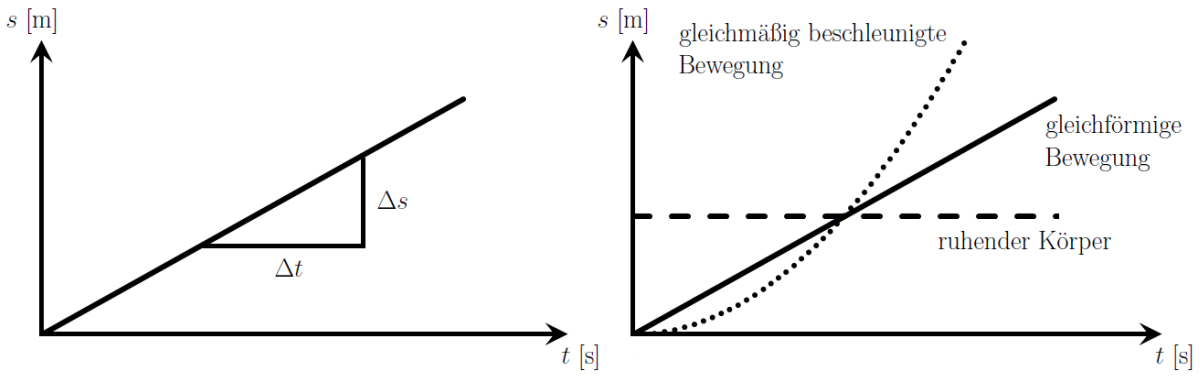


Abb. 3: Weg-Zeit-Diagramm.

Ist die Bewegung gleichförmig geradlinig, so ist die Geschwindigkeit nach Betrag und Richtung konstant. Der Graph, dessen Steigung der Geschwindigkeit entspricht, ist folglich eine Gerade. Je steiler die Gerade ist, desto größer ist das Tempo.

In dieser Stunde wird der Weltrekord-Lauf von Usain Bolt betrachtet. Zwar ändert sich Bolts Tempo während des Laufs, d.h. er beschleunigt, dennoch kann zur Vereinfachung davon ausgegangen werden, dass sein Tempo auf den einzelnen Abschnitten konstant ist. Somit kann dieses jeweils mit Hilfe der Formel $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ bzw. $v = \frac{s}{t}$ bestimmt werden. Betrachtet man gleich lange Strecken, so ist das Tempo auf dem Abschnitt mit der geringsten benötigten Zeit am größten ($v \sim \frac{1}{t}$).

Mögliche Verständnisschwierigkeiten und Schüleräußerungen

Bei der Beschreibung von Bolts Lauf ist anzunehmen, dass die Schüler äußern, dass Bolt nach dem Start schneller wird, also beschleunigt. Dies stimmt zwar, wird jedoch an dieser Stelle vernachlässigt. Da die Beschleunigung ein für die Schüler schwer zu verstehendes Konzept ist, wird sie ab Stunde 11+12 nur angenähert. Dazu wird die Zusatzgeschwindigkeit eingeführt.

Hinsichtlich der Weg-Zeit-Diagramme könnten die Achsen vertauscht werden. Da normalerweise von xy-Diagrammen gesprochen wird, kann die Bezeichnung Weg-Zeit-Diagramm irreführend sein. Die Diagramme können daher auch Zeit-Weg-Diagramme genannt werden. Ferner ist die Beschriftung der Achsen mit Größe und Einheit wichtig.

Des Weiteren sollte beachtet werden, dass Punkte in einem Diagramm generell nicht verbunden werden dürfen. Hat man mehrere Messwerte in einem Diagramm aufgetragen, so kann man eine Ausgleichsgerade bzw. -kurve durch die Punkte legen. Da allerdings das Tempo von Bolt graphisch mit Hilfe der Steigung bestimmt werden soll, muss durch jeweils zwei Punkte eine Gerade gelegt werden. Dies entspricht dem Verbinden der Punkte.

Beim Berechnen des Tempos könnte die Wahl der zurückgelegten Strecken und der dafür benötigten Zeiten Schwierigkeiten bereiten. Beim Lauf von Bolt ist jeder Abschnitt 20 m lang. Hier kann es passieren, dass die Schüler die Strecke und Zeit ab dem Start nehmen und dadurch das durchschnittliche Tempo berechnen.

Hinweis zur Stunde

Das Video ist unter `https://www.youtube.com/watch?v=By1JQFxfLMM` abrufbar (Dauer: 2 Min).

Bei der Besprechung des Diagramms sollte auf die Beschriftung der Achsen, die Bedeutung eines Punktes im Diagramm sowie den Zusammenhang von Steigung und Tempo eingegangen werden.

Wenn die Schüler den Umgang mit Koordinatensystemen gut beherrschen, wird weniger Zeit benötigt (ca. 60 Min).

Bei 3 Stunden NW pro Woche kann anschließend eine Übungsstunde (AB Übungsaufgaben 2) eingeschoben oder die Auswertung des folgenden Versuchs als Hausaufgabe aufgegeben werden.

Stunde	Zentrale Inhalte	Kommentar	Kompetenzziele Die SchülerInnen können...
4+5 20‘ 45‘ 25‘	<u>Wer ist der schnellste Mensch der Welt?/ Kann Bolt seinen WR noch verbessern?</u> • Video: WR-Lauf von Bolt - In welchem Abschnitt ist Bolt wohl am schnellsten/langsamsten? • Wie kann man das wissenschaftlich feststellen? Strecke und Zeit messen → Weg-Zeit-Diagramm • AB • Besprechung	https://www.youtube.com/watch?v=By1JQFxfLMM (Dauer: 2 Min.) AB_Der schnellste Mensch der Welt	... Bewegungen in Weg-Zeit-Diagrammen beschreiben und vergleichen. (F) ... Messdaten in Diagrammen darstellen und interpretieren. (K) ... die physikalische Bedeutung eines Punktes im Weg-Zeit-Diagramm erklären. (F)

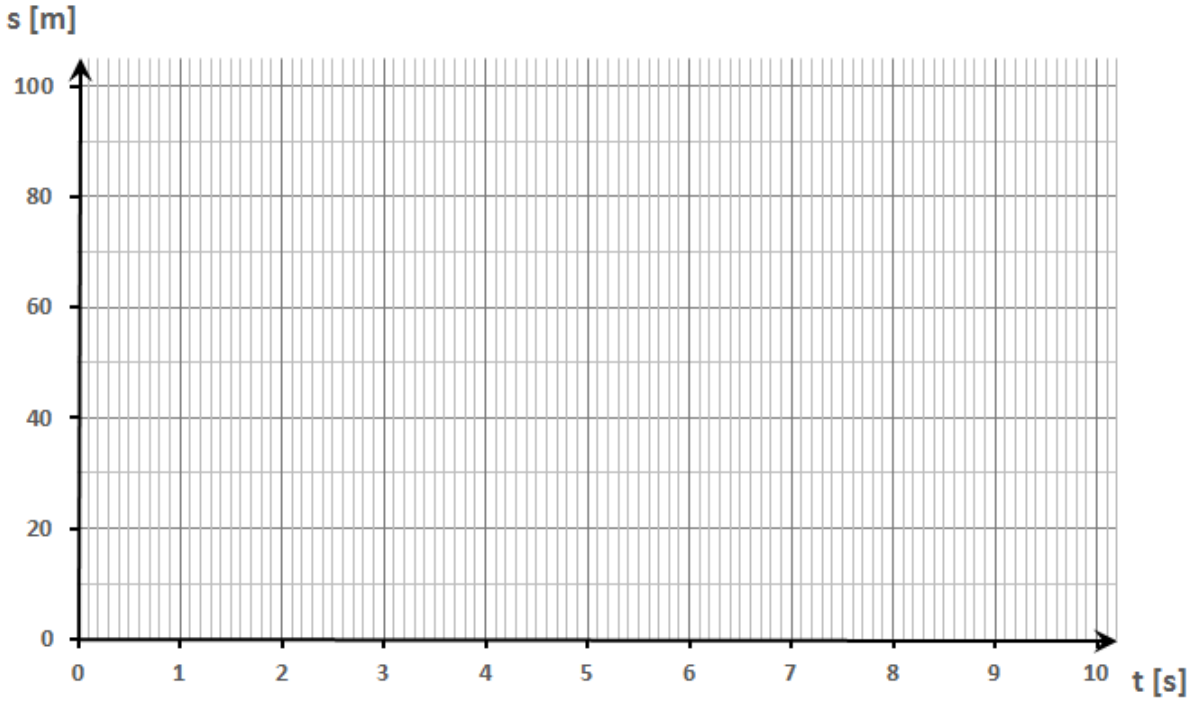
Der schnellste Mensch der Welt	**Datum:**

Am 16. August 2009 lief der Jamaikaner Usain Bolt in Berlin einen neuen Weltrekord. Er sprintete die 100 m in 9,58 s.

In der Tabelle siehst du die Zeiten, die jeweils nach 20 m gemessen wurden.

Strecke	20 m	40 m	60 m	80 m	100 m
Zeit	2,89 s	4,64 s	6,31 s	7,92 s	9,58 s

1. Stelle den Lauf von Bolt in einem *Weg-Zeit-Diagramm* graphisch dar. Runde dafür die zweite Nachkommastelle der Zeiten entsprechend auf oder ab.



2. Auf welchem 20 m-Abschnitt war Bolt am schnellsten? Auf welchem war er am langsamsten? Begründe deine Antwort.

Der schnellste Mensch der Welt	**Datum:**

3. Trage in die folgende Tabelle die Zeiten ein, die Bolt für jeden Abschnitt benötigte.

Streckenabschnitt	0 – 20 m	20 – 40 m	40 – 60 m	60 – 80 m	80 – 100 m
Benötigte Zeit					

Auf welchem Abschnitt war Bolt tatsächlich am schnellsten?

Stimmt deine Vermutung (Aufg. 2) mit den berechneten Zeiten überein?

Was sollte Bolt trainieren, um seinen eigenen Weltrekord zu brechen?

4. Berechne Bolts Tempo auf jedem 20 m-Abschnitt und sein durchschnittliches Tempo über 100 m.

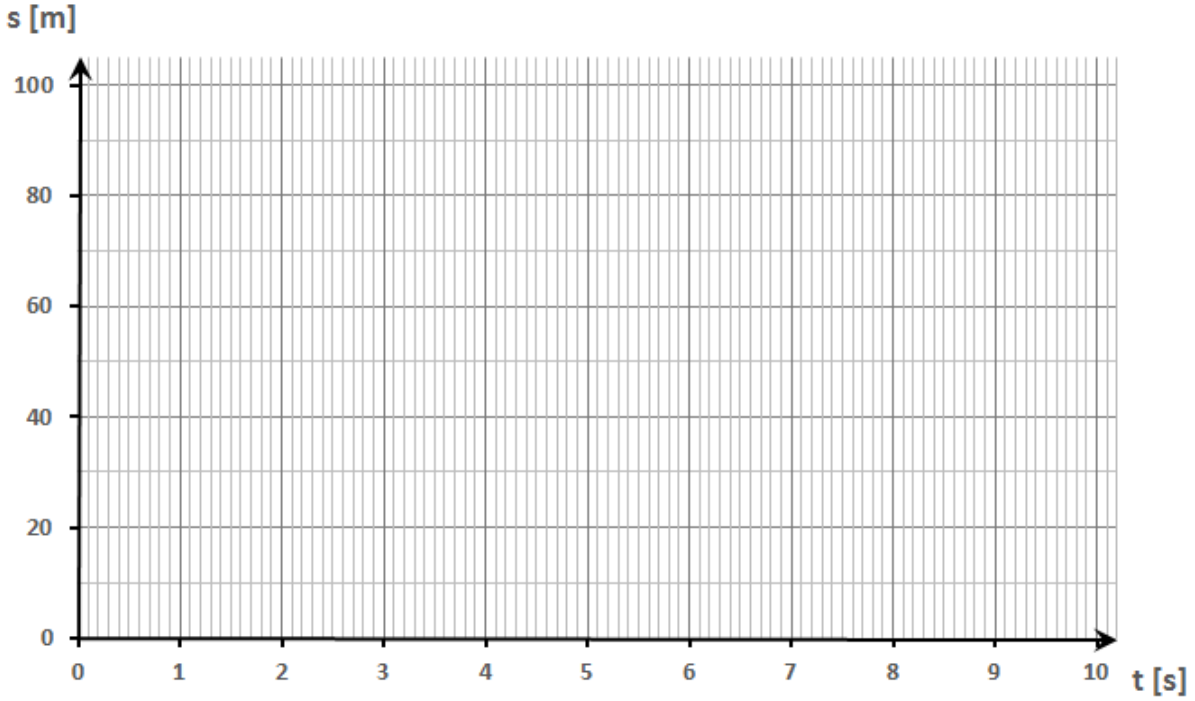
Für Experten:

In der folgenden Tabelle siehst du die Zeiten von Tyson Gay (2. Platz):

	20 m	40 m	60 m	80 m	100 m
Gay	2,92 s	4,70 s	6,39 s	8,02 s	9,71 s

1. Auf welchem Streckenabschnitt erreichte Gay das größte Tempo? Wie groß war es? War er in diesem Abschnitt schneller als Bolt?

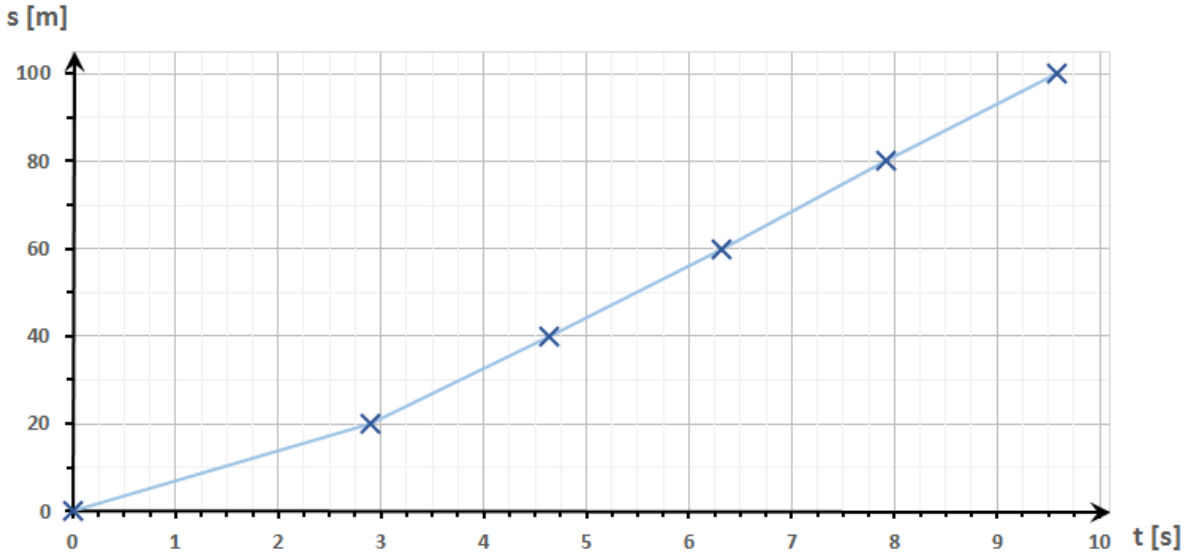
2. Erstelle für Gay ein Weg-Zeit-Diagramm. Runde dafür die zweite Nachkommastelle der Zeiten entsprechend auf oder ab.



Der schnellste Mensch der Welt – Lösungen	**Datum:**

Strecke	20 m	40 m	60 m	80 m	100 m
Zeit	2,89 s	4,64 s	6,31 s	7,92 s	9,58 s

1.



2. Auf welchem 20 m-Abschnitt war Bolt am schnellsten? 4. Abschnitt

   Auf welchem am langsamsten? 1. Abschnitt

3. Trage in die folgende Tabelle die Zeiten ein, die Bolt für jeden Abschnitt benötigte.

Streckenabschnitt	0 – 20 m	20 – 40 m	40 – 60 m	60 – 80 m	80 – 100 m
Benötigte Zeit	2,89 s	1,75 s	1,67 s	1,61 s	1,66 s

   Auf welchem Abschnitt war Bolt tatsächlich am schnellsten? 4. Abschnitt

   Was sollte Bolt trainieren, um seinen Weltrekord zu brechen? z.B. Start

3. Berechne Bolts Tempo auf jedem Abschnitt und sein durchschnittliches Tempo über 100 m.

   $v_{Durchschn.} = \frac{s}{t} = \frac{100\,\text{m}}{9{,}58\,\text{s}} = 10{,}44\ \text{m/s}$.

Streckenabschnitt	0 – 20 m	20 – 40 m	40 – 60 m	60 – 80 m	80 – 100 m
Benötigte Zeit	2,89 s	1,75 s	1,67 s	1,61 s	1,66 s
Tempo	6,92 m/s	11,43 m/s	11,98 m/s	12,42 m/s	12,05 m/s

Der schnellste Mensch der Welt – Lösungen	**Datum:**

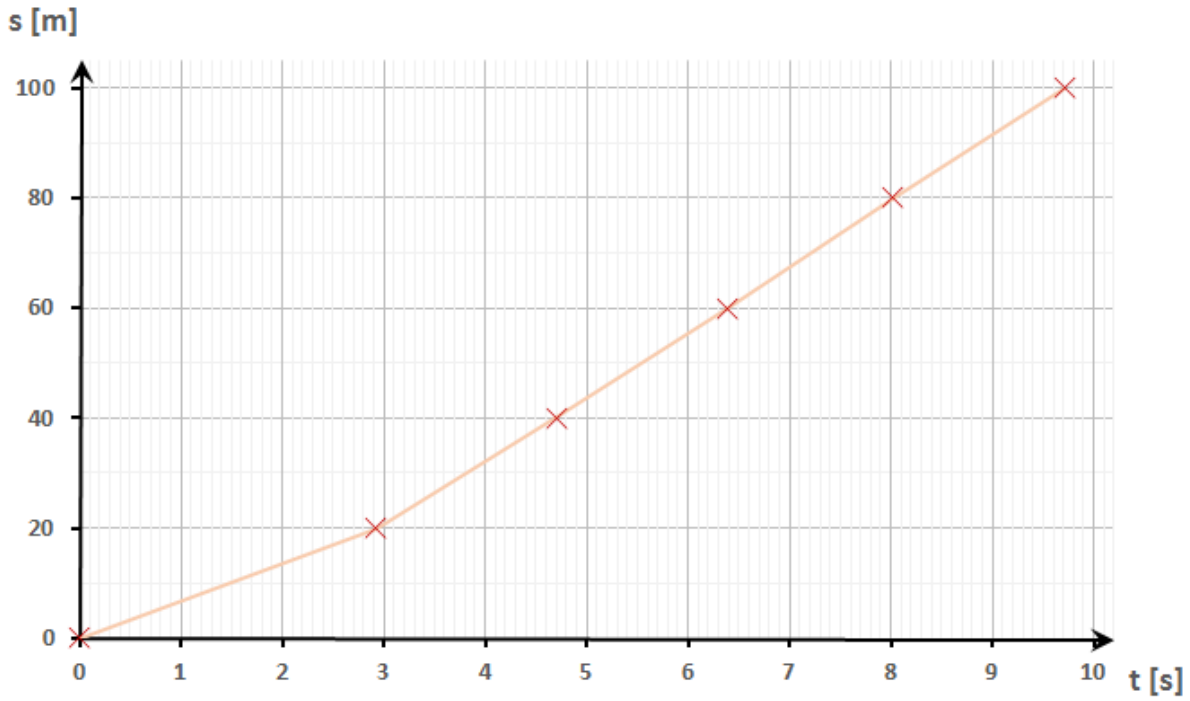
Für Experten: In der folgenden Tabelle siehst du die Zeiten von Tyson Gay (2. Platz):

	20 m	40 m	60 m	80 m	100 m
Gay	2,92 s	4,70 s	6,39 s	8,02 s	9,71 s

1. Auf welchem Streckenabschnitt erreichte Gay das größte Tempo? 4. Abschnitt.
   Wie groß war es? $v_4 = \frac{s}{t} = \frac{20\,\mathrm{m}}{1{,}63\,\mathrm{s}} = 12{,}27\ \mathrm{m/s}$.
   War er in diesem Abschnitt schneller als Bolt? Nein.

