

Wissenschaftliche Hausarbeit im Rahmen der
Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Gym-
nasien im Fach Physik Didaktik, eingereicht
dem Amt für Lehrerbildung
- Prüfungsstelle Gießen -.

Thema: Wiederholungs- und Übungsbox
Bewegungen:
Entwicklung und Evaluation von
Wiederholungs- und Übungsaufgaben
zum Themenfeld Bewegungen

Verfasserin: Kathrin Steckenmesser
Selterser Str. 75
35781 Weilburg- Ahausen

Gutachterin: Prof. Dr. Claudia von Aufschnaiter

Inhaltsverzeichnis

- 1** Einleitung
- 2** Das Modell der didaktischen Rekonstruktion
- 3** Entwicklung der Übungs- und Wiederholungsbox
 - 3.1** Fachliche Klärung
 - 3.2** Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten zum Themenfeld Bewegungen
 - 3.3** Didaktische Strukturierung
 - 3.3.1** Allgemeine Überlegungen zum Lernmaterial, sowie zur Durchführung
 - 3.3.2** Lernziele
 - 3.3.3** Lernmaterial
- 4** Fragestellungen der Arbeit
- 5** Datenerhebung und methodisches Vorgehen
- 6** Auswertung und Ergebnisse
- 7** Verbesserungsvorschläge für die Einheit
- 8** Zusammenfassung und Ausblick
- 9** Literaturverzeichnis

Anhang:

- A.1** Aufgaben der Übungs- und Wiederholungsbox zum Themenfeld Bewegungen
- A.2** Unterlagen zum Ausfüllen für die Schüler
- A.3** Auswertung der Unterlagen: Klasse 1
- A.4** Auswertung der Unterlagen: Klasse 2
- A.5** Kurzfragebogen
- A.6** Auswertung des Kurzfragebogens: Klasse 1
- A.7** Auswertung des Kurzfragebogens: Klasse 2
- A.8** Aufgabenauswertung
- A.9** Abbildungs- und Aufgabenverzeichnis zur Übungsbox

1 Einleitung

Lehrer und Lehrerinnen eines Physikkurses der Klasse 11 erfahren immer wieder, dass sich im Themenbereich Mechanik Lernschwierigkeiten bei den SuS (Schülern und Schülerinnen) aufzeigen. Um das Verständnis der SuS zum Thema Bewegungen zu verbessern, wurde eine Übungsbox entwickelt, die gezielt die fachlichen Aspekte aufgreift, die den SuS typischerweise Schwierigkeiten bereiten.

Ziel dieser wissenschaftlichen Hausarbeit „Wiederholungs- und Übungsbox Bewegungen: Entwicklung und Evaluation von Wiederholungs- und Übungsaufgaben zum Themenfeld Bewegungen“ ist die Konzeption und Erprobung einer 90-minütigen Lernsequenz, die die SuS selbstständig bearbeiten sollen. Insofern soll das Lernmaterial selbsterklärend sein, damit der Unterricht in dieser Zeit ohne die Intervention eines Lehrers bzw. einer Lehrerin ablaufen kann.

Die SuS werden in der Übungsbox mit den, für sie schwierigen fachlichen Aspekten, konfrontiert. Außerdem bearbeiten sie das Lernmaterial selbstständig. Sie setzen sich also intensiv mit den fachlichen Aspekten auseinander und können auf diese Weise ihr Verständnis für das Thema Bewegungen verbessern.

Eingesetzt werden soll die Übungsbox im Mechanikunterricht der Klasse 11 bzw. bei G8 in der Klasse 10.

Für die Entwicklung des Lernmaterials müssen zunächst theoretische Grundlagen geschaffen werden. Deshalb wurde zuerst ein Rahmenmodell ausgewählt, an Hand dessen die Einheit entwickelt wurde. Das gewählte Modell, welches in Kapitel 2 genau dargestellt wird, beinhaltet drei Teile. Zum Einen wird zunächst in Kapitel 3.1 eine fachliche Klärung vorgenommen, d.h. eine detaillierte Aufführung aller, für die Box fachlich relevanten, Aspekte. Zum Zweiten werden die Schülervorstellungen, die durch Forschungsergebnisse der Fachdidaktik in Bezug auf das Thema Bewegungen aufgezeigt wurden, in Kapitel 3.2 betrachtet. Also gerade die fachlichen Aspekte, mit denen Lernschwierigkeiten für die SuS verbunden sind. Unter Einbezug dieser beiden Teile folgt dann die

eigentliche Entwicklung der Übungsbox in Kapitel 3.3 der didaktischen Strukturierung.

Die Fragen, die in Bezug auf das Lernmaterial bei der Durchführung in der Schule geklärt werden sollten, sind in Kapitel 4 aufgeführt. Desweiteren wird in Kapitel 5 beschrieben, wie die Durchführung in der Schule abgelaufen ist, und auch, wie das erhobene Datenmaterial ausgewertet wurde.

Im darauffolgenden Kapitel 6 werden dann die Ergebnisse der Auswertung dargestellt und diskutiert. Eine genaue Auflistung der von den SuS gegebenen Antworten findet sich ergänzend in den Anhängen A.3 und A.4 der Arbeit.

Da sich während der Durchführung in der Schule vereinzelt Probleme aufgezeigt haben, werden in Kapitel 7 einige Verbesserungsvorschläge benannt, die die Einheit für die SuS verständlicher machen sollen. Dabei werden insbesondere die Aufgaben betrachtet, bei denen während der Durchführung in der Schule Probleme auftraten. Zusätzlich geht es auch um Ergänzungen in den Folien mit den Hilfestellungen zur Bearbeitung der Einheit.

Zum Abschluss folgen in Kapitel 8 ein kurzes Resümee und ein Ausblick, inwiefern die Arbeit weitere Fragen aufgeworfen hat und relevant für die Nutzung in der Schule ist.