2. Erstelle für Gay ein Weg-Zeit-Diagramm. Runde dafür die zweite Nachkommastelle der Zeiten entsprechend auf oder ab.

Streckenabschnitt	0 – 20 m	20 – 40 m	40 – 60 m	60 – 80 m	80 – 100 m
Benötigte Zeit	2,92 s	1,78 s	1,69 s	1,63 s	1,69 s
Tempo	6,85 m/s	11,24 m/s	11,83 m/s	12,27 m/s	11,83 m/s



Stunde 6+7: Schnellster Läufer der Klasse

In dieser Stunde sollen die Schüler ihr eigenes Tempo bestimmen. Die Auswertung erfolgt analog zum AB_Der schnellste Mensch der Welt. Wie auch bei dem Lauf von Bolt wird zur Vereinfachung das Tempo als konstant angesehen und das durchschnittliche Tempo bestimmt.

Mögliche Verständnisschwierigkeiten und Schüleräußerungen

Bei der Erstellung des Weg-Zeit-Diagramms muss beachtet werden, dass es sich bei dem 20-, 50- und 100 m-Lauf um drei verschiedene Messungen handelt. Die Punkte dürfen im Diagramm nicht verbunden werden, die Gerade wird durch den Nullpunkt und den entsprechenden Punkt gelegt. Um Werte wie bei Bolts Lauf zu erhalten, müsste bei einem Lauf an verschiedenen Stellen die Zeit gestoppt werden.

Hinweis zur Stunde

Das Experiment sollte auf dem Sportplatz durchgeführt werden. Dort sind entsprechende Markierungen für die Strecken vorhanden. Die Zeit kann mit dem Smartphone gestoppt werden. Ggf. können nur zwei Läufe pro Schüler gemessen werden. Des Weiteren kann auch der Vergleich von unterschiedlich schnellen Läufen interessant sein.

Der Versuchsbericht orientiert sich an dem in der Physik üblichen Aufbau. Hierbei sollte darauf hingewiesen werden, dass es sich bei den Fragen nur um Leitfragen handelt, die ausführlich beantwortet werden sollten. Bei der Auswertung muss insbesondere beschrieben werden, wie man zu den Ergebnissen gekommen ist.

Stunde	Zentrale Inhalte	Kommentar	Kompetenzziele Die SchülerInnen können...
6+7 15 ‘ 30‘ 45‘	<u>Wer ist der schnellste Läufer in der Klasse?</u> • UG: - Wie kann man das feststellen? - Was braucht man für Materialien? - Wie geht man beim Experiment vor? • Exp.: 20-, 50-, 100m-Strecke laufen + Zeit stoppen • Auswertung • Versuchsbericht (ggf. Hausaufg.)	Sportplatz Material: Stoppuhren (Smartphone), ggf. Maßband (Markierung auf Sportplatz vorhanden) 3er Gr. (Läufer, Zeitstopper, Protokollant) AB_Exp. schnellster Schüler AB_Versuchsbericht	... das Experiment planen, durchführen und auswerten. (E)

Experiment: Schnellster Läufer der Klasse	**Datum:**

Messprotokoll

Name:_____

Lauf	s [m]	t [s]
1		
2		
3		

Name:_____

Lauf	s [m]	t [s]
1		
2		
3		

Name:_____

Lauf	s [m]	t [s]
1		
2		
3		

Auswertung

1. Übertrage eure Werte, so dass du ein vollständig ausgefülltes Messprotokoll hast.
2. Zeichne ein Weg-Zeit-Diagramm und trage die 100 m-Läufe deiner Gruppe ein. Überlege dir vorher, wie groß du das Diagramm zeichnen und die Achsen einteilen musst, damit man die Punkte gut erkennen kann.
3. Wer ist aus eurer Gruppe auf der 100 m-Strecke am schnellsten gelaufen? Woran kannst du das im Diagramm erkennen? Berechne außerdem das durchschnittlichen Tempos von jedem von euch.
4. Trage in das Diagramm deinen 20- und 50- m-Lauf ein und bestimme dein Durchschnittstempo. Warst du auf der 20-, 50- oder 100 m-Strecke am schnellsten?

Schreibe nun einen Versuchsbericht.

Experiment: Schnellster Läufer der Klasse	**Datum:**

Versuchsbericht

Name des Versuchs:_____

Namen der Gruppenmitglieder:_____

Datum der Versuchsdurchführung:_____

Ziel des Versuchs

Was soll in diesem Experiment herausgefunden werden?

Versuchsdurchführung

Welche Materialien habt ihr benutzt?

Wie habt ihr den Versuch durchgeführt? Beschreibe genau, was ihr gemacht habt.

Experiment: Schnellster Läufer der Klasse	**Datum:**

Versuchsauswertung

Wer ist aus eurer Gruppe auf der 100 m-Strecke am schnellsten gelaufen? Erkläre, wie du das bestimmt hast.

Auf welcher Strecke warst du am schnellsten? Erkläre, wie du das ermittelt hast und gib deine Tempos an.

Stunde 8+9: Übung

Neben dem Interpretieren von Weg-Zeit-Diagrammen soll in dieser Stunde das Berechnen von Strecke, Zeit und Tempo geübt werden.

Mathematischer Sachverhalt

Das Tempo wird mit der Formel $v = \frac{s}{t}$ berechnet. Ist nun das Tempo und eine weitere Größe bekannt, so kann durch Umstellen der Formel die fehlende Größe berechnet werden. Für die Strecke bzw. Zeit ergibt sich:

$$v = \frac{s}{t} \mid \cdot t$$
$$\Leftrightarrow s = v \cdot t$$

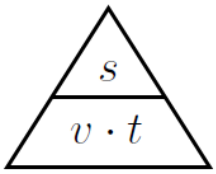
$$s = v \cdot t \mid : v$$
$$\Leftrightarrow t = \frac{s}{v}$$

Die Einheiten werden genauso miteinander verrechnet wie Zahlen.

Mögliche Verständnisschwierigkeiten und Schüleräußerungen

Schwierigkeiten wird wahrscheinlich das Umstellen der Formeln bereiten, da dies ggf. in Mathematik noch nicht behandelt wurde. Als Vorstellung kann bei der Gleichung auf eine Waage verwiesen werden, die immer im Gleichgewicht sein muss. Nimmt man beim Umstellen der Formel auf der einen Seite eine Größe weg oder fügt eine hinzu, so muss man dies auch auf der anderen Seite tun.

Zur Unterstützung kann das s, t, v-Dreieck verwendet werden. Verdeckt man die Größe, die man berechnen möchte, erhält man die benötigte Formel.



Hinweis zur Stunde

Um zu wiederholen, welche Größen, Formelzeichen und Einheiten zusammengehören, können diese einander in Form eines Puzzles zugeordnet werden. Zur Berechnung der Größen stehen mehrere Aufgaben zur Auswahl.

Bei der Bearbeitung der Aufgaben sollte besprochen werden, wie man den Lösungsweg *richtig* aufschreibt: 1. gegebene Größen, 2. gesuchte Größe, 3. Formel, 4. Rechnung, 5. Antwortsatz.

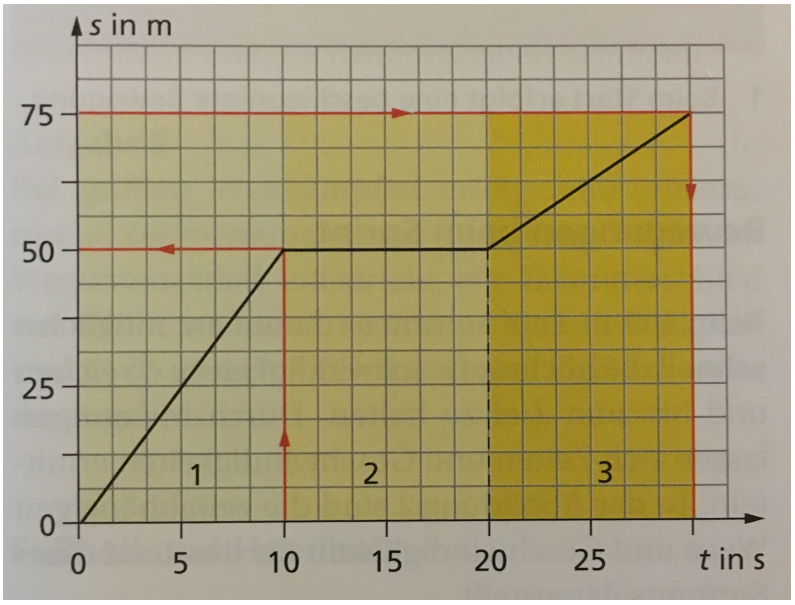
Optional: weitere Übungsstunde.

v	s	[m]	[s]
t	$\vec{v}$	[m/s]	[m/s]

Strecke	Zeit
Tempo	Geschwin-digkeit

Geschwindigkeit – Übungsaufgaben 2	**Datum:**

1. Das folgende Diagramm beschreibt die Bewegung eines Radfahrers.



(a) Beschreibe, was in den drei Abschnitten passiert.

(b) Berechne das Tempo in jedem Abschnitt.

(c) Ergänze die Sätze:

Je _____ die Gerade im Diagramm ist, desto _____ ist der Radfahrer, das heißt, umso _____ ist sein _____.
Je _____ die Gerade ist, desto _____ ist der Radfahrer.
Bewegt sich der Radfahrer _____, dann ist die Gerade im Diagramm _____ zur Zeit-Achse.

Lückeninhalte: Tempo, parallel, steiler, nicht, langsamer, höher, flacher, schneller

Geschwindigkeit – Übungsaufgaben 2	**Datum:**

Zur Bestimmung des Tempos benutzen wir die Formel $\boxed{v = \frac{s}{t}}$. Um v zu berechnen, muss also die Strecke s und die dafür benötigte Zeit t bekannt sein.

Beispiel: Usain Bolt läuft eine Strecke von 100 m in 9,58 s. Wie groß ist sein Tempo? $v = \frac{s}{t} = \frac{100\,\mathrm{m}}{9{,}58\,\mathrm{s}} = 10{,}4\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

Nun kann es aber sein, dass wir das Tempo v und die Zeit t kennen, aber nicht die Strecke. Diese kann durch Umstellen der Formel nach s berechnet werden: $\boxed{s = v \cdot t}$.

Beispiel: Bolt läuft mit einem Tempo von $v = 10{,}4$ m/s. Welche Strecke legt er in 9,58 s zurück? $s = v \cdot t = 10{,}4\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 9{,}58\,\mathrm{s} = 100\,\mathrm{m}$.

Kennen wir das Tempo v und die Strecke s, dann können wir die benötigte Zeit t berechnen: $\boxed{t = \frac{s}{v}}$.

Beispiel: Bolt läuft mit einem Tempo von $v = 10{,}4$ m/s. Wie lange braucht er für eine 100 m lange Strecke? $t = \frac{s}{v} = \frac{100\,\mathrm{m}}{10{,}4\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = 9{,}58\,\mathrm{s}$.

2. Schreibe bei jeder Aufgabe auf, welche Größen gegeben sind und welche Größe gesucht wird. Berechne dann die gesuchte Größe.

   Clara und Tim machen eine Fahrradtour.

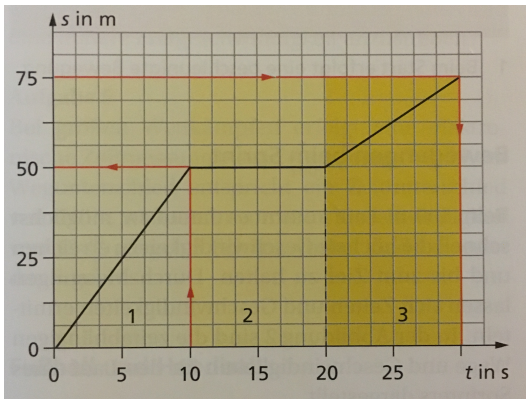
   (a) Sie fahren mit dem Tempo $v = 20$ km/h. Wie weit sind sie nach einer halben Stunde gekommen?

   (b) Clara und Tim sind 20 km von ihrem Zielort entfernt und müssen um 16.00 Uhr in der Unterkunft sein. Sie fahren weiterhin mit $v = 20$ km/h. Wann müssen sie losfahren, damit sie um 16 Uhr da sind?

   (c) Am nächsten Tag fahren die beiden zurück. Sie wollen rechtzeitig zum Mittagessen um 12.00 Uhr zu Hause sein und müssen noch 10 km fahren. Jetzt ist es 11.30 Uhr. Wie schnell müssen sie fahren?

Übungsaufgaben 2 – Lösungen	**Datum:**

1. Das folgende Diagramm beschreibt die Bewegung eines Radfahrers.



(a) Beschreibe, was in den drei Abschnitten passiert.

1: Radfahrer fährt, 2: Radfahrer steht, 3: Radfahrer fährt langsamer als in 1.

(b) Berechne das Tempo in jedem Abschnitt.

$v_1 = \frac{s}{t} = \frac{50\,\mathrm{m}}{10\,\mathrm{s}} = 5\ \mathrm{m/s}$, $v_2 = \frac{0\,\mathrm{m}}{10\,\mathrm{s}} = 0\ \mathrm{m/s}$, $v_3 = \frac{25\,\mathrm{m}}{10\,\mathrm{s}} = 2{,}5\ \mathrm{m/s}$

(c) Ergänze die Sätze:

Je <u>steiler</u> die Gerade im Diagramm ist, desto <u>schneller</u> ist der Radfahrer, das heißt, umso <u>höher</u> ist sein <u>Tempo</u>.

Je <u>flacher</u> die Gerade ist, desto <u>langsamer</u> ist der Radfahrer.

Bewegt sich der Radfahrer <u>nicht</u>, dann ist die Gerade im Diagramm <u>parallel</u> zur Zeit-Achse.

2. Schreibe bei jeder Aufgabe auf, welche Größen gegeben sind und welche gesucht wird. Berechne dann die gesuchte Größe.

Clara und Tim machen eine Fahrradtour.

(a) Sie fahren mit dem Tempo $v = 20\ \mathrm{km/h}$. Wie weit sind sie nach einer halben Stunde gekommen? $s = v \cdot t = 20\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} \cdot \frac{1}{2}\mathrm{h} = 10\,\mathrm{km}$.

(b) Clara und Tim sind 20 km von ihrem Zielort entfernt und müssen um 16.00 Uhr in der Unterkunft sein. Sie fahren weiterhin mit $v = 20\ \mathrm{km/h}$. Wann müssen sie losfahren, damit sie um 16 Uhr da sind? $t = \frac{s}{v} = \frac{20\,\mathrm{km}}{20\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}} = 1\,\mathrm{h}$, 15.00 Uhr.

(c) Am nächsten Tag fahren die beiden zurück. Sie wollen rechtzeitig zum Mittagessen um 12.00 Uhr zu Hause sein und müssen noch 10 km fahren. Jetzt ist es 11.30 Uhr. Wie schnell müssen sie fahren? $v = \frac{s}{t} = \frac{10\,\mathrm{km}}{\frac{1}{2}\mathrm{h}} = 20\ \mathrm{km/h}$.

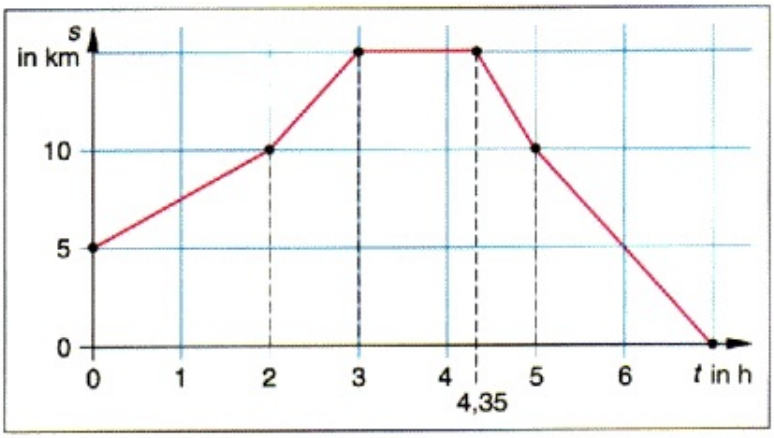
Geschwindigkeit – Übungsaufgaben 3	**Datum:**

1. Inka geht mit ihrem Hund Cuzco spazieren. Cuzco läuft die ersten 10 m in 5 s, bleibt 8 s stehen und schnüffelt an einem Baum. Er folgt dann die nächsten 20 m einer Spur auf dem Boden. Dafür benötigt er 10 s. Anschließend bleibt Cuzco noch einmal 4 s stehen und wittert. Plötzlich sieht er ein Kaninchen und verfolgt es. Dabei rennt Cuzco 50 m in 5 s. Allerdings ist das Kaninchen schneller und rettet sich in seinen Bau. Cuzco bleibt stehen und wartet auf sein Frauchen.

   (a) Stelle Cuzcos Bewegung in einem Weg-Zeit-Diagramm dar.

   (b) Berechne für jeden Abschnitt Cuzcos Tempo.

2. In dem unten abgebildeten Diagramm siehst du eine Bewegung, die in mehreren Abschnitten vorgenommen wurde. Erfinde eine kurze Geschichte, was passiert sein könnte, damit sich ein Mensch so bewegt, wie es im Diagramm zu sehen ist.



3. Die Erde bewegt sich mit einem Tempo von etwa 30.000 $^{m}/_{s}$ auf ihrer Bahn um die Sonne.

   (a) Rechne das Tempo in $^{km}/_{h}$ um.

   (b) Welchen Weg legt die Erde in einer Stunde zurück?

   (c) Wie lange benötigt die Erde für eine Strecke von 2.592.000 km?

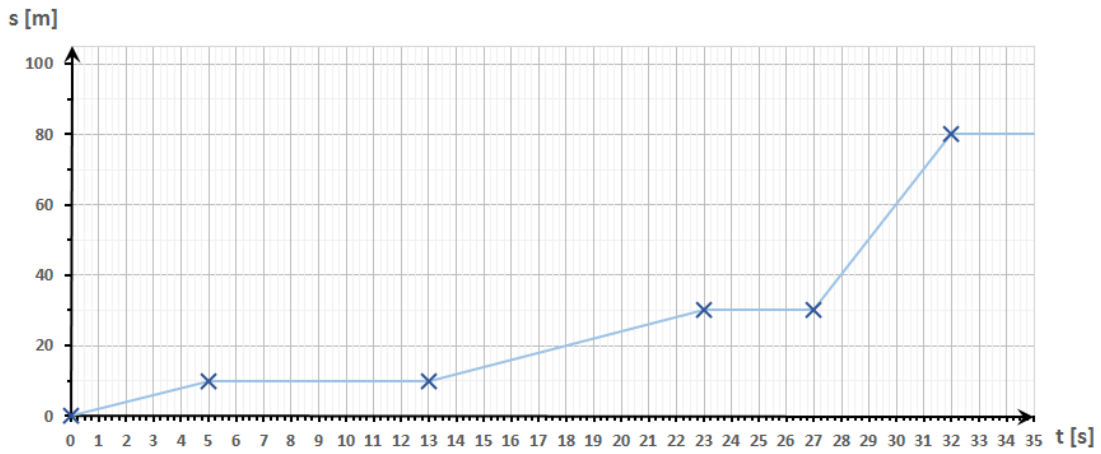
Übungsaufgaben 3 – Lösungen	**Datum:**

1. Inka geht mit ihrem Hund Cuzco spazieren. Cuzco läuft die ersten 10 m in 5 s, bleibt 8 s stehen und schnüffelt an einem Baum. Er folgt dann die nächsten 20 m einer Spur auf dem Boden. Dafür benötigt er 10 s. Anschließend bleibt Cuzco noch einmal 4 s stehen und wittert. Plötzlich sieht er ein Kaninchen und verfolgt es. Dabei rennt Cuzco 50 m in 5 s. Allerdings ist das Kaninchen schneller und rettet sich in seinen Bau. Cuzco bleibt stehen und wartet auf sein Frauchen.

   (a) Stelle Cuzcos Bewegung in einem Weg-Zeit-Diagramm dar.

   (b) Berechne für jeden Abschnitt Cuzcos Tempo. $v = \frac{s}{t}$

Strecke	10 m	0 m	20 m	0 m	50 m
Benötigte Zeit	5 s	8 s	10 s	4 s	5 s
Tempo	2 m/s	0 m/s	2 m/s	0 m/s	10 m/s



2. *Hinweis* Beispiel Bremen (0 km) – Weyhe (15 km): Person fängt 5 km vor Bremen an nach Weyhe zu laufen und läuft auf dem Rückweg bis nach Bremen zurück.

3. Die Erde bewegt sich mit einem Tempo von etwa 30.000 m/s auf ihrer Bahn um die Sonne.

   (a) Rechne das Tempo in km/h um. $v = 3{,}6 \cdot 30\,000\ \mathrm{m/s} = 108\,000\ \mathrm{km/h}$.

   (b) Welchen Weg legt die Erde in einer Stunde zurück?

   $s = v \cdot t = 108\,000\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} \cdot 1\mathrm{h} = 108\,000\,\mathrm{km}$.

   (c) Wie lange benötigt die Erde für eine Strecke von 2.592.000 km?

   $t = \frac{s}{v} = \frac{2\,592\,000\,\mathrm{km}}{108\,000\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}} = 24\,\mathrm{h}$.

Geschwindigkeit – Übungsaufgaben 4	Datum:

1. Die Stadtteile Walle und Horn-Lehe liegen 10 km auseinander. Ein Mopedfahrer fährt von Walle nach Horn-Lehe und sofort wieder zurück mit konstantem Tempo von 20 km/h. Ein zweiter Mopedfahrer fährt auf dem Hinweg mit 10 km/h, dafür auf dem Rückweg mit 30 km/h. Wer erreicht als Erster wieder den Ausgangspunkt?

   (a) Beantworte die Frage zunächst ohne Rechnung.

   (b) Berechne dann, wie lange die beiden Mopedfahrer jeweils für den Hin- und Rückweg benötigen. Überprüfe deine Antwort aus (a).

2. Ein Flugzeug steht auf der Startbahn und wartet auf die Starterlaubnis. Auf der dazu parallelen Landebahn rollt gerade ein 36 m langes, gerade gelandetes Flugzeug mit einem Tempo von 45 m/s vorbei. Berechne, wie lange ein Passagier im wartenden Flugzeug das vorbeifahrende Flugzeug aus seinem Fenster sehen kann.

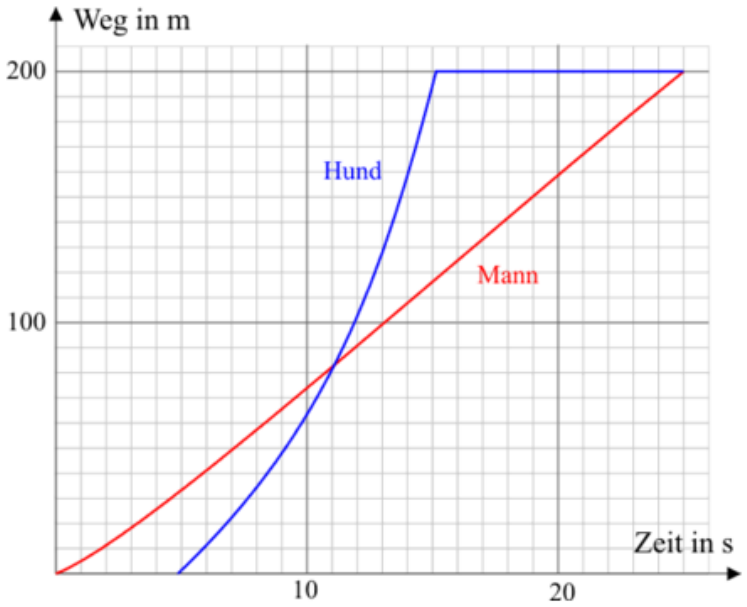
3. Ein gut trainierter Mann macht ein Wettrennen gegen seinen Hund.
   Das folgende Weg-Zeit-Diagramm stellt den Ablauf des Rennens dar.

   (a) Beschreibe den Ablauf des Rennens in eigenen Worten.

   (b) Wie lang ist die Rennstrecke?

   (c) Wann und wo überholt der Hund den Mann?

   (d) Berechne das durchschnittliche Tempo des Mannes.



Übungsaufgaben 4 – Lösungen	**Datum:**

1. Die Stadtteile Walle und Horn-Lehe liegen 10 km auseinander. Ein Mopedfahrer fährt von Walle nach Horn-Lehe und sofort wieder zurück mit konstantem Tempo von 20 $^{\text{km}}/_{\text{h}}$. Ein zweiter Mopedfahrer fährt auf dem Hinweg mit 10 $^{\text{km}}/_{\text{h}}$, dafür auf dem Rückweg mit 30 $^{\text{km}}/_{\text{h}}$. Wer erreicht als Erster wieder den Ausgangspunkt?

   (a) Beantworte die Frage zunächst ohne Rechnung.

   (b) Berechne dann, wie lange die beiden Mopedfahrer jeweils für den Hin- und Rückweg benötigen. Überprüfe deine Antwort aus (a).

   $t_{1,\text{Hinweg}} = t_{1,\text{Rückweg}} = \frac{s}{v} = \frac{10\,\text{km}}{20\ ^{\text{km}}/_{\text{h}}} = \frac{1}{2}\,\text{h}$, $t_{2,\text{Hinweg}} = \frac{10\,\text{km}}{10\ ^{\text{km}}/_{\text{h}}} = 1\,\text{h}$, $t_{2,\text{Rückweg}} = \frac{10\,\text{km}}{30\ ^{\text{km}}/_{\text{h}}} = \frac{1}{3}\,\text{h}$. Der erste Fahrer benötigt insgesamt $t_1 = 1\,\text{h}$, der zweite $t_2 = 1\,\text{h}$ 20 min.

2. Ein Flugzeug steht auf der Startbahn und wartet auf die Starterlaubnis. Auf der dazu parallelen Landebahn rollt gerade ein 36 m langes, gerade gelandetes Flugzeug mit einem Tempo von 45 $^{\text{m}}/_{\text{s}}$ vorbei. Berechne, wie lange ein Passagier im wartenden Flugzeug das vorbeifahrende Flugzeug aus seinem Fenster sehen kann.

   $t = \frac{s}{v} = \frac{36\,\text{m}}{45\ ^{\text{m}}/_{\text{s}}} = 0{,}8\,\text{s}$.

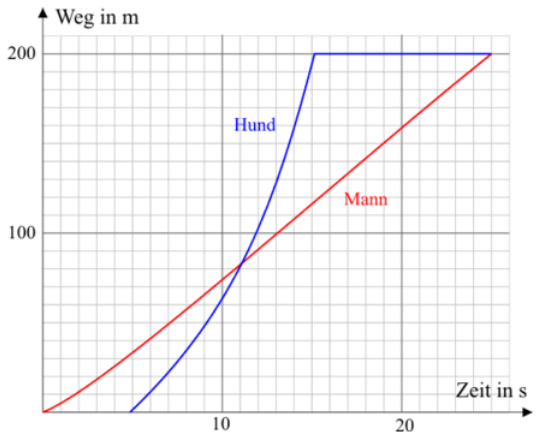
3. Ein gut trainierter Mann macht ein Wettrennen gegen seinen Hund. Das folgende Weg-Zeit-Diagramm stellt den Ablauf des Rennens dar.

   (a) Beschreibe den Ablauf des Rennens in eigenen Worten.

   (b) Wie lang ist die Rennstrecke? 200 m.

   (c) Wann und wo überholt der Hund den Mann? Nach 80 m und 11 s.

   (d) Berechne das durchschnittliche Tempo des Mannes. $v = \frac{s}{t} = \frac{200\,\text{m}}{25\,\text{s}} = 8\ ^{\text{m}}/_{\text{s}}$.



Stunde 10: Bezugssystem, (nicht) gleichförmige Bew.

Physikalischer Sachverhalt

Sitzt man in einem Flugzeug, das mit einer Geschwindigkeit von 800 $^{\mathrm{km}}/_{\mathrm{h}}$ nach Westen fliegt, so bewegt man sich offenbar mit derselben Geschwindigkeit wie das Flugzeug. Dabei betrachtet man die eigene Geschwindigkeit relativ zur Erdoberfläche. Betrachtet man nur das Innere des Flugzeugs, so ändert man, vorausgesetzt man bleibt auf dem Sitz, seinen Ort nicht. Die Erdoberfläche und das Flugzeug sind Beispiele für ein Bezugssystem. Unter einem *Bezugssystem* versteht man ein einzelnes großflächiges Objekt oder mehrere Objekte, die sich relativ zueinander in Ruhe befinden. Diesem wird ein Koordinatensystem angeheftet, mit Hilfe dessen die Ortsänderung des betrachteten Körpers bestimmt werden kann. Ob sich ein Körper bewegt oder in Ruhe befindet, hängt somit von der Wahl des Bezugssystems ab.

Wie bereits erwähnt (Stunde 4+5), heißt eine Bewegung gleichförmig, falls ihre Geschwindigkeit konstant ist. Ändert sich hingegen das Tempo und/ oder die Richtung, so handelt es sich um eine beschleunigte Bewegung. Bei konstanter Beschleunigung heißt die Bewegung gleichmäßig beschleunigt. Ein Beispiel ist der freie Fall oder der schräge Wurf. Auch die Kreisbewegung mit konstantem Tempo ist eine beschleunigte Bewegung, da sich stets ihre Richtung ändert. Ein Beispiel für diese ist das Kettenkarussell.

Zur Vereinfachung werden in dieser Einheit Bewegungen als gleichförmig bezeichnet, wenn die Geschwindigkeit konstant ist und als nicht gleichförmig, falls sich die Geschwindigkeit ändert.

Mögliche Verständnisschwierigkeiten und Schüleräußerungen

Dass das Bezugssystem mit Koordinatensystem willkürlich gewählt und platziert werden kann, ist für Schüler schwer nachzuvollziehen. Somit soll der Fokus auf dem Verständnis liegen, dass die Geschwindigkeit eines Körpers vom *Standpunkt* des Beobachters abhängt. Zur Veranschaulichung kann ein Koordinatenkreuz hinter den Wagen gehalten werden.

Ferner sind Ruhe und Bewegung für Schüler etwas fundamental Unterschiedliches. Dabei stellt die Ruhe jedoch einen Spezialfall der gleichförmigen Bewegung dar, für die $\vec{v} = 0\ ^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{s}}$ gilt.

Bei der nicht gleichförmigen Bewegung ist zu beachten, dass eine Änderung der Geschwindigkeit aufgrund einer Richtungsänderung schwer ersichtlich ist, da sich der Wagen auf

einer geraden Schiene befindet. Dies sollte thematisiert werden. Beispielsweise rutscht man im Auto leicht zur Seite, wenn man um eine scharfe Kurve fährt.

Hinweis zur Stunde

Das Bezugssystem soll lediglich im Zusammenhang mit Ruhe und Bewegung angerissen werden und ist nur für den E-Kurs relevant.

Für das Demo-Experiment wird ein Männchen (z.B. von Playmobil), eine Schiene und ein Wagen benötigt. Schiene und Wagen können den Mekruphy-Kästen entnommen werden. Das Männchen sollte für den ersten Teil des Experiments am Wagen befestigt werden.

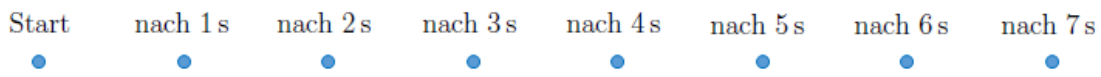
Da in der folgenden Doppelstunde mit den Mekruphy-Kästen experimentiert wird, könnte das Demo-Experiment auch als Schülerexperiment durchgeführt werden, um die Schüler mit den Kästen vertraut zu machen. Dies ist jedoch sehr zeitaufwendig und besitzt inhaltlich keinen Mehrwert.

Bei der Unterscheidung der gleichförmigen und nicht gleichförmigen Bewegung bietet es sich in Hinblick auf RoadSense an, das Anschnallen im Auto zu thematisieren. Ein Video eines Crashtests, bei dem der Aufprall mit und ohne Gurt verglichen wird, ist unter `https://www.youtube.com/watch?v=d7iYZPp2zYY` verfügbar (direkter Vergleich ab 0:29).

Stunde	Zentrale Inhalte	Kommentar	Kompetenzziele Die SchülerInnen können...
10 15‘	<u>Bezugssystem (Ruhe und Bewegung)</u> (E-Kurs) • Demo-Exp.: Männchen auf Wagen -> Bewegt sich das Männchen oder ist es in Ruhe? • UG: - Bezogen auf Fahrbahn bewegt sich Männchen - Bezogen auf Wagen bewegt sich Männchen nicht (Ruhe, v=0) - Ruhe und Bewegung sind relative Begriffe und abhängig vom Bezugssystem • Merksatz: Das Bezugssystem entspricht der „Umgebung“ des Gegenstandes.	Material: Schiene, Wagen (z.B. aus Mekruphy-Kasten), Männchen (z.B. Playmobil) festkleben	... die Bedeutung des Bezugssystems hinsichtlich des Bewegungszustands eines Körpers erklären. (F)
15‘	<u>Gleichförmige/Nicht gleichförmige Bewegung</u> • Demo-Exp.: Was passiert mit dem Männchen, wenn es nicht an dem Wagen befestigt ist? Wann rutscht/fliegt das Männchen besonders? • Wie lassen sich die Bewegungen beschreiben/unterscheiden? • UG: - Männchen sitzt ruhig, wenn konstante Geschwindigkeit (gleichförmige Bew.) - Männchen fliegt, wenn sich Tempo und/oder Richtung ändert (nicht gleichförmige Bew.) -> Anfahren/Bremsen/um Kurve fahren beim Auto • Merksatz: - Gleichförmige Bew.: $\vec{v}$ ändert sich nicht - Nicht gleichförmige Bew.: $\vec{v}$ ändert sich (Tempo und/oder Richtung)	-> Anschnallen Evtl. Video (angeschnallt vs. unangeschnallt) https://www.youtube.com/watch?v=d7iYZPp2zYY (ab 0:29 Vergleich)	... gleichförmige und nicht gleichförmige Bewegung beschreiben und vergleichen. (F)
15‘	Übungsaufgabe	AB_Gleichförmige Bewegung	

Gleichförmige Bewegung	**Datum:**

Ein Wagen verliert jede Sekunde einen Tropfen Wasser. Auf dem Tisch kann man die folgende Tropfenspur sehen.



1. Bestimme den Weg, den der Wagen pro Sekunde zurückgelegt hat. Trage deine Werte in die Tabelle ein.

Zeit [s]	1	2	3	4	5	6	7
Strecke [cm]							

2. Erstelle ein Weg-Zeit-Diagramm.

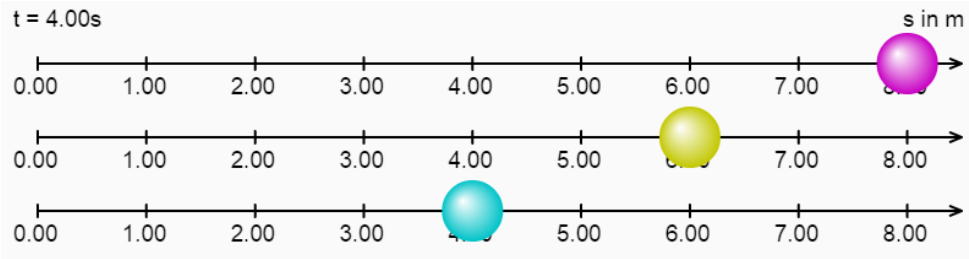
3. Ergänze den Text:

   Der Abstand zwischen den Wassertropfen ist _____.
   Der Wagen legt also in jeder Sekunde _____ zurück.
   Er fährt daher mit _____ Geschwindigkeit und bewegt sich somit _____.

   Lückeninhalte: die gleiche Strecke, gleichförmig, gleichbleibender, immer gleich groß.

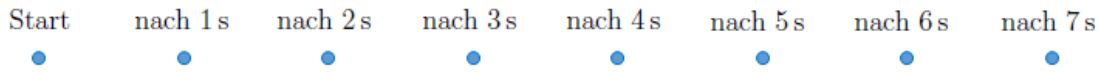
Für Experten:

In der Abbildung siehst du drei Kugeln, die sich gleichförmig bewegen. Bestimme für jede Kugel das Tempo.