Das eigentliche Lernmaterial befindet sich im Anhang A.1 der wissenschaftlichen Hausarbeit sowie auch zusätzlich die Unterlagen, die die SuS während der Durchführung ausfüllen sollten. Weiterhin sind die benutzten Quellen aufgeführt und im Anhang die Auswertung zu dem verwendeten Kurzfragenbogen sowie der Kurzfragebogen selbst.

2 Theoretischer Hintergrund-

Das Modell der didaktischen Rekonstruktion

Zur Planung einer Unterrichtsstunde bzw. –einheit oder zur Erstellung und Evaluation von Lernmaterial im Rahmen einer Forschungsarbeit gibt es verschiedene Planungsmodelle, die als Orientierungshilfe dienen können. In Planungsmodellen werden vielseitige Überlegungen in Bezug auf Unterricht bzw. auf das Lernmaterial sinnvoll zusammengefasst. Desweiteren sind die Modelle meist in einzelne Schritte gegliedert, um einen strukturierten Aufbau des zu erstellenden Lernmaterials zu gewährleisten. Die Abfolge der einzelnen Schritte wird auf dem Hintergrund pädagogischer Theorien begründet, wobei in den Planungsmodellen für Unterricht zusätzlich Erfahrungen aus der Schulpraxis miteinbezogen werden (Kircher, Girwidz & Häußler, 2007).

Sowohl in der Forschung als, auch für Unterricht gibt es verschiedene Modelle, denen jeweils andere pädagogische oder wissenschaftliche Theorien zu Grunde liegen. Jedes dieser Modelle beinhaltet eine eigene Vorgehensweise, wobei von Modell zu Modell teilweise verschiedene Sachverhalte miteinbezogen und außerdem andere Schwerpunkte gesetzt werden. Kircher, Girwidz und Häußler (2007) sowie Kretschmer und Stary (1998) zählen einige wichtige Schritte auf, die in den Planungsmodellen für Unterricht berücksichtigt werden sollen. Zum Einen nennen sie didaktische und methodische Überlegungen sowie das Erstellen von Lernzielen und die Berücksichtigung der Lernvoraussetzungen der SuS. Desweiteren sollte, ihrer Ansicht nach, über Medien und Unterrichtsmaterialien nachgedacht und eine Sachanalyse angefertigt werden. Zusätzlich führen sie die Angabe über genutzte Literatur als wichtigen Punkt, sowohl in Planungsmodellen für Unterricht als auch in Forschungsmodellen auf. Die einzelnen Planungsmodelle für Unterricht umfassen häufig noch weitere Überlegungen, auf die in dieser Arbeit aber nicht näher eingegangen wird.

Ein Planungsmodell, welches sich auf Unterricht und Forschung bezieht, ist das unter anderem von Kattmann (2007) dargestellte Modell der didaktischen Rekonstruktion. Dieses Modell verbindet Forschungsvorhaben mit einem fachlich konzeptuellen Bezug, allgemeine Unterrichtsprozesse und Lerndispositionen miteinander. Speziell fachdidaktische Fragen können, nach seiner Auffas-

sung, mit Hilfe dieses Modells beantwortet werden. Die Vermittlung von Wissensbeständen und die damit verbundenen pädagogischen Aspekte sollen durch die Nutzung dieses Modells ins Gleichgewicht gebracht werden. In diesem Zusammenhang kritisiert Kattmann (2007), dass andere Modelle entweder nur auf die fachwissenschaftliche Sachstruktur oder nur auf lernpsychologische Aspekte ausgelegt sind.

Das Modell der didaktischen Rekonstruktion umfasst drei Untersuchungsaufgaben. Zum Einen geht es um eine fachliche Klärung, dann um das Erfassen von Lernperspektiven und weiterhin um die didaktische Strukturierung, oder wie Kattmann alternativ formuliert, um das „Design von Lernangeboten“.(Kattmann, 2007, S.94). Alle aufgeführten Aufgaben stehen in Wechselwirkung miteinander und sollen nicht als isolierte Aufgaben betrachtet werden. „Damit werden die wesentlichen Teile fachdidaktischer Arbeiten explizit gemacht, systematisch aufeinander bezogen und für die Praxis relevant.“ (Kattmann, 2007, S. 94).

Die drei Untersuchungsaufgaben werden von Kattmann (2007) ausführlich und sehr detailliert erläutert. An dieser Stelle wird nur kurz auf die einzelnen Aufgaben eingegangen.

Zur Aufgabe der fachlichen Klärung gehört für ihn die Untersuchung fachwissenschaftlicher Aussagen und Theorien, wobei bereits die Vermittlungsabsicht berücksichtigt werden soll. Kattmann (2007) nennt einige Quellen, die für diese Untersuchungen genutzt werden können, u.a. Lehrbuchtexte. Desweiteren führt er Fragen auf, die für die fachliche Klärung leitend sein sollen. Die Fragestellungen umfassen u.a. fachwissenschaftliche Aussagen und deren Grenzen oder auch die Kontexte bestimmter fachwissenschaftlicher Vorstellungen.

Die Aufgabe des Erfassens von Lernperspektiven bezieht sich auf eine Untersuchung individueller Lernvoraussetzungen. Es geht nach Kattmann (2007) darum, dass Vorstellungen, die auch alternativ als Alltagsphantasien bezeichnet werden, umfassend verstanden werden. Dazu werden auch emotionale und biographische Komponenten miteinbezogen. „Die Vorstellungen der Lernenden haben aufgrund von lebensweltlicher Erfahrung und Bewährung einen Eigenwert. Sie sind persönliche Konstrukte (mit emotionalen und sozialen Komponenten), die Ausgangspunkte und Hilfsmittel des Lerners sind.“ (Kattmann, 2007, S. 96). Erneut nennt Kattmann einige Leitfragen, die u.a. Vorstellungen,

die die SuS in fachbezogenen Kontexten entwickeln, die Zusammenhänge, in die SuS ihre Vorstellungen einbetten, sowie die Erfahrungen, die den Vorstellungen der Lernenden zu Grunde liegen, beinhalten.