Gleichförmige Bewegung – Lösungen	**Datum:**

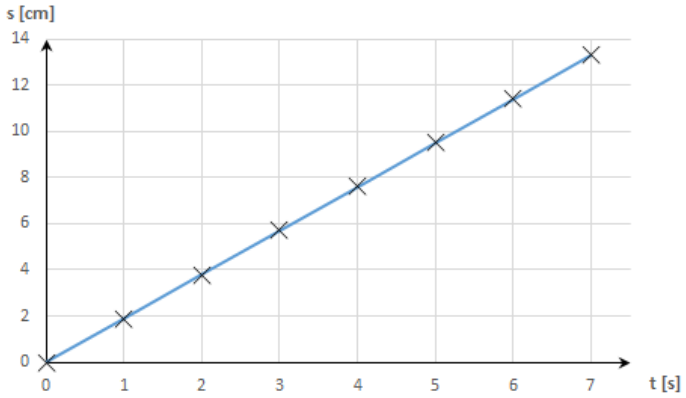
Ein Wagen verliert jede Sekunde einen Tropfen Wasser. Auf dem Tisch kann man die folgende Tropfenspur sehen.



1. Bestimme den Weg, den der Wagen pro Sekunde zurückgelegt hat.

Zeit [s]	1	2	3	4	5	6	7
Strecke [cm]	1,9	3,8	5,7	7,6	9,5	11,4	13,3

2. Erstelle ein Weg-Zeit-Diagramm.



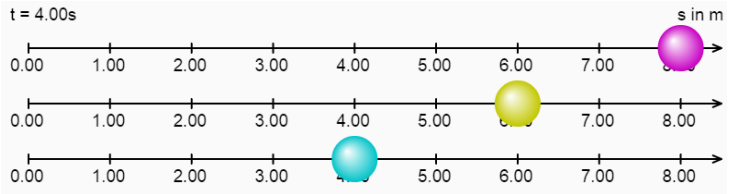
3. Ergänze den Text:

   Der Abstand zwischen den Wassertropfen ist immer gleich groß. Der Wagen legt also in jeder Sekunde die gleiche Strecke zurück. Er fährt daher mit gleichbleibender Geschwindigkeit und bewegt sich somit gleichförmig.

Für Experten:

In der Abbildung siehst du drei Kugeln, die sich gleichförmig bewegen. Bestimme für jede Kugel das Tempo.

$v_{oben} = \frac{s}{t} = \frac{8\,\mathrm{m}}{4\,\mathrm{s}} = 2\ \mathrm{m/s}$, $v_{mitte} = \frac{6\,\mathrm{m}}{4\,\mathrm{s}} = 1{,}5\ \mathrm{m/s}$, $v_{unten} = \frac{4\,\mathrm{m}}{4\,\mathrm{s}} = 1\ \mathrm{m/s}$.



Stunde 11+12: Nicht gleichförmige Bewegung, Zusatzgeschwindigkeit

Physikalischer Sachverhalt

Die Beschleunigung ist definiert als die Änderung der Geschwindigkeit pro Zeitintervall: $\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ (Einheit $^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{s}^2}$). Sie beschreibt also die Änderung des Bewegungszustands eines Körpers. Analog zur Geschwindigkeit kann die mittlere und momentane Beschleunigung bestimmt werden: $\overline{\vec{a}} = \frac{\vec{v}(t_2)-\vec{v}(t_1)}{t_2-t_1}$ bzw. $\vec{a} = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\frac{\mathrm{d}\vec{r}}{\mathrm{d}t}$. Somit ist die momentane Beschleunigung die erste Ableitung der Geschwindigkeit und die zweite Ableitung der Ortsfunktion.

Die Beschleunigung ist eine vektorielle Größe und besitzt somit einen Betrag und eine Richtung. Verringert sich die Geschwindigkeit des Körpers, ist die Beschleunigung negativ und wird auch Verzögerung genannt. Im Gegensatz zur beschleunigten Bewegung (s. Abb. 3) stellt der Graph im Weg-Zeit-Diagramm in diesem Fall eine abflachende Kurve dar.

Anstelle der Beschleunigung wird zur Vereinfachung die Zusatzgeschwindigkeit $\Delta\vec{v}$ (Einheit $^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{s}}$) eingeführt. Wird die Geschwindigkeit eines Körpers größer, so muss *etwas* hinzukommen (s. Abb. 4). Dieses Etwas wird als Zusatzgeschwindigkeit bezeichnet. Die Endgeschwindigkeit $\vec{v}_E$ ergibt sich folglich aus der Anfangsgeschwindigkeit $\vec{v}_A$ und der Zusatzgeschwindigkeit: $\vec{v}_E = \vec{v}_A + \Delta\vec{v}$.

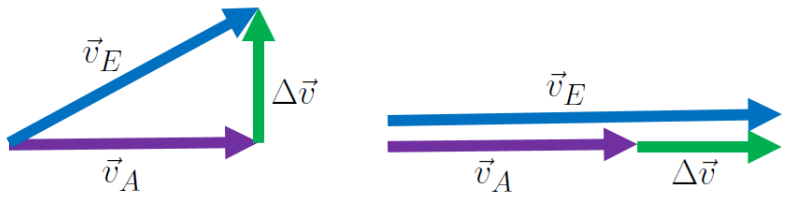


Abb. 4: Geschwindigkeitsänderung.

Im Falle der verzögerten Bewegung ($\vec{v}_E < \vec{v}_A$) ist die Zusatzgeschwindigkeit negativ.

Wie schnell die Zusatzgeschwindigkeit hinzukommt, kann nun als Beschleunigung beschrieben werden.

Mögliche Verständnisschwierigkeiten und Schüleräußerungen

Im Experiment wird eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung betrachtet. Aufgrund von Messfehlern sowie einer falschen Beschriftung der Achsen können die gemessenen Ergeb-

nisse von der Beobachtung abweichen. Außerdem können falsche Zeitwerte notiert werden, da die Schüler diese auf dem Messgerät verwechseln, sowie bei der Berechnung der Geschwindigkeit an der zweiten Lichtschranke der falsche Wert für die Strecke gewählt werden.

Hinsichtlich des Weg-Zeit-Diagramms ist anzumerken, dass die Schüler quadratische Funktionen nicht kennen. Wichtig ist, dass erkannt wird, dass der Graph einer nicht gleichförmigen Bewegung keine Gerade, sondern eine Kurve darstellt. Die Punkte dürfen nicht verbunden werden.

Das Konzept der Zusatzgeschwindigkeit ist zwar sehr leicht nachvollziehbar, jedoch kann die Bestimmung der Zusatzgeschwindigkeit anhand der im Experiment ermittelten Werte schwierig sein, da diese sehr klein sind, falls sie in die Einheit $^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{s}}$ umgerechnet werden. Hierbei würde es sich anbieten, ein einfaches Beispiel (anfahrendes Auto) zu verwenden.

Ferner wird im Experiment wieder eine gerade Schiene verwendet, sodass der Richtungsaspekt nicht ersichtlich wird. Dies muss thematisiert werden, da sonst die Gefahr besteht, dass in der Oberstufe Kreisbewegungen mit konstantem Tempo nicht als beschleunigte Bewegungen aufgefasst werden.

Hinweis zur Stunde

Diese Stunde ist inhaltlich für den E-Kurs relevant. Der G-Kurs sollte jedoch wissen, dass bei der nicht gleichförmigen Bewegung eine Zusatzgeschwindigkeit hinzukommt.

Falls die Schüler Schwierigkeiten beim Experimentieren und Zeichnen des Diagramms haben, kann die Zusatzgeschwindigkeit in der darauffolgenden Stunde eingeführt werden.

Für das Experiment werden die Mekruphy-Kästen verwendet. Dabei wird Material aus den M2- und M3-Kästen gebraucht.

Beim Experimentieren ist darauf zu achten, dass die Markierungen der Schiene auf der richtigen Seite sind und Lichtschranken entsprechend der Markierungen aufgestellt werden. Ferner müssen die Lichtschranken gerade stehen. Diese drehen sich aufgrund der Kabel von alleine weg.

Das Messgerät zeigt Δt_1, Δt_2, Δt an. Die Δ-Schreibweise wurde nicht verwendet, daher einfach ignorieren. t_1 gibt die Zeit an, die der Wagen benötigt, um durch die erste Lichtschranke zu fahren. t_2 gibt die Zeit an, die der Wagen benötigt, um durch die zweite Lichtschranke zu fahren. t gibt die Zeit an, die der Wagen für die Strecke von der ersten bis zur zweiten Lichtschranke braucht. Dabei misst die Lichtschranke, wie lange der

Lichtstrahl zwischen Sender und Empfänger unterbrochen wird. Beide befinden sich an den Enden der Lichtschranke. Daher wird nur der Messaufsatz und nicht der ganze Wagen erkannt. Da der Messaufsatz einen Durchmesser von 1 cm hat, muss bei der Berechnung des Tempos als Strecke 1 cm genommen werden.

Falls die Lichtschranke nicht funktioniert: Prüfen, ob die erste Lichtschranke mit Input 1 und die zweite Lichtschranke mit Input 2 verbunden ist. Sonst kann es sein, dass die Lichtschranke erst misst, wenn der Wagen durch die zweite Lichtschranke fährt. Wenn der Raum zu hell ist oder die Lichtschranke in der Sonne steht, misst sie nicht. Dann muss der Raum abgedunkelt werden.

Ggf. kann auf die Verwendung von Lichtschranken im Alltag hingewiesen werden. Diese sind z.B. bei Fahrstuhltüren dafür verantwortlich, dass die Türen erst schließen, wenn sie frei sind.

Beim Erstellen des Weg-Zeit-Diagramms sollte auf die Achseneinteilung geachtet werden, damit die gesamte Seite ausgenutzt wird. Ferner sollte Millimeterpapier verwendet werden.

Optional kann anschließend eine Stunde wiederholt werden. Hierfür ist das Domino gedacht.

Falls die Thematik vertieft und die Beschleunigung eingeführt wird, können beispielsweise folgende Aspekte behandelt werden: Anhalteweg Auto (vs. LKW), Abstand Autobahn, Überholweg, freier Fall (Fallschirmspringer), waagerechter Wurf.

Stunde	Zentrale Inhalte	Kommentar	Kompetenzziele Die SchülerInnen können...
11+12 30' 30‘ 30‘	<u>Nicht gleichförmige Bewegung</u> (E-Kurs) • Schülerexp. • Auswertung • UG: - (Aufg. 1/2) Graph steigt immer schneller, d.h. Wagen wird immer schneller; keine Gerade mehr -> Vgl. gleichförmige Bew. - Wenn Graph andersrum verläuft (also Kurve abflacht) -> Wagen wird langsamer - (Aufg. 3/4) Tempo anfangs langsamer, am Ende schneller -> Durchschnittstempo nicht mehr sinnvoll, deswegen Tempo an bestimmter Stelle (2. Lichtschranke) berechnen • Ggfs. Exkurs Lichtschranke: Funktion, Anwendung	Material: Mekruphy-Kästen, Millimeterpapier AB_Exp. nicht gleichförmige Bewegung, AB_Geräteübersicht_2 Momentangeschwindigkeit (Tacho)	... einfache Experimente nach Anleitung durchführen und auswerten (E).
	<u>Zusatzgeschwindigkeit</u> (E-Kurs) • Anfangsgeschw. $\vec{v}_A$ ist kleiner als Endgeschw. $\vec{v}_E$ • Geschw. wird größer -> es kommt also etwas hinzu -> Zusatzgeschw. $\Delta\vec{v}$ • Es gilt: $\vec{v}_A + \Delta\vec{v} = \vec{v}_E$ (oder $\Delta\vec{v} = \vec{v}_E - \vec{v}_A$) • $\Delta\vec{v}$ ist negativ, wenn Geschwindigkeit verringert wird. • Bsp.: Auto fährt mit $\vec{v}_A$ = 50km/h auf die Autobahn, gibt dann Gas und fährt anschließend mit $\vec{v}_E$ = 150 km/h -> $\Delta\vec{v}$ = 100km/h • Bsp.: Auto fährt mit $\vec{v}_A$ = 50km/h, bremst und bleibt mit $\vec{v}_E$ = 0 km/h stehen -> $\Delta\vec{v}$ = -50km/h	Werte aus Exp. oder einfacheres Bsp. Auto.	... den Begriff „Zusatzgeschwindigkeit“ erklären. (F) ... die Zusatzgeschwindigkeit berechnen. (F)

Stunde	Zentrale Inhalte	Kommentar	Kompetenzziele Die SchülerInnen können...
	Beschleunigung $\vec{a}$: Wie schnell kommt die Zusatzgeschwindigkeit dazu? ($\vec{a} = \Delta\vec{v}/t$ [m/s²]) „Zusammenfassung“ (Merksatz): (G+E-Kurs) Bew. -> gleichförmig -> nicht gleichförmig -> schneller, „beschleunigt“, $\Delta\vec{v} > 0$ -> langsamer, „verzögert“, $\Delta\vec{v} < 0$ HA: Zuordnung (nicht) gleichförmige Bewegung (G+E), Vergleich (nicht) gleichförmige Bewegung (E)	Damit schon mal gehört. Wird nicht weiter thematisiert. AB_Zuordnung (nicht) gleichförmige Bewegung AB_Vergleich (nicht) gleichförmige Bewegung	

Experiment: Nicht gleichförmige Bewegung	**Datum:**

↪ Lest die Versuchsanleitung und führt die folgenden Schritte genau in dieser Reihenfolge durch.

↪ Bestimmt eine Person aus eurer Gruppe, die für das Material verantwortlich ist. Diese Person holt zu Beginn das Versuchsmaterial und bringt es nach dem Versuch wieder zurück. Außerdem achtet sie darauf, dass ihr mit dem Material ordentlich umgeht und dass nichts verloren geht.

↪ Bestimmt einen Protokollanten, der die Zeitwerte abliest und aufschreibt.

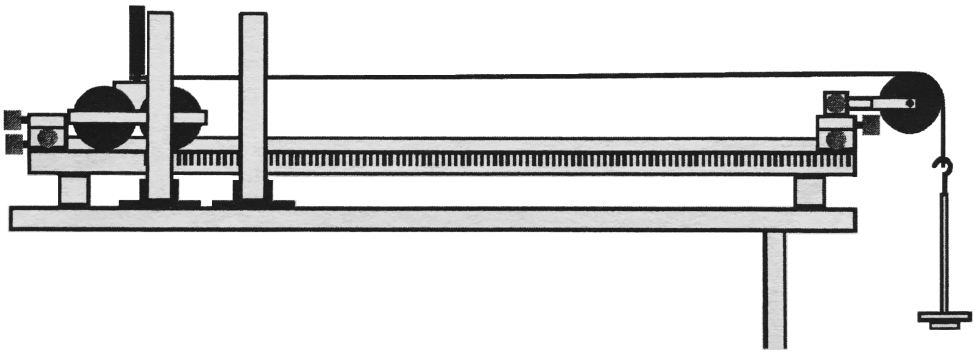
Versuchsaufbau:

↪ Holt euch einen Experimentierkasten und eine Schiene.

↪ Betrachtet die Geräteübersicht und sucht euch die benötigten Materialien aus dem Kasten heraus. Ihr braucht:

1 Messwagen	2 Schienenunterlagen	1 Massestückhalter
2 Reiter	4 Lichtschrankenfüße	1 Rolle mit Stiel
1 Lagerstift	2 Lichtschranken	1 Rollenhalter
1 Messaufsatz	1 Massestück (50 g)	1 Schnur (in Dose)
1 Digitalzeitmesser	1 Massestück (10 g)	

↪ Baut die Versuchsanordnung gemäß der Abbildung auf:



Experiment: Nicht gleichförmige Bewegung	**Datum:**

↪ Befestigt die Reiter an den Enden der Schiene.

↪ Stellt die Schiene auf die Schienenunterlagen. Achtet darauf, dass die Schiene gerade auf dem Tisch steht und der Wagen sich nicht bewegt, wenn er ruhig auf der Schiene steht.

↪ Befestigt den Rollenhalter auf dem Reiter am Ende der Schiene (nicht bei der Markierung „0“).

↪ Befestigt die Umlenkrolle (Rolle mit Stiel) an dem Rollenhalter.

↪ Befestigt die Lichtschrankenfüße an den Lichtschranken und stellt sie bei den Marken „0“ und „10“ auf. Achtet darauf, dass sie gerade stehen.

↪ Schließt die Lichtschranken an den Zeitmesser an.

↪ Steckt den Lagerstift in die Mittelbohrung des Wagens und setzt das Massestück (50 g) und den Messaufsatz darauf.

↪ Stellt den Wagen an den Reiter (ohne Rolle) auf die Schiene.

↪ Löst die Befestigungsschraube des Reiters, schaltet den Zeitmesser an und schiebt den Reiter mit Wagen langsam so weit in Richtung der ersten Lichtschranke, bis die Zeitangaben *gerade noch nicht* zu laufen beginnen. Dreht in dieser Position die Befestigungsschraube des Reiters fest und schaltet den Zeitmesser wieder aus.

↪ Befestigt die Schnur unter dem Massestück am Lagerstift, führt sie über die Umlenkrolle und hängt den Massestückhalter mit dem Massestück (10 g) an die Schnur. Haltet dabei den Wagen am Reiter fest.

Versuchsdurchführung:

↪ Lasst für den gesamten Versuch die erste Lichtschranke bei der Markierung „0“ stehen und überprüft diese Position vor jedem Teilversuch.

↪ Schaltet den Zeitmesser ein und lasst den Wagen los. Tragt die angezeigten Messwerte t und t_2 in die Tabelle ein.

↪ Drückt die Reset-Taste, um die gemessenen Zeitwerte wieder zu löschen.

↪ Bestimmt die Strecke s zwischen den Lichtschranken und tragt sie in die Tabelle ein.

Experiment: Nicht gleichförmige Bewegung	**Datum:**

↪ Schiebt die zweite Lichtschranke jeweils um 10 cm weiter auf die Markierungen „20“,..., „70“ und wiederholt den Versuch.

↪ Schaltet den Zeitmesser wieder aus.

Position 2. Lichtschranke	10	20	30	40	50	60	70
s [cm]							
t [s]							
t_2 [s]							

Hinweis: t gibt die Zeit an, die der Wagen für die Strecke von der ersten bis zur zweiten Lichtschranke braucht. t_2 gibt die Zeit an, die der Wagen benötigt, um durch die zweite Lichtschranke zu fahren.
Achtung: Die Lichtschranke erkennt nur den Messaufsatz und nicht den ganzen Wagen. Der Messaufsatz hat einen Durchmesser von 1 cm.

↪ Baut die Versuchsanordnung ab und legt die Materialien ordentlich in den Kasten.

↪ Bringt den Kasten und die Schiene wieder zurück.

Auswertung:

(1) Erstellt für den Wagen ein Weg-Zeit-Diagramm.
Verwendet dafür Millimeterpapier und benutzt die ganze Seite. Überlegt euch vorher, wie ihr die Achsen einteilen müsst.

(2) Beschreibt das Diagramm. Wie verläuft der Graph?

Für Experten:

(3) Berechnet nun das Tempo, mit dem der Wagen durch die zweite Lichtschranke fuhr (für alle Positionen der zweiten Lichtschranke).
Wieso müsst ihr für die Strecke $s = 1$ cm verwenden?

(4) Vergleicht die einzelnen Tempos miteinander. Was fällt euch auf?

Experiment: Nicht gleichförmige Bewegung – Lösungen	**Datum:**

Hinweis: Das Messgerät zeigt Δt_1, Δt_2, Δt an. Δ-Schreibweise wurde bisher nicht gemacht, daher einfach ignorieren.

t_1 gibt die Zeit an, die der Wagen benötigt, um durch die erste Lichtschranke zu fahren.

t_2 gibt die Zeit an, die der Wagen benötigt, um durch die zweite Lichtschranke zu fahren.

t gibt die Zeit an, die der Wagen für die Strecke von der ersten bis zur zweiten Lichtschranke braucht.

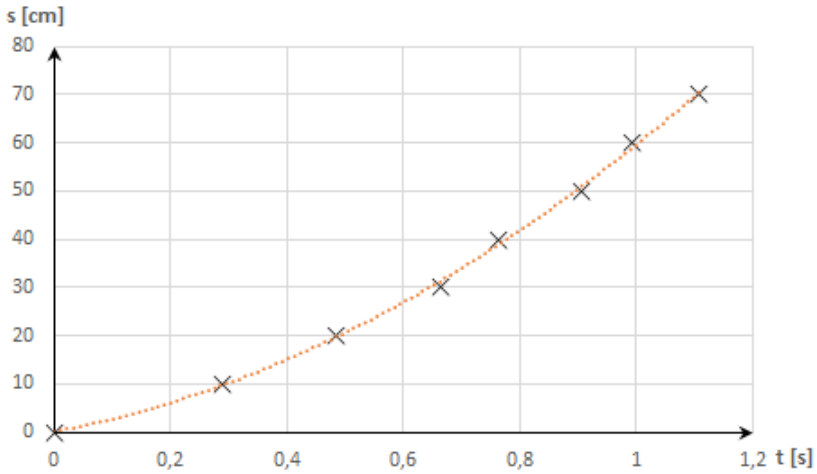
Die Lichtschranke misst, wie lange der Lichtstrahl unterbrochen wird. Sie erkennt nur den Messaufsatz und nicht den ganzen Wagen. Der Messaufsatz hat einen Durchmesser von 1 cm, deswegen muss man als Strecke 1 cm nehmen.

Mögliche Werte:

Position 2. Lichtschranke	10	20	30	40	50	60	70
s [cm]	10	20	30	40	50	60	70
t [s]	0,289	0,484	0,666	0,764	0,905	0,992	1,109
t_2 [s]	0,023	0,017	0,014	0,012	0,010	0,009	0,009

Auswertung:

(1)



(2) Beschreibt das Diagramm. Wie verläuft der Graph? Quadratisch. Keine Gerade wie bei der gleichförmigen Bewegung.

Für Experten:

(3) Berechnet nun das Tempo, mit dem der Wagen durch die zweite Lichtschranke fuhr (für alle Positionen der zweiten Lichtschranke).

Wieso müsst ihr für die Strecke $s = 1\,\text{cm}$ verwenden? s.o.

$v_{10} = \frac{s}{t} = \frac{1\,\text{cm}}{0{,}023\,\text{s}} = 43\ \text{cm/s}$

$v_{20} = \frac{1\,\text{cm}}{0{,}017\,\text{s}} = 59\ \text{cm/s}$

$v_{30} = \frac{1\,\text{cm}}{0{,}014\,\text{s}} = 71\ \text{cm/s}$

$v_{40} = \frac{1\,\text{cm}}{0{,}012\,\text{s}} = 83\ \text{cm/s}$

$v_{50} = \frac{1\,\text{cm}}{0{,}010\,\text{s}} = 100\ \text{cm/s}$

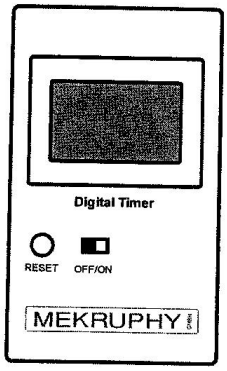
$v_{60} = \frac{1\,\text{cm}}{0{,}009\,\text{s}} = 111\ \text{cm/s}$

$v_{70} = \frac{1\,\text{cm}}{0{,}009\,\text{s}} = 111\ \text{cm/s}$

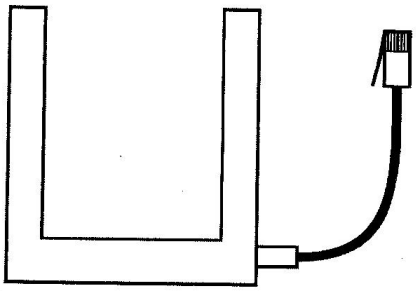
(4) Vergleicht die einzelnen Tempos miteinander. Was fällt euch auf? Tempo wird schneller.

Experiment: Nicht gleichförmige Bewegung	Datum:

Geräteübersicht



Digitalzeitmesser



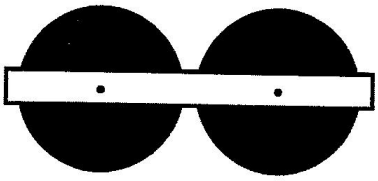
Lichtschranke

Lichtschrankenfuß

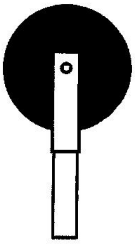
Rollenhalter

Schienenunterlage

Reiter



Messwagen

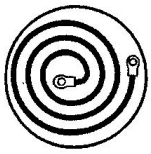


Rolle mit Stiel

Massestück-
halter

Lager-
stift

Messaufsatz



Schnur 100cm
in Dose

Massestück

Zuordnung (nicht) gleichförmige Bewegung	**Datum:**

Sind die folgenden Bewegungen gleichförmig oder nicht? Kreuze an.

☐ gleichförmig

☐ nicht gleichförmig

Es ändert sich: _____

☐ gleichförmig

☐ nicht gleichförmig

Es ändert sich: _____

☐ gleichförmig

☐ nicht gleichförmig

Es ändert sich: _____

☐ gleichförmig

☐ nicht gleichförmig

Es ändert sich: _____

Zuordnung (nicht) gleichförmige Bewegung – Lösungen	**Datum:**

Sind die folgenden Bewegungen gleichförmig oder nicht? Kreuze an.

☐ gleichförmig

✓ nicht gleichförmig

Es ändert sich: Tempo

✓ gleichförmig

☐ nicht gleichförmig

Es ändert sich: nichts

✓ gleichförmig

✓ nicht gleichförmig

Es ändert sich: Wenn man davon ausgeht, dass das Flugzeug konstant gerade fliegt, ändert sich nichts. Ansonsten Tempo und/oder Richtung.

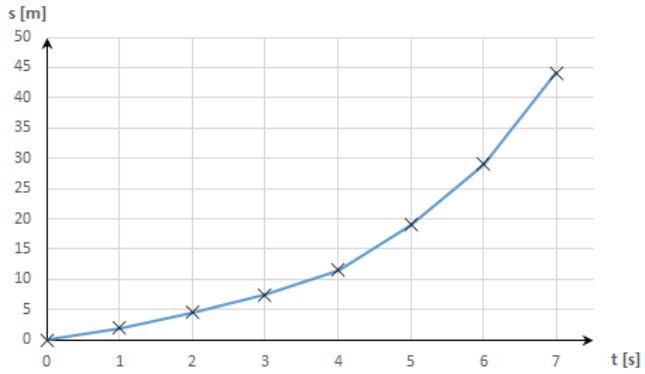
☐ gleichförmig

✓ nicht gleichförmig

Es ändert sich: Tempo

Vergleich (nicht) gleichförmige Bewegung	**Datum:**

Kreuzt an, ob es sich jeweils um eine gleichförmige, eine beschleunigte oder eine verzögerte Bewegung handelt. Begründet eure Antwort und überlegt euch ein passendes Beispiel dazu.

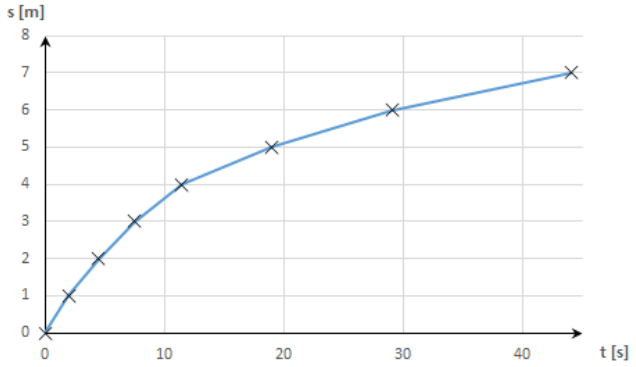


☐ gleichförmig

☐ beschleunigt

☐ verzögert

Beispiel:_____

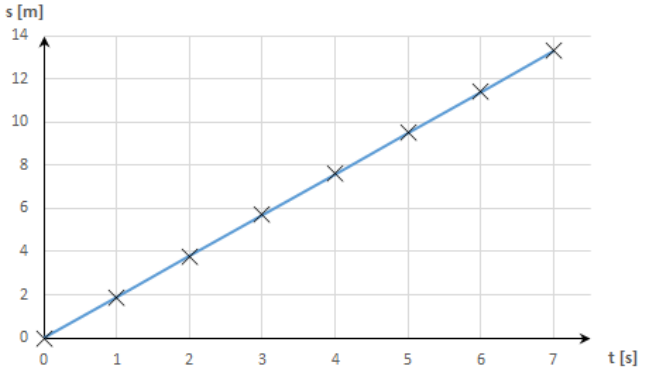


☐ gleichförmig

☐ beschleunigt

☐ verzögert

Beispiel:_____



☐ gleichförmig

☐ beschleunigt

☐ verzögert

Beispiel:_____

Die Anfangsgeschwindigkeit und die Endgeschwindigkeit sind gleich groß.

☐ gleichförmig

☐ beschleunigt

☐ verzögert

Vergleich (nicht) gleichförmige Bewegung	**Datum:**

Die Anfangsgeschwindigkeit ist größer als die Endgeschwindigkeit.

☐ gleichförmig

☐ beschleunigt

☐ verzögert

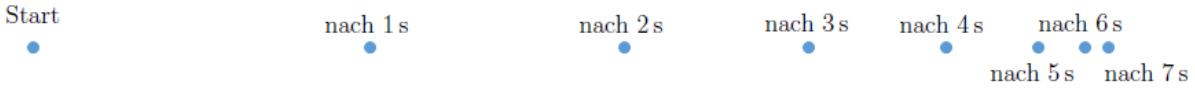
Die Anfangsgeschwindigkeit ist kleiner als die Endgeschwindigkeit.

☐ gleichförmig

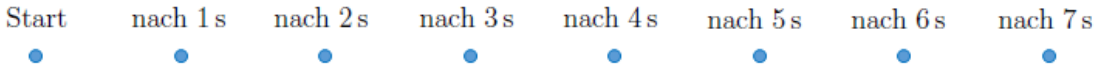
☐ beschleunigt

☐ verzögert

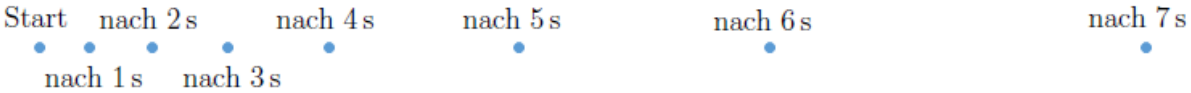
Ein Wagen verliert jede Sekunde einen Tropfen Wasser. Auf dem Tisch kann man die folgende Tropfenspur sehen.



☐ gleichförmig ☐ beschleunigt ☐ verzögert



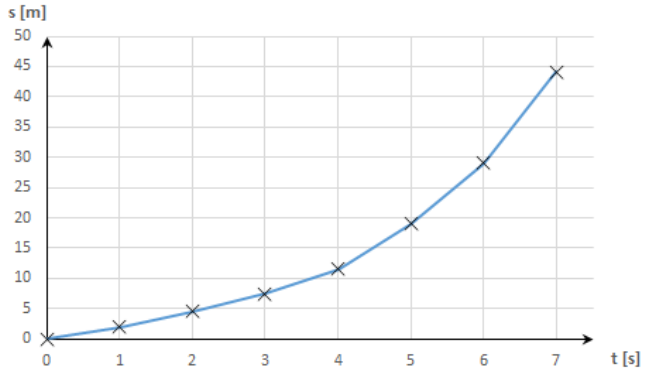
☐ gleichförmig ☐ beschleunigt ☐ verzögert



☐ gleichförmig ☐ beschleunigt ☐ verzögert

Vergleich (nicht) gleichförmige Bewegung – Lösungen	**Datum:**

Kreuzt an, ob es sich jeweils um eine gleichförmige, eine beschleunigte oder eine verzögerte Bewegung handelt. Begründet eure Antwort und überlegt euch ein passendes Beispiel dazu.

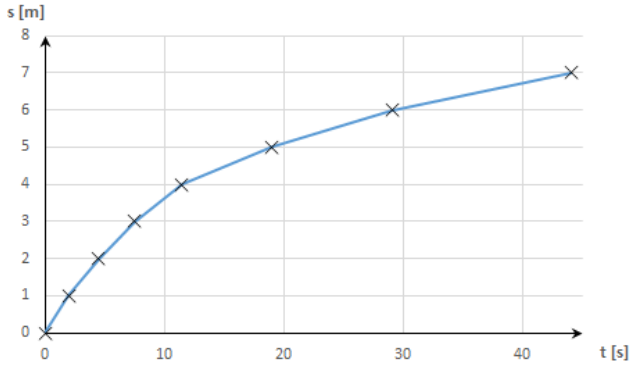


☐ gleichförmig

✓ beschleunigt

☐ verzögert

Bsp: Anfahrendes Auto

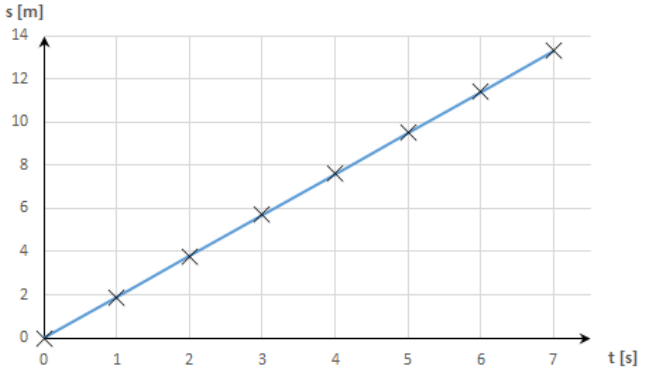


☐ gleichförmig

☐ beschleunigt

✓ verzögert

Bsp: Bremsendes Auto



✓ gleichförmig

☐ beschleunigt

☐ verzögert

Bsp: Rolltreppe

Die Anfangsgeschwindigkeit und die Endgeschwindigkeit sind gleich groß.

✓ gleichförmig

☐ beschleunigt

☐ verzögert

Vergleich (nicht) gleichförmige Bewegung – Lösungen	**Datum:**

Die Anfangsgeschwindigkeit ist größer als die Endgeschwindigkeit.

☐ gleichförmig

☐ beschleunigt

✓ verzögert

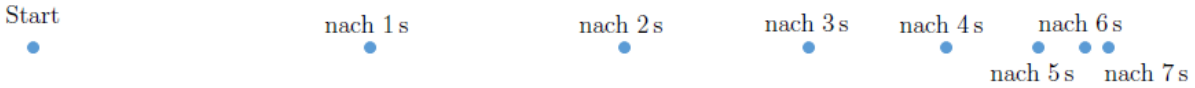
Die Anfangsgeschwindigkeit ist kleiner als die Endgeschwindigkeit.

☐ gleichförmig

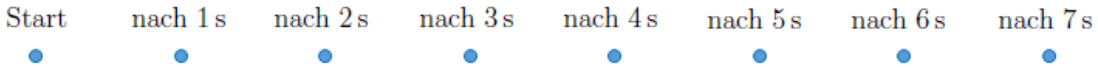
✓ beschleunigt

☐ verzögert

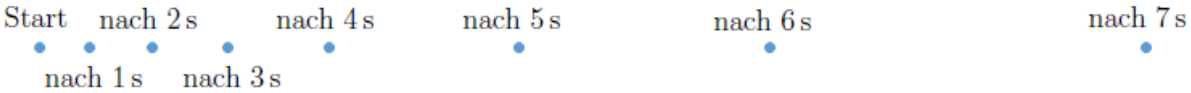
Ein Wagen verliert jede Sekunde einen Tropfen Wasser. Auf dem Tisch kann man die folgende Tropfenspur sehen.



☐ gleichförmig ☐ beschleunigt ✓ verzögert



✓ gleichförmig ☐ beschleunigt ☐ verzögert



☐ gleichförmig ✓ beschleunigt ☐ verzögert

	Maja und Lucy gehen über den Freimarkt. Sie laufen 3,6 km in einer Stunde.
Nach 8 Stunden und 6400 km ist es am Ziel angekommen.	$v = 2\frac{m}{s}$
• 3,6	Gleichförmige Bewegung
Nicht gleichförmige Bewegung	Tempo und Richtung
$v = \frac{s}{t}$	Zeit
$v = 3{,}6\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$	Marc und Kathrin fahren von München nach Bremen. Die Strecke beträgt 750km und ihr Durchschnittstempo $v = 125\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$.
Nach 6 Stunden kommen sie an ihrem Ziel an.	Ein Flugzeug fliegt mit einem durchschnittlichen Tempo von $v = 800\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$.
Pro Sekunde werden 2 m zurückgelegt.	Die Geschwindigkeit ändert sich.
Die zurückgelegte Strecke beträgt 50 km.	$\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \rightarrow \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$
Geschwindigkeit	$\Delta\vec{v} = \vec{v}_E - \vec{v}_A$
[s]	Ein Auto fährt mit Tempo $v = 100\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ eine halbe Stunde auf der Autobahn.
Zusatzgeschwindig-keit	Tempo

12

Maja und Lucy gehen über den Freimarkt. Sie laufen 3,6 km in einer Stunde.

1

Nach 8 Stunden und 6400 km ist es am Ziel angekommen.

3

$v = 2\frac{m}{s}$

4

• 3,6

11

Gleichförmige Bewegung

12

Nicht gleichförmige Bewegung

5

Tempo und Richtung

6

$v = \frac{s}{t}$

8

Zeit

9

$v = 3{,}6\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$

1

Marc und Kathrin fahren von München nach Bremen. Die Strecke beträgt 750km und ihr Durchschnittstempo $v = 125\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$.

2

Nach 6 Stunden kommen sie an ihrem Ziel an.

2

Ein Flugzeug fliegt mit einem durchschnittlichen Tempo von $v = 800\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$.