Die didaktische Strukturierung als dritte Aufgabe umfasst den Planungsprozess, der zu Ziel- und Inhaltsentscheidungen führt. Es geht um das Entwickeln von Lernangeboten sowie die Gestaltung von Lernumgebungen. Dabei berücksichtigt die didaktische Strukturierung explizit die fachliche Klärung und die erfassten Lernperspektiven. Auch bei dieser Aufgabe nennt Kattmann (2007) Leitfragen, die klären sollen, welche Alltagsvorstellungen konkret in Unterricht miteinbezogen werden, wie mit vorhandenen Schülervorstellungen umgegangen wird und welche mit der Wissenschaft kollidierenden Vorstellungen für fruchtbares Lernen genutzt werden können. Ergänzend werden verschiedene Darstellungsformen für die Ergebnisse der didaktischen Strukturierung aufgezählt.

Grundlegend für die didaktische Rekonstruktion, so berichtet Kattmann (2007), ist die Erkenntnis, dass fachlich geklärte Vorstellungen der Wissenschaft und lebensweltliche Vorstellungen von Lernenden als gleichwertige persönliche Konstrukte zu gelten haben und die Beziehung zueinander gleichermaßen als Quellen für die didaktische Rekonstruktion dienen müssen. Lebensweltliche Vorstellungen stellen kein Lernhindernis dar, sondern dienen eher als Lernvoraussetzung. Diesbezüglich sollen die Schülervorstellungen nicht gemieden oder ersetzt werden, sondern mit ihnen soll gearbeitet werden. „Mit der Rekonstruktion der Vorstellungen werden wissenschaftliches Wissen und lebensweltliche Erfahrungen in Beziehung gesetzt. Es werden Vorstellungen konstruiert, in denen Erfahrung in das Wissen und Wissen in die Erfahrung hineingenommen wird.“ (Kattmann, 2007, S. 98).

Das rekursive Vorgehen bei der Erarbeitung des Lernmaterials sieht Kattmann (2007) als sehr wichtig an. Dementsprechend sollen die drei Aufgaben immer wieder aufeinander Bezug nehmen. Stellt sich beispielsweise während der Untersuchung der Schülervorstellungen heraus, dass noch andere fachliche Aspekte relevant sind, so werden diese in der fachlichen Klärung ergänzt. Genau so kann es möglich sein, dass die didaktische Strukturierung Lücken in den beiden anderen Aufgabenbereichen aufzeigt, so dass diese dann noch geschlossen werden können.

Abschließend führt Kattmann (2007) die Grenzen des Modells und die Abhängigkeit von übergeordneten Bildungszielen auf.

Das Modell ist stark auf die Schülerperspektive ausgerichtet, trotzdem wissenschaftliche Aspekte und Forschungsanalysen mitberücksichtigt werden. Da die Übungsbox einen gewissen Forschungscharakter hat, habe ich mich für die didaktische Rekonstruktion als zu Grunde liegendes Rahmenmodell entschieden und nicht für ein klassisches Planungsmodell für Unterricht. Die drei Ecken des Modells, die fachliche Klärung, das Erfassen der Lernerperspektive und die didaktische Strukturierung, werde ich allerdings inhaltlich nur ähnlich dem Ansatz von Kattmann (2007) füllen. Bei der Umgestaltung des Modells der didaktischen Rekonstruktion habe ich einzelne Aspekte aus Planungsmodellen für Unterricht berücksichtigt, wobei ich die Modelle von Kretschmer und Sary, Jank und Meyer sowie das Modell von Mindt, wie sie von Kretschmer und Sary (1998, S. 82-84) dargestellt werden, in meine Überlegungen miteinbezogen habe.

Abbildung 2.1 stellt die Grundlage meiner Vorstellung des Modells dar:

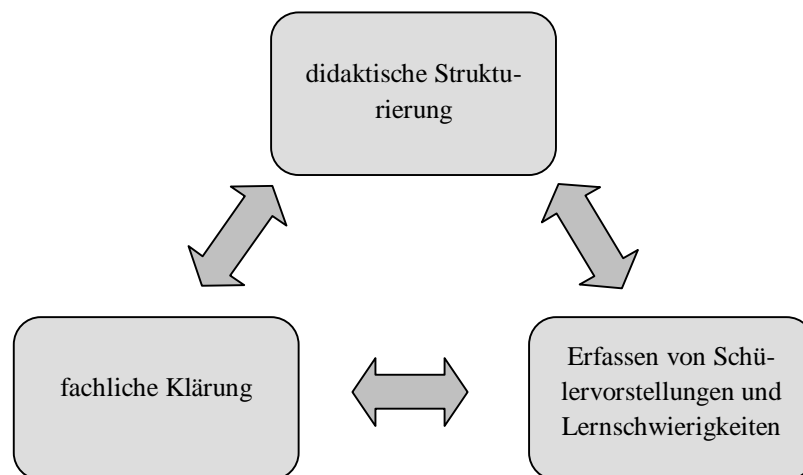


Abb. 2. 1: Komponenten des Modells der didaktischen Rekonstruktion (nach Kattmann, 2007, S. 94)

Eine Ecke des Modells enthält die fachliche Klärung, eine weitere das Erfassen von Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten und die dritte die didaktische Strukturierung.