3

Pro Sekunde werden 2 m zurückgelegt.

4

Die Geschwindigkeit ändert sich.

5

Die zurückgelegte Strecke beträgt 50 km.

10

$\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \rightarrow \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$

11

Geschwindigkeit

6

$\Delta\vec{v} = \vec{v}_E - \vec{v}_A$

7

[s]

9

Ein Auto fährt mit Tempo $v = 100\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ eine halbe Stunde auf der Autobahn.

10

Zusatzgeschwindig-keit

7

Tempo

8

Stunde 13-15: Kraft

Physikalischer Sachverhalt

Newton erkannte, dass Änderungen des Bewegungszustands eines Körpers durch Wechselwirkungen des Körpers mit seiner Umwelt verursacht werden. Diese Wechselwirkungen werden durch das Konzept der Kräfte beschrieben. Ändert ein Körper seinen Bewegungszustand, so sagt man, dass eine Kraft an ihm angreift. Stoßen beispielsweise zwei Kugeln zusammen, so sagt man, dass beim Stoß jede Kugel eine Kraft auf die andere Kugel ausübt, sodass sich der jeweilige Bewegungszustand der Kugeln ändert.

Da die Beschleunigung, die die Änderung der Geschwindigkeit beschreibt, eine vektorielle Größe ist, müssen auch Kräfte Vektoren sein. Somit besitzen sie einen Betrag und eine Richtung. Das Formelzeichen der Kraft ist $\vec{F}$ (Einheit $\mathrm{N} = \frac{\mathrm{kg\,m}}{\mathrm{s}^2}$ „Newton“).

Greifen an einem Körper zwei Kräfte an, so ist die Gesamtkraft (resultierende Kraft) die Summe der Einzelkräfte: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ (Superpositionsprinzip). Beispielsweise wirken auf ein fahrendes Auto die Antriebskraft des Motors und die Reibungskraft. Ist die Gesamtkraft gleich Null, so sagt man, die Kräfte sind im Gleichgewicht.

Ein Körper bleibt in Ruhe oder in gleichförmiger geradliniger Bewegung, solange keine resultierende Kraft auf ihn wirkt (1. Newtonsche Axiom, Trägheitsgesetz). Folglich fliegt ein Raumschiff im Weltall ohne Antrieb mit gleichbleibender Geschwindigkeit immer weiter. Ursache des aus dem Alltag bekannten Abbremsens von Körpern ist die Reibungskraft.

Die Beschleunigung des Körpers ist proportional zu der auf ihn wirkenden Kraft. Es gilt $\vec{F} = m\vec{a}$, mit m Masse des Körpers (2. Newtonsche Axiom).

Wechselwirken zwei Körper miteinander, so ist die Kraft $\vec{F}_{1\to 2}$, die der Körper 1 auf den Körper 2 ausübt, gleich groß, aber entgegengesetzt gerichtet der Kraft $\vec{F}_{2\to 1}$, die der Körper 2 auf den Körper 1 ausübt: $\vec{F}_{1\to 2} = -\vec{F}_{2\to 1}$ (3. Newtonsche Axiom, Actio = Reactio). Somit treten Kräfte immer paarweise auf. Dieses Kräftepaar wirkt gleichzeitig. Zu beachten ist, dass die beiden Kräfte an unterschiedlichen Körpern angreifen. Zwei Kräfte, die auf einen Körper wirken, können kein Kräftepaar sein. Zwei Körper, die aufeinander Kraft ausüben, heißen Wechselwirkungspartner.

Alle in der Natur beobachtbaren Kräfte lassen sich auf die vier Grundkräfte zurückführen: die gravitative (zwischen Teilchen aufgrund ihrer Massen), die elektromagnetische (zwischen elektrisch geladenen Teilchen), die schwache (zwischen subatomaren Teilchen) sowie die starke Wechselwirkung (zwischen Teilchen im Inneren eines Atomkerns). Dabei werden

die im Alltag bei makroskopischen Körpern zu beobachtenden Kräfte durch die gravitative oder die elektromagnetische Wechselwirkung hervorgerufen. Erkennbar ist eine Kraftwirkung neben der Geschwindigkeitsänderung auch an einer Verformung des Körpers.

Aufgrund der Wechselwirkung mit der Erde wird auf alle Gegenstände eine Kraft ausgeübt. Diese Kraft heißt Gewichtskraft $\vec{F_G}$ (oder Erdanziehungskraft). Es gilt $\vec{F_G} = m\vec{g}$, mit $g = 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$ Erdbeschleunigung. Je größer die Masse des Körpers ist, desto größer ist seine Gewichtskraft. Der Betrag der Gewichtskraft kann mit Hilfe eines Federkraftmessers bestimmt werden. Dabei wird ausgenutzt, dass die Auslenkung einer Schraubenfeder proportional zur angreifenden Kraft ist (Hookesches Gesetz). Auch Personenwaagen beruhen auf diesem Prinzip.

Reibungskräfte sind Kontaktkräfte, die zwischen Körpern wirken, die sich berühren. So sorgt die Haftreibung beispielsweise dafür, dass Gegenstände an ihrem Ort stehen bleiben und dass man laufen kann (Beispiel Eisfläche).

Im Alltag verwendete Begriffe wie beispielsweise Vorstellungskraft, Willenskraft oder Muskelkraft sind keine Kräfte im physikalischen Sinn.

Mögliche Verständnisschwierigkeiten und Schüleräußerungen

Aufgrund der alltagssprachlichen Verwendung können hinsichtlich des Kraftbegriffs Schwierigkeiten auftreten, da dieser nicht eindeutig definiert ist. Häufig wird unter Kraft eine allgemeine Wirkungsfähigkeit verstanden, deren Bedeutung vom jeweiligen Kontext abhängt. Dabei wird Kraft oftmals als potentielle Fähigkeit, etwas zu bewirken, oder als Eigenschaft des Körpers angesehen und nicht als Wechselwirkungsgröße (z.B. Muskelkraft).

Immer, wenn man sagt, dass etwas *Kraft hat*, hat man einen physikalischen Fehler gemacht, da Kräfte nicht gespeichert werden können. Kräfte wirken nur zwischen Körpern. Als Verben kann man „wirken“ oder „ausüben“ verwenden, wenn man die Kräfte auf einen Körper beschreiben will.

Im Zusammenhang mit Bewegungen gibt es die Vorstellung, dass sich ein Körper bewegt, wenn eine Kraft im Sinne einer Antriebskraft wirkt. Diese wird mit der Bewegung verbraucht. Das 1. Newtonsche Axiom gilt für viele Schüler somit nur im Weltall.

Ferner würden nur aktive Körper (lebende oder sich bewegende Körper) Kraft ausüben, passive Körper würden höchstens Widerstand leisten.

Hinsichtlich der Wechselwirkung zweier Körper (3. Newtonsche Axiom) denken Schüler oftmals, dass Kraft und Gegenkraft am gleichen Körper angreifen. Folglich bewegt sich ein Körper, wenn die Kraft größer ist als die Gegenkraft.

Der Begriff der Wechselwirkung ist vermutlich unbekannt und kann als gegenseitige Beeinflussung beschrieben werden.

Hinweis zu Stunde 13

Die Ursache der Zusatzgeschwindigkeit wird anhand von Stationen untersucht. Für diese werden vier Murmeln, zwei Stahlkugeln und zwei Magnete benötigt. Die Schülerexperimente sind einfach und schnell durchzuführen. Anschließend sollen die Gruppen die Versuche präsentieren. Hierbei bietet es sich an, weitere Experimente vorzubereiten, sodass jede Gruppe dann ein unterschiedliches Experiment vorstellen kann. Weitere mögliche Experimente wären: Wagen anschubsen/ abbremsen, Münzen/ Kugeln gegeneinander schnipsen/ stoßen, Auto/ Ballon mit Fön pusten.

Wird Station 1 (Kugel ins Tor schießen) der Anleitung entsprechend durchgeführt, so wird das Tor im Falle der rollenden Kugel nicht getroffen (Übung 2).

Hinweis zu Stunde 14+15

Hinsichtlich der Entdeckung der Gravitation gibt es die Anekdote, dass Newton um 1666 unter einem Baum ruhte, als ihm ein Apfel auf den Kopf fiel. Daraufhin fragte er sich, warum der Apfel immer senkrecht zum Boden fällt und nicht seitwärts oder aufwärts.

Die elektrische Kraft kann anhand eines Schülerversuchs veranschaulicht werden. Dazu kann ein Luftballon oder ein Lineal an Kleidung gerieben und über Haare bzw. Papierschnipsel halten werden. Durch das Reiben wird der Ballon bzw. das Lineal geladen. Nähert man sich damit den (neutralen) Haaren bzw. Papierschnipseln, so findet in diesen eine Ladungsverschiebung statt, aufgrund dessen sie angezogen werden (Influenz).

Beim Messen der Gewichtskraft können die persönlichen Gegenstände der Schüler mit Hilfe einer Klarsichtfolie an dem Federkraftmesser befestigt werden. Die Gegenstände müssen gewogen werden. Bei den Federkraftmessern ist zu beachten, dass diese unbedingt auf Funktionalität überprüft werden müssen. Ferner muss darauf geachtet werden, dass die Schüler genau messen, sonst ist keine Abhängigkeit der Gewichtskraft von der Masse erkennbar. Ggf. lieber Massestücke verwenden.

Weiterführend kann die Erdbeschleunigung bestimmt werden, indem die Kraft durch die Masse geteilt wird. Damit könnte bestimmt werden, welche Kraft die Erde auf eine Person ausübt.

Hinsichtlich des Demo-Experiments zur Kraft = Gegenkraft ist zu beachten, dass die Stühle gleich gut rollen und die Schüler gleich schwer sein müssen. Zwei Schüler sitzen auf den Stühlen mit Rollen und heben die Füße vom Boden. Dabei halten sie ein Seil fest, die Mitte zwischen ihnen ist markiert. Beim ersten Versuch ziehen beide Schüler am Seil, beim zweiten nur ein Schüler, während sich der andere festhält. In beiden Fällen treffen sich die Schüler gleichzeitig in der Mitte. Eine ausführliche Beschreibung und Erklärung des Experiments gibt es unter `http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/kraft-und-bewegungsanderung/tauziehen-auf-radern`.

Alternativ können zwei Federkraftmesser waagerecht aneinander gehakt und dann an einem gezogen werden. Dabei wird an beiden die gleiche Kraft angezeigt.

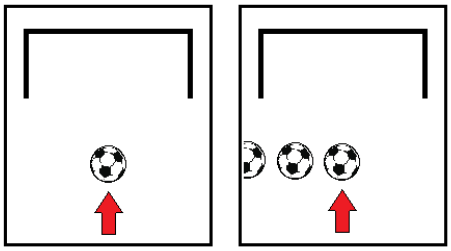
Bei Vertiefung des Themas Kräfte können einige Experimente mit den Mekruphy-Kästen (M2) durchgeführt werden.

Stunde	Zentrale Inhalte	Kommentar	Kompetenzziele Die SchülerInnen können...
13 15‘ 20‘ 10‘	<u>Was verursacht die Zusatzgeschwindigkeit?</u> • Jede Gr. eine Station (Zeit inkl. „Präsentation“ vorbereiten) - Kugel ins Tor schießen - Murmel pusten - Kugel -> Magneten/ Finger • Präsentation der Stationen: - Was habt ihr gemacht? (Aufbau + Durchführung) - Was habt ihr herausgefunden? (Ergebnisse) - Pro Station sammeln, was Zusatzgeschw. verursacht hat (1: Radiergummi/Lineal, 2: Puste, 3: Finger/Magnet) • UG: - Geschwindigkeitsänderung erfordert „Etwas“ ↔ Einwirkung (eines Körpers auf anderen = 2 Beteiligte) ≙ <u>Kraft</u> $\vec{F}$ [N] - Je stärker die Kraft desto größer die Zusatzgeschw. - Keine Krafteinwirkung = keine Zusatzgeschw. -> Körper bleibt in seinem Bewegungszustand (z.B. Rakete im Weltall fliegt immer weiter) • Merksatz: - Auf einen Körper (Gegenstand) wird Kraft ausgeübt, wenn es eine Wechselwirkung zwischen diesem und einem anderen Körper gibt. D.h. ein Körper beeinflusst den anderen. Man sagt auch: Ein Körper wirkt auf den anderen ein. - Erkennbare Kraftwirkungen sind: ▪ Änderung der Geschwindigkeit (Tempo und/oder Richtung) ▪ Formänderung (z.B. Crashtest)	Material: 4 Murmeln, 2 Stahlkugeln, 2 Magnete AB_ Station_1_Kugel in Tor AB_ Station_2_Murmel pusten AB_ Station_3_Kugel Magnet Richtung + Betrag, [N]=[kg m/s^2] „Newton“ 1. Newtonsche Axiom	... Kraft als Ursache für Geschwindigkeitsänderung und Verformung beschreiben. (F)

Stunde	Zentrale Inhalte	Kommentar	Kompetenzziele Die SchülerInnen können...
14+15 25‘	<u>Kraftarten und Wechselwirkungspartner</u> • Magnetische Kraft: Magnet – Kugel • Elektrische Kraft: Lineal – Papierschnipsel, Ballon – Haare • Gewichtskraft: Erde – Mensch/Fallschirmspringer/Apfel • Reibung(skraft): Straße – Reifen, Eis – Mensch • Willenskraft, Überzeugungskraft	Station 3 Schülerexp., Material: Lineal, Konfetti, Luftballon Apfel-Geschichte von Newton Alltagssprache	... Kraft als Wechselwirkung zwischen zwei Körpern beschreiben. (F)
35‘	<u>Kräfte messen</u> • Welche Kraft übt die Erde auf Gegenstände aus? • Schülerexp.: Gewichtskraft mit Federkraftmesser messen (5 versch. Gegenstände) • Auswertung: Tabelle (Gegenstand, Gewicht [g], Kraft [N]) und Graph (x-Achse: m [g], y-Achse: $\vec{F}$ [N]) • Feststellung: Gerade • Merksatz: Je größer die Masse des Körpers ist, desto größer ist seine Gewichtskraft.	Material: Federkraftmesser Klarsichthüllen (DIN A5), Waage	... Kräfte messen, Messwerte protokollieren und graphisch darstellen. (E) ... den Zusammenhang zwischen Masse und Gewichtskraft beschreiben. (F)
30‘	<u>Kraft = Gegenkraft</u> • Was ist mit Körper, der Kraft ausübt? Wirkt z.B. Gegenstand auch auf die Erde ein? (Kraft ist Wechselwirkung) • Demo-Exp.: 2 Schüler auf Stühlen -> Tauziehen • Feststellung: Schüler treffen sich gleichzeitig in der Mitte -> also muss auf beide die gleiche Kraft wirken. • Merksatz: Wirkt Körper 1 auf Körper 2 die Kraft $\vec{F}_{1\to2}$ aus, so übt gleichzeitig Körper 2 auf Körper 1 die Kraft $\vec{F}_{2\to1}$ aus. Beide Kräfte sind gleich groß, wirken aber in entgegengesetzte Richtung ($\vec{F}_{1\to2} = -\vec{F}_{2\to1}$).	Material: 2 Stühle mit Rollen, Seil/Tau	

Was verursacht die Zusatzgeschwindigkeit? – Station 1	**Datum:**

Im Fußballtraining werden verschiedene Situationen geübt. Bei der ersten Übung zum Elfmeterschießen sollen die Spieler den Ball aus der Ruhe so ankicken, dass das Tor getroffen wird (s. linkes Bild). Bei der nächsten Übung wird der Ball den Spielern von der Seite (parallel zum Tor) zugepasst und soll wieder genauso angekickt werden, wie eben beim Elfmeterschießen. Allerdings darf der Ball nicht gestoppt werden (s. rechtes Bild).



Simuliert die beiden Übungen mit einem kleinen **Versuch**:

1. Baut aus Stiften ein Tor und markiert den Elfmeterpunkt 18 cm vom Tor entfernt.
2. Nehmt eine Murmel und legt sie auf den Elfmeterpunkt. Versetzt ihr einen Stoß, indem ihr sie mit einem Radiergummi oder Lineal anschubst.
3. Führt beide Übungen durch. Verwendet für die zweite Übung für die Murmel eine kleine Rampe.

Was könnt ihr jeweils feststellen? Landet die Murmel bei beiden Übungen im Tor?

Beschreibt die Bewegung der Murmel. Was könnt ihr über ihre Geschwindigkeit sagen?

Was verursacht die Zusatzgeschwindigkeit? – Station 2	Datum:

Versuch 1

1. Legt die Murmel ruhig auf den Tisch. Bringt die Murmel zum Rollen, ohne sie anzufassen.
2. Beschreibt, wie ihr die Aufgabe gelöst habt. Was könnt ihr über das Tempo der Murmel sagen?

Versuch 2

1. Baut mit einem Buch eine kleine Rampe und lasst die Murmel die Rampe hinunter rollen. Versucht nun die Richtung der Murmel zu ändern, ohne sie zu berühren.
2. Beschreibt die Bewegung der Murmel. Was könnt ihr über ihre Geschwindigkeit sagen?

Was verursacht die Zusatzgeschwindigkeit? – Station 3	Datum:

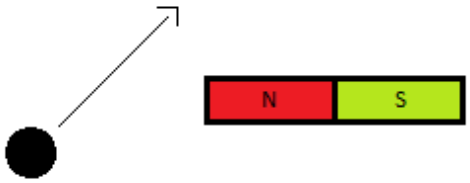
Versuch 1

1. Zeichnet auf ein Blatt einen großen Kreis und legt die Kugel darauf. Rollt nun die Kugel auf der Linie entlang. Dabei dürft ihr sie aber nur ab und zu anschubsen und nicht dauernd berühren.

2. Beschreibt in Worten, was ihr machen müsst, damit die Kugel auf dem Kreis entlang rollt. Was könnt ihr über die Geschwindigkeit der Kugel sagen?

Versuch 2

1. Schubst die Kugel an, so dass sie geradlinig weiterrollt, und nähert euch mit dem Magneten der Kugel (s. Bild).



2. Beschreibt die Bewegung der Kugel. Was könnt ihr über ihre Geschwindigkeit sagen?

Stunde 16-18: Checkliste und Klassenarbeit

Bei der Klassenarbeit liegt der Fokus auf dem Erklären der physikalischen Sachverhalte. Hinsichtlich der Rechenaufgaben ist das richtige Aufschreiben des Lösungswegs entscheidend. Die Aufgaben können im Kopf gelöst werden.

Geplant ist die Klassenarbeit für 45 Minuten.