Zu der fachlichen Klärung gehört für mich eine genaue Auflistung einzelner Aspekte aus dem ausgewählten Themengebiet. Sehr detailliert und kleinschrittig sollen die fachlichen Aspekte dargestellt und zusätzlich in Niveaustufen eingeteilt werden. Die Einteilung in Niveaustufen dient bei der Entwicklung des Lernmaterials als Orientierungshilfe, um den Schwierigkeitsgrad der Aufgaben und deren Reihenfolge festzulegen. In Bezug auf die Niveaustufen habe ich mich für eine Unterteilung in erfahrbar und nicht erfahrbar sowie, in Einzelaspekte und Verknüpfungen entschieden. Erfahrbar ist dabei alles, was man sehen, schmecken, fühlen, hören und zeichnen kann. Dementsprechend nicht erfahrbar sind alle anderen fachlichen Aspekte. Desweiteren sind Einzelaspekte, die fachlichen Aspekte, die nur eine Bewegungsgröße oder eine Eigenschaft umfassen. Dementsprechend wird ein fachlicher Aspekt dann der Niveaustufe Verknüpfung zugeordnet, wenn zwei oder mehr Einzelaspekte betrachtet werden, die dann auch miteinander verknüpft sein können.

Als dritte Unterscheidungsmöglichkeit betrachte ich die Qualität und Quantität der fachlichen Aspekte, wobei sich die Qualität dabei auf die Eigenschaften des betrachteten Sachverhalts bezieht und wenn/dann- und je/desto- Aussagen umfasst, während sich die Quantität eher auf Zahlenwerte und Formeln bezieht.

Desweiteren wird in der fachlichen Klärung die Auswahl der fachlichen Aspekte und eine Abgrenzung zu anderen Themenbereichen - warum also andere fachliche Aspekte nicht miteinbezogen werden - begründet. In diesem Zusammenhang kann Bezug auf den Lehrplan genommen werden, mit dessen Hilfe weiterhin überlegt werden kann, wann das Lernmaterial im Unterricht eingesetzt werden soll. Ein weiterer wichtiger Punkt in der fachlichen Klärung ist abschließend die Aufzählung der Quellen, die herangezogen wurden.

Die zweite Ecke wird, wie schon die Bezeichnung sagt, die Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten der SuS in Bezug auf den zu betrachtenden Themenbereich beinhalten.

Die Ecke der didaktischen Strukturierung wird sich mit der Entwicklung des Lernmaterials, unter Berücksichtigung der beiden anderen Ecken, sowie des zeitlichen Rahmens von 90 Minuten, befassen. Zunächst werden die Lernziele herausgestellt, die durch das Lernmaterial erreicht werden sollen. Weiterhin

sollen Überlegungen getroffen werden, in welcher Reihenfolge auf die fachlichen Aspekte in den Aufgaben eingegangen und welche Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten bei den einzelnen Aufgabenstellungen berücksichtigt werden sollen. In Bezug auf die Reihenfolge spielen die Niveaustufen, wie bereits bei der fachlichen Klärung erwähnt, eine wichtige Rolle. Zunächst sollen die Aufgaben zu jeweils einem Themenfeld erfahrbare und Einzelaspekte beinhalten. Außerdem sollen fachliche Aspekte, die der Qualität zugeordnet worden sind, bevorzugt werden. Später können dann die Einzelaspekte verknüpft werden und nicht erfahrbare Aspekte miteinbezogen werden. Innerhalb des Lernmaterials soll in jedem Themenfeld von Qualität zu Quantität übergegangen werden, damit möglichst viele inhaltliche Aspekte berücksichtigt werden können. Diesbezüglich findet in jedem einzelnen Themenfeld eine Steigerung des Niveaus statt.

Die sprachliche und bildliche Gestaltung der Aufgaben sowie der Einsatz von Medien sind meiner Ansicht nach weitere wichtige Punkte in der didaktischen Strukturierung. Auch wird darüber nachgedacht, an welchen Stellen und in welcher Form Lernhilfen eingesetzt werden und ob die SuS das Lernmaterial in Einzel- oder Gruppenarbeit durchführen sollen. Falls die Bearbeitung in Gruppen erfolgen soll, muss geklärt werden, wie viele SuS zusammenarbeiten und wie die Gruppeneinteilung stattfindet. Desweiteren werden Überlegungen getroffen, wie man das Interesse der SuS weckt und sie motivieren kann und abschließend ob Differenzierungsaufgaben gestellt werden sollen.

Wie bei Kattmanns Modelldarstellung müssen alle drei Ecken miteinander in Wechselwirkung stehen und sich gegenseitig aufeinander beziehen. Die drei Aufgaben sollen nicht unabhängig voneinander bearbeitet werden, eher sollte die Bearbeitung parallel stattfinden.

3.1 Fachliche Klärung

Der hessische Lehrplan führt den Begriff der Bewegung an zwei Stellen auf. Erstmals wird der Begriff Bewegungen im Bereich der Mechanik am Ende der Klasse 7 (im G8 Lehrplan zu Beginn der Klasse 8) genannt.

Aufgeführte Unterpunkte sind die gleichförmige und beschleunigte Bewegung, Weg-Zeit-Diagramme sowie Geschwindigkeiten und ihre Messung. Das zweite Mal nennt der Lehrplan zu Beginn der Klasse 11 (im G8 Lehrplan zu Beginn der Klasse 10) geradlinige und kreisförmige Bewegungen, wobei die zugehörigen Unterpunkte das Weg-Zeit-Gesetz, gleichförmig und beschleunigte Bewegungen, Bezugssysteme und Superposition (senkrechter, waagrechter Wurf) umfassen (Lehrplan Gymnasium 9 (Gymnasium 8), Hessisches Kultusministerium¹).

Da der zeitliche Rahmen des Lernmaterials, der 90 Minuten umfasst, meiner Meinung nach, nicht ausreicht, um alle im Lehrplan genannten Aspekte vernünftig zu wiederholen, habe ich mich entschieden mit dem Lernmaterial eine Wiederholung der geradlinigen Bewegung anzustreben. Der Aspekt der Richtung wird dadurch auf das Vorzeichen reduziert. Dementsprechend wird nur die Richtung entlang einer vorgegebenen Bewegungsrichtung oder entgegen der vorgegebenen Bewegungsrichtung betrachtet, also eine eindimensionale Betrachtung. Kreisbewegungen, für deren Betrachtung die Richtung in mindestens zwei Dimensionen relevant wäre, werden in dem Lernmaterial folglich nicht berücksichtigt, ebenso wenig die Superposition.

Das Lernmaterial soll im Unterricht der Klasse 11 (bzw. bei G8 der Klasse 10) vor der Behandlung der Kreisbewegung eingesetzt werden, um alle bis dahin im Unterricht behandelten Aspekte an dieser Stelle noch einmal zu wiederholen und zusammenzufassen.

Eine andere Möglichkeit das Lernmaterial einzusetzen, würde sich am Ende der Unterrichtseinheit, zum Beispiel zur Vorbereitung auf die Klausur, bieten.

¹ http://www.hessisches-kultusministerium.de/irj/HKM_Internet?cid=9e0b5517dfc688683c15ce252202d4b9;
http://www.hessisches-kultusministerium.de/irj/HKM_Internet?cid=ac9f301df54d1fbfab83dd3a6449af60 [letzter Zugriff 21.08.008]

Die fachlich relevanten Aspekte aus dem Themenfeld Bewegungen werden im Folgenden detailliert dargestellt. Die Zusammenstellung der einzelnen fachlichen Aspekte erfolgte mit Hilfe von Bredthauer und Mitarbeitern (1998), Bayer und Mitarbeitern (1998), Beck und Mitarbeitern (1996), Appel und Mitarbeitern (2007) sowie Bang und Mitarbeitern (2006).

Die fachlichen Aspekte ordne ich in verschiedene Niveaustufen, wobei ich mich für die folgenden Unterscheidungen, wie bereits die der Darstellung des Modells erläutert (vgl. S.7), entschieden habe:

erfahrbar (efb) - nichterfahrbar (nefb)

Einzelaspekte (eap) - Verknüpfung (vkf)

Qualität (qual) - Quantität (quan)

Die erste Spalte der nachfolgenden Tabellen 3.1 bis 3.11 beinhaltet jeweils die fachlichen Aspekte, in der zweiten Spalte befindet sich jeweils eine Zuweisung zu den Niveaustufen.

Geschwindigkeit/ Bewegung	
Fachliche Aspekte	Niveaustufen
Der Ort wird mit dem Formelzeichen s und dem Einheitenzeichen m bezeichnet.	efb, eap, qual
Der Ort, der bei der ersten Messung ermittelt wird, kann mit s_1 bezeichnet werden.	efb, eap, qual
Ein Körper führt eine Bewegung aus, wenn er sich zu zwei verschiedenen Zeitpunkten an unterschiedlichen Orten befindet.	efb, vkf, qual
Informationen über den zurückgelegten Weg sowie dessen Form und die dafür benötigte Zeit sind wichtig, um eine Bewegung zu beschreiben.	efb, vkf, qual
In der Physik wird unterschieden zwischen dem Ort, an dem sich ein Körper befindet, und dem Weg, den der Körper zu diesem Ort zurückgelegt hat.	efb, eap, qual
Der zurückgelegte Weg wird mit dem Formelzeichen Δs beschrieben und trägt das Einheitenzeichen m (Meter).	efb, eap, qual
Das Zeichen Δ drückt eine Änderung aus.	efb, eap, quan
Der Ausdruck Δs bedeutet, dass die Differenz zweier Orte betrachtet wird.	efb, vkf, quan

In der Physik wird unterschieden zwischen dem Zeitpunkt t , bei dem sich ein Körper an einem bestimmten Ort befindet, und der Zeitspanne Δt (dem Zeitintervall), währenddessen sich der Körper von einem Ort zu einem anderen bewegt hat.	efb, eap, qual
Die Zeitspanne wird mit dem Formelzeichen Δt beschrieben und trägt das Einheitenzeichen s (Sekunden).	efb, eap, qual
Der Ausdruck Δt bedeutet, dass die Differenz zweier Zeiten betrachtet wird.	efb, vkf, quan
Der Zeitpunkt wird mit t bezeichnet und mit dem Einheitenzeichen s .	efb, eap, qual
Der Zeitpunkt, an dem die erste Messung stattfindet, kann mit t_1 bezeichnet werden.	efb, eap, qual
Bewegungen werden in geradlinig und krummlinig unterteilt.	efb, eap, qual
Geradlinige Bewegungen werden in gleichförmige, (gleichmäßig) beschleunigte und (gleichmäßig) verzögerte Bewegungen unterteilt.	efb, eap, qual
Alle Bewegungsformen finden sich im täglichen Leben wieder.	efb, eap, qual
Je größer (kleiner) die benötigte Zeit für den gleichen zurückgelegten Weg ist, desto langsamer (schneller) bewegt sich ein Körper.	efb, vkf, qual
Je größer (kleiner) der zurückgelegte Weg in der gleichen Zeit ist, desto schneller (langsamer) bewegt sich ein Körper.	efb, vkf, qual
Die Geschwindigkeit ist ein Maß für die Schnelligkeit eines Körpers sowie für die Richtung, in die sich der Körper bewegt. ²	efb, eap, qual
Bewegt ein Körper sich sehr langsam, so besitzt er trotzdem eine Geschwindigkeit.	efb, eap, qual
Je schneller (langsamer) sich ein Körper bewegt, desto größer (kleiner) ist sein Geschwindigkeitsbetrag.	efb, vkf, qual
Die Geschwindigkeit ist definiert als der Quotient aus dem zurückgelegten Weg Δs und der dafür benötigten Zeit Δt : $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	efb, vkf, quan
Die Geschwindigkeit wird durch das Formelzeichen v beschrieben und trägt das Einheitenzeichen $\frac{m}{s}$ bzw. $\frac{km}{h}$. (Meter pro Sekunde bzw. Kilometer pro Stunde).	efb, eap, qual
$1 \frac{m}{s} = 3,6 \frac{km}{h}$; $1 \frac{km}{h} = \frac{1}{3,6} \frac{m}{s}$	efb, vkf, quan
Der Quotient $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ ist bei schnelleren Bewegungen betragsmäßig größer, als bei langsamen.	efb, vkf, qual

² Die Richtung wird hier, bis auf die Betrachtung der Vorzeichen, zunächst außer Acht gelassen, da sich das Lernmaterial nur mit geradlinigen Bewegungen beschäftigt.