Checkliste	**Datum:**

Ich kann...	☺	😐	☹	Beispiel (AB)
... erklären, was man in der Physik unter einer Bewegung versteht.				
... die Größen (und ihre Formelzeichen und Einheiten) nennen, die zur Beschreibung einer Bewegung wichtig sind.				
... den Unterschied zwischen Geschwindigkeit und Tempo erklären.				
... das Tempo eines Körpers berechnen.				Der schnellste Mensch der Welt: Aufg. 4
... Tempos in verschiedene Einheiten umrechnen ($^{m}/_{s} \leftrightarrow {}^{km}/_{h}$).				Übungsaufgaben 1: Aufg. 2
... bei gegebenem Tempo und Zeit die zurückgelegte Strecke berechnen.				Übungsaufgaben 2: Aufg. 2
... bei gegebenem Tempo und Strecke die benötigte Zeit berechnen.				Übungsaufgaben 2: Aufg. 2
... Bewegungen (Messdaten) in einem Weg-Zeit-Diagramm darstellen.				Der schnellste Mensch der Welt: Aufg. 1
... Bewegungen in Weg-Zeit-Diagrammen interpretieren und vergleichen.				Übungsaufgaben 2: Aufg. 1 Experiment: Schnellster Läufer der Klasse: Aufg. 3
... den Unterschied zwischen gleichförmiger und nicht gleichförmiger Bewegung beschreiben.				
... einer (nicht) gleichförmigen Bewegung ihr Weg-Zeit-Diagramm zuordnen.				Vergleich (nicht) gleichförmige Bewegung
... erklären, was die Zusatzgeschwindigkeit ist.				
... den Zusammenhang zwischen Zusatzgeschwindigkeit und Kraft beschreiben.				
... erklären, was man in der Physik unter Kraft versteht und woran man Kraftwirkungen erkennt.				
... verschiedene Kraftarten und Beispiele für Wechselwirkungspartner nennen.				

Checkliste	**Datum:**

Ich kann...	☺	😐	☹	Beispiel (AB)
... erklären, was man in der Physik unter einer Bewegung versteht.				
... die Größen (und ihre Formelzeichen und Einheiten) nennen, die zur Beschreibung einer Bewegung wichtig sind.				
... den Unterschied zwischen Geschwindigkeit und Tempo erklären.				
... das Tempo eines Körpers berechnen.				Der schnellste Mensch der Welt: Aufg. 4
... Tempos in verschiedene Einheiten umrechnen ($^{m}/_{s} \leftrightarrow {}^{km}/_{h}$).				Übungsaufgaben 1: Aufg. 2
... bei gegebenem Tempo und Zeit die zurückgelegte Strecke berechnen.				Übungsaufgaben 2: Aufg. 2
... bei gegebenem Tempo und Strecke die benötigte Zeit berechnen.				Übungsaufgaben 2: Aufg. 2
... Bewegungen (Messdaten) in einem Weg-Zeit-Diagramm darstellen.				Der schnellste Mensch der Welt: Aufg. 1
... die zurückgelegte Strecke und Zeit aus einem Weg-Zeit-Diagramm ablesen.				
... Bewegungen in Weg-Zeit-Diagrammen interpretieren und vergleichen.				Übungsaufgaben 2: Aufg. 1 Experiment: Schnellster Läufer der Klasse: Aufg. 3
... beschreiben, woran man erkennt, dass eine Kraft wirkt.				
... erklären, was man in der Physik unter Kraft versteht.				
... Beispiele für Wechselwirkungspartner nennen.				

Name:	Klasse:	Datum:

Klassenarbeit: Geschwindigkeit und Kraft (E-Kurs)

Punkte: /33

Note:

Aufgabe 1: Physikalische Größen / 3

Gib zu den unten stehenden physikalischen Größen die Formelzeichen und Einheiten an.

Größe	Formelzeichen	Einheit
Geschwindigkeit		
Strecke		
Zeit		

Aufgabe 2: Geschwindigkeit und Tempo / 6

(a) Beschreibe mit eigenen Worten die physikalische Größe Tempo.

(b) Erkläre den Unterschied zwischen Tempo und Geschwindigkeit.

Aufgabe 3: Weg-Zeit-Diagramm / 6

Der ICE 875 fährt von Mannheim nach Basel und hält unterwegs dreimal. Bei jedem Halt wurde die bereits zurückgelegte Strecke und die dafür benötigte Zeit gemessen. Die Werte sind in der folgenden Tabelle angegeben.

	Mannheim	1. Halt	2. Halt	3. Halt	Basel
Strecke [km]	0	40	110	230	270
Zeit [h]	0	0,5	2,5	3,5	4

(a) Erstelle für die Fahrt des ICEs ein Weg-Zeit-Diagramm.
(*Hinweis:* Verwende die Vorlage auf der letzten Seite.)

(b) Auf welchem Abschnitt war der ICE am langsamsten, auf welchem am schnellsten? Begründe deine Antwort, ohne zu rechnen.

Name:	Klasse:	Datum:

Aufgabe 4: Berechnung von Zeit, Strecke und Tempo / 6

Hinweis: Schreibe zuerst auf, was gegeben und was gesucht ist. Gib dann die Formel an und berechne das Ergebnis. Denke an den Antwortsatz.

(a) Ein Lastwagen fährt eine Strecke von 98 km mit einem Durchschnittstempo von 49 $^{km}/_{h}$. Wie lange ist er unterwegs?

(b) Eine Skifahrerin fährt mit einem Tempo von 20 $^{m}/_{s}$ eine Piste hinunter. Für das Abfahren der gesamten Piste benötigt sie 100 s. Wie lang ist die Piste?

(c) Ein Flugzeug benötigt für eine 4800 km lange Flugstrecke 6 h. Wie groß ist sein durchschnittliches Tempo?

Aufgabe 5: Gleichförmige und nicht gleichförmige Bewegung / 6

(a) Ein Fußballer köpft den Ball nach einem Eckstoß ins Tor. Handelt es sich dabei um eine gleichförmige oder nicht gleichförmige Bewegung? Begründe deine Antwort.

(b) Beschreibe kurz den Unterschied zwischen gleichförmiger und nicht gleichförmiger Bewegung.

(c) Gib ein Beispiel für eine gleichförmige und eine nicht gleichförmige Bewegung an.

Aufgabe 6: Kraft / 6

(a) Beschreibe mit eigenen Worten, was man in der Physik unter Kraft versteht und woran man erkennt, dass eine Kraft wirkt.

(b) Nenne 3 Kraftarten und gib jeweils ein Beispiel an, in dem die entsprechende Kraft wirkt (Wechselwirkungspartner).

Viel Erfolg!

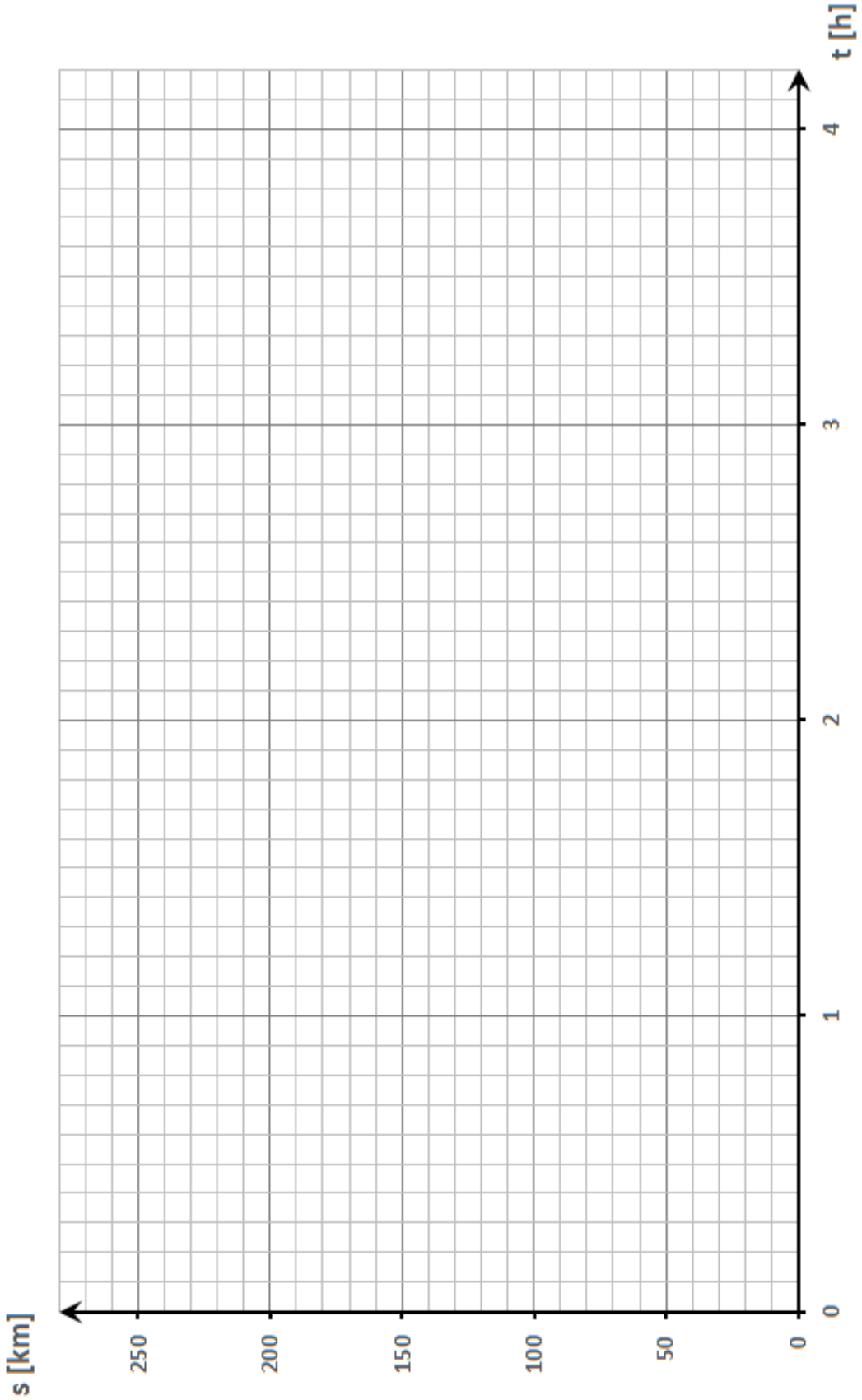
Name:	Klasse:	Datum:

Bonus-Aufgabe / 3

Zwei Fahrradfahrer fahren mit gleichmäßigem Tempo von je 16 $^{km}/_{h}$ aufeinander zu. Als sie genau 32 km voneinander entfernt sind, fliegt eine Biene vom Vorderrad eines der Fahrräder mit gleichmäßigem Tempo von 10 $^{m}/_{s}$ direkt zum Vorderrad des anderen Fahrrads. Sie berührt es, dreht sich in vernachlässigbarer Zeit um und kehrt mit dem gleichen Tempo zum ersten Fahrrad zurück, berührt dort erneut das Rad, dreht sofort wieder um und fliegt so immer hin und her. Dabei werden die aufeinanderfolgenden Flüge immer kürzer, bis die Fahrräder zusammenstoßen und die unglückliche Biene zwischen den Vorderrädern zerquetschen. Welche Gesamtstrecke hat die Biene bei den vielen Hin- und Rückflügen von dem Zeitpunkt an, als die Fahrräder 32 km voneinander entfernt waren, bis zu ihrem unseligen Ende zurückgelegt?

Name:	Klasse:	Datum:

Aufgabe 3: (a)



Name:	Klasse:	Datum:

Klassenarbeit: Geschwindigkeit und Kraft (E-Kurs) – Lösung

Punkte: /33

Note:

Aufgabe 1: Physikalische Größen / 3

Gib zu den unten stehenden physikalischen Größen die Formelzeichen und Einheiten an.

Größe	Formelzeichen	Einheit
Geschwindigkeit	$\vec{v}$ (0,5)	m/s (0,5)
Strecke	s (0,5)	m (0,5)
Zeit	t (0,5)	s (0,5)

Aufgabe 2: Geschwindigkeit und Tempo 4+2 / 6

(a) Beschreibe mit eigenen Worten die physikalische Größe Tempo.

Bedeutung: Wie schnell man ist (Wie viel Strecke man in einer bestimmten Zeit zurückgelegt) (2), $v\,(=\frac{s}{t})$ (1), Einheit m/s (1)

(b) Erkläre den Unterschied zwischen Tempo und Geschwindigkeit.

Geschwindigkeit=Tempo+Richtung

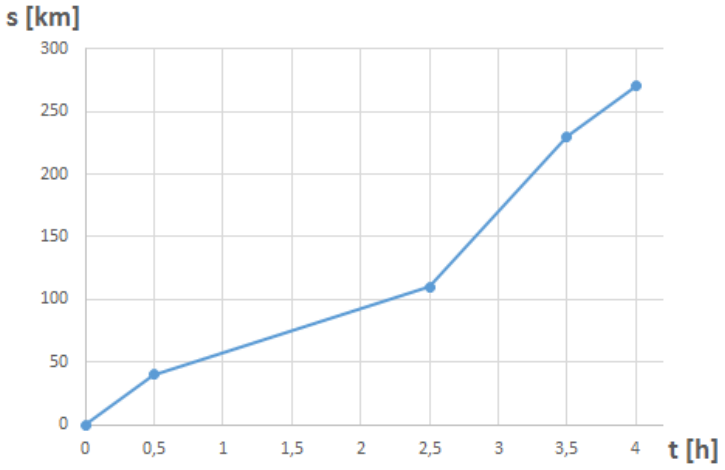
Aufgabe 3: Weg-Zeit-Diagramm 4+2 / 6

Der ICE 875 fährt von Mannheim nach Basel und hält unterwegs dreimal. Bei jedem Halt wurde die bereits zurückgelegte Strecke und die dafür benötigte Zeit gemessen. Die Werte sind in der folgenden Tabelle angegeben.

	Mannheim	1. Halt	2. Halt	3. Halt	Basel
Strecke [km]	0	40	110	230	270
Zeit [h]	0	0,5	2,5	3,5	4

Name:	Klasse:	Datum:

(a) Erstelle für die Fahrt des ICEs ein Weg-Zeit-Diagramm.



(b) Auf welchem Abschnitt war der ICE am langsamsten, auf welchem am schnellsten? Am langsamsten: zweiter Abschnitt, da Steigung am flachsten (1). Am schnellsten: dritter Abschnitt, da Steigung am steilsten (1).

Aufgabe 4: Berechnung von Zeit, Strecke und Tempo 2+2+2 / 6

Hinweis: Schreibe zuerst auf, was gegeben und was gesucht ist. (0,5) Gib dann die Formel an und berechne das Ergebnis. (1) Denke an den Antwortsatz. (0,5)

(a) Ein Lastwagen fährt eine Strecke von 98 km mit einem Durchschnittstempo von 49 $^{\text{km}}/_{\text{h}}$. Wie lange ist er unterwegs? $t = \frac{s}{v} = \frac{98\,\text{km}}{49\ ^{\text{km}}/_{\text{h}}} = 2\,\text{h}$

(b) Eine Skifahrerin fährt mit einem Tempo von 20 $^{\text{m}}/_{\text{s}}$ eine Piste hinunter. Für das Abfahren der gesamten Piste benötigt sie 100 s. Wie lang ist die Piste?
$s = v \cdot t = 20\ ^{\text{m}}/_{\text{s}} \cdot 100\,\text{s} = 2000\,\text{m}$

(c) Ein Flugzeug benötigt für eine 4800 km lange Flugstrecke 6 h. Wie groß ist sein durchschnittliches Tempo? $v = \frac{s}{t} = \frac{4800\,\text{km}}{6\,\text{h}} = 800\ ^{\text{km}}/_{\text{h}}$

Aufgabe 5: Gleichförmige und nicht gleichförmige Bewegung 2+2+2 / 6

(a) Ein Fußballer köpft den Ball nach einem Eckstoß ins Tor. Handelt es sich dabei um eine gleichförmige oder nicht gleichförmige Bewegung? Nicht gleichförmige Bewegung (1), da sich Richtung (und Tempo) des Balls ändert (1).

Name:	Klasse:	Datum:

(b) Beschreibe kurz den Unterschied zwischen gleichförmiger und nicht gleichförmiger Bewegung. Gleichförmig: Geschwindigkeit ändert sich nicht (0,5). Nicht gleichförmig: Geschwindigkeit ändert sich (beschleunigt (schneller)/verzögert (langsamer)) (0,5), Zusatzgeschwindigkeit (0,5), Graphen (0,5).

(c) Gib ein Beispiel für eine gleichförmige und eine nicht gleichförmige Bewegung an.
Z.B. gleichförmig: Rolltreppe (1), nicht gleichförmig: Auto bremst (1).

Aufgabe 6: Kraft 3+3 / 6

(a) Beschreibe mit eigenen Worten, was man in der Physik unter Kraft versteht und woran man erkennt, dass eine Kraft wirkt.
Wechselwirkung zwischen 2 Körpern (1)
Erkennbare Kraftwirkungen: Änderung der Geschwindigkeit (1), Formänderung (1)

(b) Nenne 3 Kraftarten (0,5) und gib jeweils ein Beispiel an, in dem die entsprechende Kraft wirkt (Wechselwirkungspartner) (0,5). Bsp.: Magnetische Kraft: Magnet - (Stahl-)Kugel; Elektr. Kraft: Lineal - Papierschnipsel; Schwerkraft: Apfel - Erde.

Bonus-Aufgabe / 3

Zwei Fahrradfahrer fahren mit gleichmäßigem Tempo von je 16 $^{km}/_{h}$ aufeinander zu. Als sie genau 32 km voneinander entfernt sind, fliegt eine Biene vom Vorderrad eines der Fahrräder mit gleichmäßigem Tempo von 10 $^{m}/_{s}$ direkt zum Vorderrad des anderen Fahrrads. Sie berührt es, dreht sich in vernachlässigbarer Zeit um und kehrt mit dem gleichen Tempo zum ersten Fahrrad zurück, berührt dort erneut das Rad, dreht sofort wieder um und fliegt so immer hin und her. Dabei werden die aufeinanderfolgenden Flüge immer kürzer, bis die Fahrräder zusammenstoßen und die unglückliche Biene zwischen den Vorderrädern zerquetschen. Welche Gesamtstrecke hat die Biene bei den vielen Hin- und Rückflügen von dem Zeitpunkt an, als die Fahrräder 32 km voneinander entfernt waren, bis zu ihrem unseligen Ende zurückgelegt?
Fahrradfahrer fahren jeweils 16 km bis sie sich treffen und benötigen dafür eine Stunde.
Biene fliegt eine Stunde mit 36 $^{km}/_{h}$ und legt somit eine Strecke von 36 km zurück.

Name:	Klasse:	Datum:

Klassenarbeit: Geschwindigkeit und Kraft (G-Kurs)

Punkte: /30

Note:

Aufgabe 1: Physikalische Größen / 3

Gib zu den unten stehenden physikalischen Größen die Formelzeichen und Einheiten an.

Größe	Formelzeichen	Einheit
Geschwindigkeit		
Strecke		
Zeit		

Aufgabe 2: Geschwindigkeit und Tempo / 6

(a) Beschreibe mit eigenen Worten die physikalische Größe Tempo.

(b) Erkläre den Unterschied zwischen Tempo und Geschwindigkeit.