Bewegt sich ein Körper in die entgegengesetzte Richtung des Bezugssystems, so ist seine Geschwindigkeit negativ.	efb, vkf, qual
Der Bruchstrich eines Quotienten wird als „pro“ gesprochen. Beispiele: $\frac{m}{s}$: Meter pro Sekunde; $\frac{km}{h}$ Kilometer pro Stunde	efb, eap, qual
Eselsbrücke zum Umrechnen von Einheiten: ³ „Von der „kleinen“ Einheit ($\frac{m}{s}$) zur „großen“ Einheit ($\frac{km}{h}$) mit 3,6 malnehmen, von der „großen“ zur „kleinen“ durch 3,6 teilen.“	efb, vkf, quan

Tab. 3. 1: Fachliche Klärung zum Themenfeld Geschwindigkeit/ Bewegung

Bezugssysteme	
Fachliche Aspekte	Niveaustufen
Um eine Bewegung zu beschreiben, ist ein Bezugssystem wichtig.	efb, eap, qual
Ein Beispiel für ein Bezugssystem ist ein Koordinatensystem.	efb, eap, qual
In einem Bezugssystem wird eine Bewegung relativ zu einem gewählten Standort beschrieben.	efb, eap, qual
Beobachter an verschiedenen Standorten beschreiben Bewegungen unterschiedlich.	efb, eap, qual
In einem Bezugssystem werden Bewegungen, die in entgegengesetzte Richtungen verlaufen, durch ein negatives Vorzeichen der Geschwindigkeit beschrieben.	efb, vkf, qual

Tab. 3. 2: Fachliche Klärung zum Themenfeld Bezugssysteme

t-s-Diagramme	
Fachliche Aspekte	Niveaustufen
Ein Zeit-Weg-Diagramm (t-s-Diagramm) wird in einem Koordinatensystem dargestellt, in das gemessene Zeiten einer Bewegung und die dazugehörigen Orte eingetragen werden können.	efb, vkf, qual
Die Koordinaten des t-s-Diagramms sind Zeitpunkte und zugeordnete Orte.	efb, vkf, qual
Der Zeitpunkt t_1 und der zugehörige Ort s_1 werden durch die Koordinate $(t_1 s_1)$ beschrieben.	efb, vkf, quan
Der Graph des t-s-Diagramms beschreibt die Art der Bewegung.	efb, vkf, qual
Eine Parallele zur t-Achse im t-s-Diagramm beschreibt einen sich in Ruhe befindlichen Körper.	efb, vkf, qual
Eine Parallele zur s-Achse in einem t-s-Diagramm würde bedeuten, dass sich ein Körper, während eines Zeitpunktes, an vielen Orten gleichzeitig befindet, dies ist unmöglich.	nefb, vkf, qual

Tab. 3. 3: Fachliche Klärung zum Themenfeld t-s-Diagramme

³Helga Behrendt, 2004, S. 7

Gleichförmige Bewegung	
Fachliche Aspekte	Niveaustufen
Der gleichförmig bewegte Körper legt immer gleich lange Wege Δs in gleichen Zeitspannen Δt zurück. (Δs und Δt sind proportional zueinander, $\Delta s \sim \Delta t$.)	efb, vkf, quan
Bei der gleichförmigen Bewegung ist die Geschwindigkeit konstant.	efb, eap, qual
Stellt das t-s-Diagramm eine Gerade (keine Parallele zur t- oder s-Achse) dar, so wird eine gleichförmige Bewegung beschrieben.	efb, vkf, qual
Die Steigung der Geraden einer gleichförmigen Bewegung im t-s-Diagramm ist die Geschwindigkeit.	efb, vkf, qual
Werden zwei Geraden eines t-s-Diagramms betrachtet, so bewegt sich der Körper schneller, dessen dargestellte Gerade einen größeren Steigungsbetrag hat.	efb, vkf, qual

Tab. 3. 4: Fachliche Klärung zum Themenfeld gleichförmige Bewegung

Durchschnitts-/ Momentangeschwindigkeit	
Fachliche Aspekte	Niveaustufen
Bei einer beschleunigten bzw. verzögerten Bewegung ist die Geschwindigkeit nicht überall gleich. Es wird zwischen der Durchschnitts- und der Momentangeschwindigkeit unterschieden.	efb, eap, qual
Die Durchschnittsgeschwindigkeit bezieht sich auf die gesamte Bewegung.	efb, eap, qual
Um die Durchschnittsgeschwindigkeit zu berechnen, werden Informationen über die insgesamt benötigte Zeit sowie den insgesamt zurückgelegten Weg benötigt.	efb, vkf, qual
Die Durchschnittsgeschwindigkeit ist der Quotient aus dem insgesamt zurückgelegtem Weg und der insgesamt benötigten Zeit: $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$.	efb, vkf, quan
Die Durchschnittsgeschwindigkeit wird mit \bar{v} bzw. $\langle v \rangle$ bezeichnet und trägt das Einheitenzeichen $\frac{m}{s}$.	efb, eap, qual
Um die Durchschnittsgeschwindigkeit einer Bewegung an Hand eines Graphen zu erhalten, werden Startpunkt und Endpunkt des Graphen der Bewegung im t-s-Diagramm mit einer Geraden verbunden und deren Steigung bestimmt.	efb, vkf, quan
Die Momentangeschwindigkeit bezieht sich auf einzelne Zeitpunkte, bzw. auf sehr kleine Zeitabschnitte.	efb, eap, qual
Die Momentangeschwindigkeit kann bei Fahrzeugen mit Tachometern direkt abgelesen werden. Der Tacho ist also ein Messgerät zur Bestimmung der Momentangeschwindigkeit.	efb, eap, qual