Aufgabe 3: Weg-Zeit-Diagramm / 6

Der ICE 875 fährt von Mannheim nach Basel und hält unterwegs dreimal. Bei jedem Halt wurde die bereits zurückgelegte Strecke und die dafür benötigte Zeit gemessen.
Die Werte sind in der folgenden Tabelle angegeben.

	Mannheim	1. Halt	2. Halt	3. Halt	Basel
Strecke [km]	0	40	110	230	270
Zeit [h]	0	0,5	2,5	3,5	4

(a) Erstelle für die Fahrt des ICEs ein Weg-Zeit-Diagramm.
(*Hinweis:* Verwende die Vorlage auf der letzten Seite.)

(b) Auf welchem Abschnitt war der ICE am langsamsten? Begründe deine Antwort, ohne zu rechnen.

Name:	Klasse:	Datum:

Aufgabe 4: Formeln / 3

(a) Mit welcher Formel berechnet man die Zeit? _____

(b) Mit welcher Formel berechnet man das Tempo? _____

(c) Mit welcher Formel berechnet man die Strecke? _____

Aufgabe 5: Berechnung von Zeit, Strecke und Tempo / 6

Hinweis: Schreibe zuerst auf, was gegeben und was gesucht ist. Gib dann die Formel an und berechne das Ergebnis. Denke an den Antwortsatz.

(a) Ein Lastwagen fährt eine Strecke von 100 km mit einem Durchschnittstempo von 50 $^{km}/_{h}$. Wie lange ist er unterwegs?

(b) Eine Skifahrerin fährt mit einem Tempo von 20 $^{m}/_{s}$ eine Piste hinunter. Für das Abfahren der gesamten Piste benötigt sie 100 s. Wie lang ist die Piste?

(c) Ein Flugzeug benötigt für eine 4800 km lange Flugstrecke 6 h. Wie groß ist sein durchschnittliches Tempo?

Aufgabe 6: Kraft / 6

(a) Beschreibe mit eigenen Worten, was man in der Physik unter Kraft versteht und woran man erkennt, dass eine Kraft wirkt.

(b) Gib zwei Beispiele für Wechselwirkungspartner an.

(c) Kreuze die physikalische Kräfte an.

☐ Vorstellungskraft	☐ Elektrische Kraft	☐ Überzeugungskraft
☐ Gewichtskraft	☐ Magnetische Kraft	☐ Reibungskraft

Viel Erfolg!

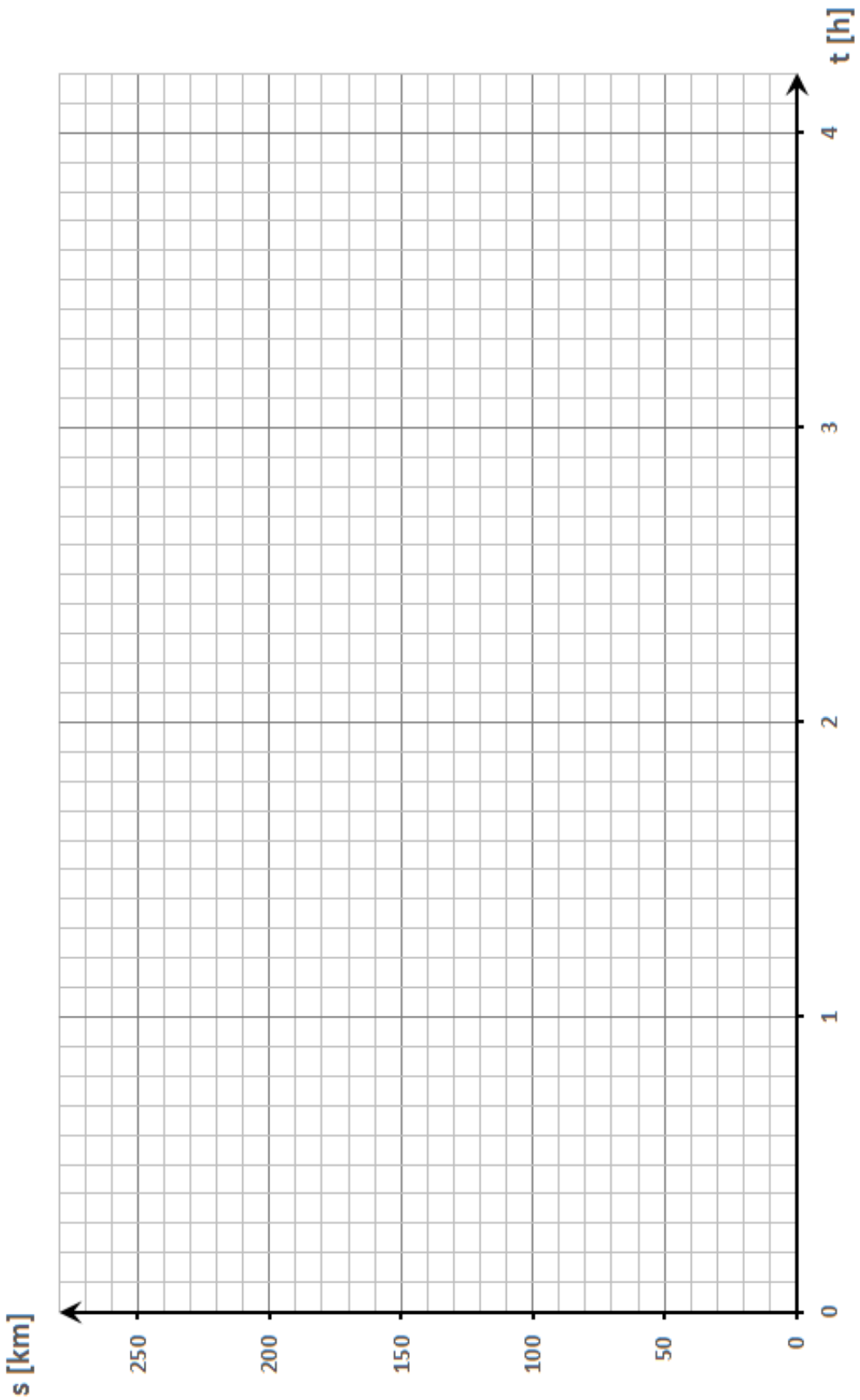
Name:	Klasse:	Datum:

Bonus-Aufgabe / 3

Ein Jäger läuft mit seinem Hund zu einer 3,6 km entfernten Jagdhütte. Beide starten gleichzeitig. Der Jäger geht mit einem Durchschnittstempo von 1 $^{m}/_{s}$, der Hund läuft mit einem dreimal so großen Tempo zur Hütte voraus und kehrt dort sofort zu seinem Herrn zurück. Er läuft so lange zwischen Hütte und Jäger hin und her, bis beide an der Hütte ankommen. Welche Strecke legt der Hund zurück?

Name:	Klasse:	Datum:

Aufgabe 3: (a)



Name:	Klasse:	Datum:

Klassenarbeit: Geschwindigkeit und Kraft (G-Kurs) – Lösung

Punkte: /30

Note:

Aufgabe 1: Physikalische Größen / 3

Gib zu den unten stehenden physikalischen Größen die Formelzeichen und Einheiten an.

Größe	Formelzeichen	Einheit
Geschwindigkeit	$\vec{v}$ (0,5)	m/s (0,5)
Strecke	s (0,5)	m (0,5)
Zeit	t (0,5)	s (0,5)

Aufgabe 2: Geschwindigkeit und Tempo 4+2 / 6

(a) Beschreibe mit eigenen Worten die physikalische Größe Tempo.

Bedeutung: Wie schnell man ist (Wie viel Strecke man in einer bestimmten Zeit zurückgelegt) (2), $v\,(=\frac{s}{t})$ (1), Einheit m/s (1)

(b) Erkläre den Unterschied zwischen Tempo und Geschwindigkeit.

Geschwindigkeit=Tempo+Richtung

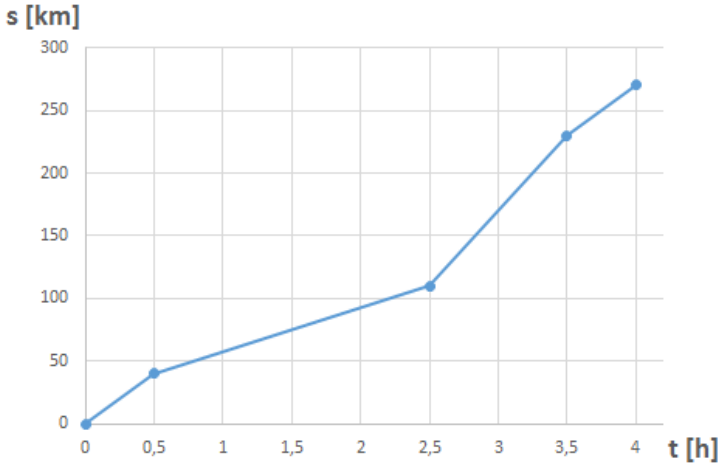
Aufgabe 3: Weg-Zeit-Diagramm 4+2 / 6

Der ICE 875 fährt von Mannheim nach Basel und hält unterwegs dreimal. Bei jedem Halt wurde die bereits zurückgelegte Strecke und die dafür benötigte Zeit gemessen. Die Werte sind in der folgenden Tabelle angegeben.

	Mannheim	1. Halt	2. Halt	3. Halt	Basel
Strecke [km]	0	40	110	230	270
Zeit [h]	0	0,5	2,5	3,5	4

Name:	Klasse:	Datum:

(a) Erstelle für die Fahrt des ICEs ein Weg-Zeit-Diagramm.



(b) Auf welchem Abschnitt war der ICE am langsamsten? Begründe deine Antwort, ohne zu rechnen. Zweiter Abschnitt (1), da Steigung am flachsten (1).

Aufgabe 4: Formeln 1+1+1 / 3

(a) Mit welcher Formel berechnet man die Zeit? $t = \frac{s}{v}$

(b) Mit welcher Formel berechnet man das Tempo? $v = \frac{s}{t}$

(c) Mit welcher Formel berechnet man die Strecke? $s = v \cdot t$

Aufgabe 5: Berechnung von Zeit, Strecke und Tempo 2+2+2 / 6

Hinweis: Schreibe zuerst auf, was gegeben und was gesucht ist. (0,5) Gib dann die Formel an und berechne das Ergebnis. (1) Denke an den Antwortsatz. (0,5)

(a) Ein Lastwagen fährt eine Strecke von 100 km mit einem Durchschnittstempo von 50 km/h. Wie lange ist er unterwegs? $t = \frac{s}{v} = \frac{100\,\text{km}}{50\ \text{km/h}} = 2\,\text{h}$

(b) Eine Skifahrerin fährt mit einem Tempo von 20 m/s eine Piste hinunter. Für das Abfahren der gesamten Piste benötigt sie 100 s. Wie lang ist die Piste?
$s = v \cdot t = 20\ \text{m/s} \cdot 100\,\text{s} = 2000\,\text{m}$

(c) Ein Flugzeug benötigt für eine 4800 km lange Flugstrecke 6 h. Wie groß ist sein durchschnittliches Tempo? $v = \frac{s}{t} = \frac{4800\,\text{km}}{6\,\text{h}} = 800\ \text{km/h}$

Name:	Klasse:	Datum:

Aufgabe 6: Kraft 3+1+2 / 6

(a) Beschreibe mit eigenen Worten, was man in der Physik unter Kraft versteht und woran man erkennt, dass eine Kraft wirkt.

Wechselwirkung zwischen 2 Körpern (1)

Erkennbare Kraftwirkungen: Änderung der Geschwindigkeit (1), Formänderung (1)

(b) Gib zwei Beispiele für Wechselwirkungspartner an. Z.B. Magnet - (Stahl-)Kugel (0,5), Apfel - Erde (0,5)

(c) Kreuze die physikalische Kräfte an.

☐ Vorstellungskraft	✓ Elektrische Kraft (0,5)	☐ Überzeugungskraft
✓ Gewichtskraft (0,5)	✓ Magnetische Kraft (0,5)	✓ Reibungskraft (0,5)

Bonus-Aufgabe / 3

Ein Jäger läuft mit seinem Hund zu einer 3,6 km entfernten Jagdhütte. Beide starten gleichzeitig. Der Jäger geht mit einem Durchschnittstempo von 1 $^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{s}}$, der Hund läuft mit einem dreimal so großen Tempo zur Hütte voraus und kehrt dort sofort zu seinem Herrn zurück. Er läuft so lange zwischen Hütte und Jäger hin und her, bis beide an der Hütte ankommen. Welche Strecke legt der Hund zurück?

Tempo Jäger: $v_J = 3{,}6\ ^{\mathrm{km}}/_{\mathrm{h}}$.

Zeit, die der Jäger zur Hütte braucht: $t = \frac{s}{v_J} = \frac{3{,}6\,\mathrm{km}}{3{,}6\ ^{\mathrm{km}}/_{\mathrm{h}}} = 1\,\mathrm{h} = 3600\,\mathrm{s}$.

Hund läuft eine Stunde mit Tempo $v_H = 3\ ^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{s}}$.

Strecke Hund: $s_H = v_H \cdot t = 3\ ^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{s}} \cdot 3600\,\mathrm{s} = 10800\,\mathrm{m}$.

Quellen

Literatur

Demtröder, Wolfgang: *Experimentalphysik 1: Mechanik und Wärme*. 6., neu bearb. und aktualisierte Aufl., Berlin [u.a.]: Springer Spektrum, 2013

Duden Physik - Gymnasiale Oberstufe. 2., vollst. überarb. Aufl., Berlin: Duden Schulbuchverlag, 2011

Fokus Physik: Gymnasium 7/8 Schleswig-Holstein. Berlin: Cornelsen, 2009

Hopf, Martin; Wilhelm, Thomas; Waltner, Christine; Tobias, Verena; Wiesner, Hartmut: *Einführung in die Mechanik*. `http://www.thomas-wilhelm.net/Mechanikbuch_Druckversion.pdf`. Letzter Zugriff 25.6.2016

Müller, Rainer; Wodzinski, Rita; Hopf, Martin (Hrsg.): *Schülervorstellungen in der Physik*. Köln: Aulis Verlag Deubner, 2004

Tipler, Paul; Mosca, Gene: *Physik: für Wissenschaftler und Ingenieure*. 6. dt. Auflage, Heidelberg: Springer Spektrum, 2009

Wiesner, Hartmut; Schecker, Horst; Hopf, Martin: *Physikdidaktik kompakt*. Aulis Verlag, 2011

Abbildungen

Abb. 2: Demtröder (2013), S. 40

Segelregatta mit Würfeln: Fokus Physik, S. 141

AB_Station 1 (Bewegung): `http://shirta.de/media/catalog/product/cache/1/small_image/295x295/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/b/l/blindekuh-outline-d75349159.png`. Letzter Zugriff: 25.1.2016

AB_Station 3 (Bewegung): Männchen `http://images.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.knallino.de%2Fout%2Fpictures%2Fz1%2Fk213044_wilder_schiedsrichter_gelb_mit_roter_karte_aufziehfigur_z1.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.knallino.de%2FSpielen%2FAufziehspielzeug%2FNette-Flitzer%2FWilder-Schiedsrichter-gelb-flitzende-Aufziehfigur.html&h=900&w=900&tbnid=Mpu3FCYdLmSM9M%3A&docid=qobvh_Arnskq4M&ei=hzqqVozCGMedsAHu64SYCA&tbm=isch&iact=rc&uact=3&dur=1148&page=2&start=20&ndsp=29&ved=0ahUKEwjModLc78zKAhXHDiwKHe41AYMQrQMImAEwJw`. Letzter Zugriff: 28.1.2016

AB_Station 3: Auto https://assets.galeria-kaufhof.de/media/291234?format=zoom. Letzter Zugriff: 28.1.2016

Folie_Richtung: http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/gleichfoermige-bewegung/downloads. Letzter Zugriff: 29.1.2016

AB_Übungsaufgabe 1: http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/gleichfoermige-bewegung/downloads. Letzter Zugriff: 29.1.2016

AB_Der schnellste Mensch der Welt: http://resources3.news.com.au/images/2012/02/13/1226269/683207-usain-bolt.jpg. Letzter Zugriff: 30.1.2016

AB_Experiment: Schnellster Läufer der Klasse, AB_Versuchsbericht: http://sr.photos3.fotosearch.com/bthumb/CSP/CSP994/k16293617.jpg. Letzter Zugriff: 1.2.2016

AB_Übungsaufgaben 2: Duden Physik 7-9, S. 155

AB_Übungsaufgaben 2: Fahrradfahrer http://images.clipartpanda.com/tandem-clipart-graphics-tandems-116400.gif. Letzter Zugriff: 21.2.2016

AB_Übungsaufgaben 4: http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/gleichfoermige-bewegung/aufgaben#lightbox=/themenbereiche/gleichfoermige-bewegung/lb/mann-und-hund. Letzter Zugriff: 24.2.2016

AB_Gleichförmige Bewegung: Kugeln: http://www.leifiphysik.de/mechanik/gleichfoermige-bewegung. Letzter Zugriff: 28.2.2016

AB_Experiment: Nicht gleichförmige Bewegung: Versuchsaufbau: Mekruphy Mechanik 3, S. 17

AB_Experiment: Nicht gleichförmige Bewegung: Geräteübersicht: Mekruphy Mechanik 3, S. 4 f.

AB_Zuordnung (nicht) gleichförmige Bewegung: Fallschirmspringer http://www.exit4000.de/images/imgp1545.jpg . Letzter Zugriff: 3.3.2016

AB_Zuordnung (nicht) gleichförmige Bewegung: Rolltreppe http://www.tagesspiegel.de/images/319373_3_xio-fcmsimage-20100120174302-006006-4b5732963949a-heprodimagesfotos83120100121rolltreppe-jpg/1667812/2-format43.jpg. Letzter Zugriff: 3.3.2016

AB_Zuordnung (nicht) gleichförmige Bewegung: Flugzeug http://www.land-der-ideen.de/sites/default/files/styles/Ort_4-3_460x307/public/orte/bilder/11265.jpg?itok=O3tvu49O. Letzter Zugriff: 3.3.2016

AB_Zuordnung (nicht) gleichförmige Bewegung: Auto http://img1.auto-motor-und-sport.de/Peugeot-Traveller-EuroNCAP-Crashtest-12-2015-fotoshowBigImage-f697bff-916755.jpg. Letzter Zugriff: 3.3.2016

AB_Station 2 (Kraft): http://images.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fimg.webme.com%2Fpic%2Fm%2Fmurmeln%2Fjosephcoatonionskin.png&imgrefurl=http%3A%2F%2Fglasmurmeln.com%2FJosephs-Coats.htm&h=321&w=344&tbnid=Uq4e61nP1HXA_M%3A&docid=YyzmtcqbjcrDyM&ei=tVrhVsfAA8aa6ATHqIeIAQ&tbm=isch&iact=rc&uact=3&dur=810&page=2&start=13&ndsp=25&ved=0ahUKEwiH79SSgrbLAhVGDZoKHUfUAREQrQMIWTAN. Letzter Zugriff: 10.3.2016