Um die Momentangeschwindigkeit zu berechnen, werden sehr kleine Zeitabschnitte Δt_{klein} betrachtet sowie der in diesem Zeitabschnitt zurückgelegte Weg Δs . Der Quotient aus Δs und Δt_{klein} ist die Momentangeschwindigkeit. $v_{\text{Mom}} = \frac{\Delta s}{\Delta t_{\text{klein}}}$	efb, vkf, quan
Die Momentangeschwindigkeit wird mit v_{Mom} bezeichnet und mit dem Einheitenzeichen $\frac{m}{s}$.	efb, eap, qual
Je kleiner Δt_{klein} gewählt wird, also je mehr der ausgewählte Zeitpunkt eingegrenzt wird, desto genauer kann die Momentangeschwindigkeit berechnet werden.	efb, vkf, qual
Um die Momentangeschwindigkeit einer Bewegung graphisch zu bestimmen, werden zwei dicht nebeneinander liegende Punkte des Graphen der Bewegung im t-s-Diagramm mit einer Gerade verbunden und deren Steigung bestimmt. Je näher die Punkte zusammenrücken, desto genauer wird die Momentangeschwindigkeit in diesem kleinen Zeitintervall. (In dem gewählten Zeitintervall muss der Zeitpunkt enthalten sein, zu dem die Momentangeschwindigkeit erhalten werden möchte.)	efb, vkf, quan

Tab. 3. 5: Fachliche Klärung zum Themenfeld Durchschnitts- /Momentangeschwindigkeit

Beschleunigte und verzögerte Bewegungen/ Beschleunigung	
Fachliche Aspekte	Niveaustufen
Bei der beschleunigten (verzögerten) Bewegung legt der bewegte Körper, in jeweils gleichen Zeitabschnitten Δt , immer größere (kleinere) Wege Δs zurück, d.h. seine Geschwindigkeitsbetrag wird immer größer (kleiner).	efb, vkf, quan
Bei einer beschleunigten Bewegung wird der Geschwindigkeitsbetrag immer größer, d.h. der Körper wird schneller.	efb, eap, qual
Bei einer verzögerten Bewegung wird der Geschwindigkeitsbetrag immer kleiner, d.h. der Körper wird langsamer.	efb, eap, qual
Stellt das t-s-Diagramm eine Kurve dar, so beschreibt der Graph eine beschleunigte bzw. verzögerte Bewegung.	efb, vkf, qual
Bremsen oder langsamer werden beschreibt man in der Physik mit dem Begriff Verzögerung.	efb, eap, qual
Bei einer gleichmäßig beschleunigten (verzögerten) Bewegung nimmt der Geschwindigkeitsbetrag, in gleichen Zeitintervallen Δt , immer im gleichen Maße zu (ab).	efb, vkf, quan
Die Änderung der Geschwindigkeit, in einem Zeitabschnitt Δt , bezeichnet man mit Δv und dem Einheitenzeichen $\frac{m}{s}$.	efb, eap, qual
Der Ausdruck Δv bedeutet, dass die Differenz zwischen zwei Geschwindigkeiten betrachtet wird.	efb, vkf, quan

Bei einer gleichmäßig beschleunigten bzw. verzögerten Bewegung ist Δv proportional zu Δt ($\Delta v \sim \Delta t$), die Geschwindigkeit ändert sich also in gleichen Zeitintervallen immer im gleichen Maß.	efb, vkf, quan
Die Beschleunigung ist ein Maß für die Änderung der Geschwindigkeit eines Körpers, bezogen auf einen bestimmten Zeitabschnitt.	efb, vkf, qual
Je schneller sich die Geschwindigkeit ändert, desto größer ist die Beschleunigung.	efb, vkf, qual
Die Beschleunigung ist definiert als der Quotient aus der Änderung der Geschwindigkeit Δv und der dafür benötigten Zeit Δt : $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	efb, vkf, quan
Das Formelzeichen der Beschleunigung ist a und sie trägt das Einheitenzeichen $\frac{m}{s^2}$.	efb, eap, qual
Die Beschleunigung ist positiv, wenn sie in die positive Richtung des Bezugssystems gerichtet ist.	efb, vkf, qual
Die Beschleunigung ist negativ, wenn sie in die negative Richtung des Bezugssystems gerichtet ist.	efb, vkf, qual
Damit ein Körper schneller wird, muss die Beschleunigung in die gleiche Richtung gerichtet sein, als die Geschwindigkeit.	efb, vkf, qual
Damit ein Körper langsamer wird, muss die Beschleunigung in die entgegengesetzte Richtung gerichtet sein, wie die Geschwindigkeit.	efb, vkf, qual
Die Beschleunigung eines Körpers wird beispielsweise auf folgende Weise beschrieben: „Von 0 auf 100 km/h in 12,4 s“.	efb, eap, qual

Tab. 3. 6: Fachliche Klärung zum Themenfeld Beschleunigte und verzögerte Bewegungen/ Beschleunigung

t-v-Diagramme	
Fachliche Aspekte	Niveaustufen
Ein Zeit-Geschwindigkeits-Diagramm (t-v-Diagramm) wird in einem Koordinatensystem dargestellt, in das gemessene Zeiten einer Bewegung und die dazugehörigen Geschwindigkeiten eingetragen werden können.	efb, vkf, qual
Die Koordinaten des t-v-Diagramms sind Zeitpunkte und zugeordnete Geschwindigkeiten.	efb, vkf, qual
Der Zeitpunkt t_1 und die zugehörige Geschwindigkeit v_1 werden durch die Koordinate $(t_1 v_1)$ beschrieben.	efb, vkf, quan
Der Graph einer gleichmäßig beschleunigten bzw. verzögerten Bewegung in einem t-v-Diagramm ist eine Gerade.	efb, vkf, qual
Die Steigung dieser Geraden gibt die Beschleunigung an. Ist die Steigung der Gerade >0 so, spricht man von positiver Beschleunigung, ist sie <0 von negative Beschleunigung.	efb, vkf, qual

Zeigt ein t-v-Diagramm eine Gerade parallel zur t-Achse, so ist die Geschwindigkeit während der gesamten Bewegung konstant.	efb, vkf, qual
Wo die Gerade die v-Achse schneidet, kann man den Wert der konstanten Geschwindigkeit ablesen. Die dargestellte Bewegung ist gleichförmig.	efb, vkf, qual

Tab. 3. 7: Fachliche Klärung zum Themenfeld t-v- Diagramme

t-a-Diagramme	
Fachliche Aspekte	Niveaustufen
Ein Zeit-Beschleunigungs-Diagramm (t-a-Diagramm) wird in einem Koordinatensystem dargestellt, in das gemessene Zeiten einer Bewegung und die dazugehörigen Beschleunigungen eintragen werden können.	efb, vkf, qual
Die Koordinaten des t-a-Diagramms sind Zeitpunkte und zugeordnete Beschleunigungen.	efb, vkf, qual
Der Zeitpunkt t_1 und die zugehörige Beschleunigung a_1 werden durch die Koordinate $(t_1 a_1)$ beschrieben.	efb, vkf, quan
Zeigt ein t-a-Diagramm eine Gerade parallel zur t-Achse, so ist die Beschleunigung während der gesamten Bewegung konstant.	efb, vkf, qual
Wo die Gerade die a- Achse schneidet, kann man den Wert der konstanten Beschleunigung ablesen.	efb, vkf, qual

Tab. 3. 8: Fachliche Klärung zum Themenfeld t-a-Diagramme

Bewegungsgleichungen/ Anfangsbedingungen	
Fachliche Aspekte	Niveaustufen
Der Weg, den ein gleichförmig bewegter Körper zum Zeitpunkt t zurückgelegt hat, wird mit folgender Formel berechnet: $s = v \cdot t$. Ist dieser Körper bereits am Ort s_0 gestartet, so befindet er sich zum Zeitpunkt t am Ort: $s = v \cdot t + s_0$ (wobei v jeweils die Geschwindigkeit ist, mit $v = \text{konstant}$)	efb, vkf, quan
Der Weg, den ein gleichmäßig beschleunigter bzw. verzögerter Körper zum Zeitpunkt t zurückgelegt hat, wird mit folgender Formel berechnet: $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$. Ist dieser Körper bereits am Ort s_0 gestartet, so befindet er sich zum Zeitpunkt t am Ort: $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + s_0$.	efb, vkf, quan

<p>Hatte dieser Körper zu Beginn der Bewegung bereits die Geschwindigkeit v_0, so befindet er sich zum Zeitpunkt t am Ort: $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$.</p> <p>Ist dieser Körper am Ort s_0 und mit der Startgeschwindigkeit v_0 gestartet, so befindet er sich zum Zeitpunkt t am Ort: $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$ (wobei a jeweils die Beschleunigung ist, mit $a = \text{konstant}$).</p>	
<p>Die Geschwindigkeit eines gleichmäßig beschleunigten bzw. verzögerten Körpers wird mit folgender Formel berechnet: $v = a \cdot t$</p> <p>Hatte dieser Körper zu Beginn der Bewegung bereits die Startgeschwindigkeit v_0, so wird die Geschwindigkeit des Körpers zur Zeit t wie folgt berechnet: $v = a \cdot t + v_0$ (wobei a jeweils die Beschleunigung ist, mit $a = \text{konstant}$).</p>	efb, vkf, quan
Die Startgeschwindigkeit v_0 , sowie den Startort s_0 bezeichnet man als Anfangsbedingungen der Bewegung.	efb, eap, qual
Im t - s -Diagramm wird der Startort s_0 als s -Achsenabschnitt eingetragen. An diesem Punkt der s -Achse beginnt der Graph der Bewegung. ⁴	efb, eap, qual
Im t - v -Diagramm wird die Startgeschwindigkeit v_0 als v -Achsenabschnitt eingetragen. An diesem Punkt der v -Achse beginnt der Graph der Bewegung.	efb, eap, qual

Tab. 3. 9: Klärung zum Themenfeld Bewegungsgleichungen/ Anfangsbedingungen

Diagramme	
Fachliche Aspekte	Niveaustufen
Ermittelte Messwerte bzw. -reihen können durch Diagramme ausgewertet werden.	efb, eap, qual
Mit Hilfe von Diagrammen können Aufgaben graphisch gelöst werden.	efb, eap, qual
Diagramme können Abhängigkeiten von Größen sowie, deren Änderungsrate zum Ausdruck bringen.	efb, vkf, qual
Diagramme können dazu genutzt werden, schnell einen Überblick zu erhalten.	efb, eap, qual
Mit Diagrammen können physikalische Abhängigkeiten aufgezeigt werden, und man kann mit deren Hilfe Gesetzmäßigkeiten herleiten.	nefb, vkf, qual

⁴ Die Auswirkung der Anfangsgeschwindigkeit v_0 auf den Verlauf des Graphen einer gleichmäßig beschleunigten bzw. verzögerten Bewegung im t - s -Diagramm wird in dem Lernmaterial nicht berücksichtigt.

Aus einem t-s-Diagramm kann ein t-v-Diagramm erhalten werden, aus diesem wiederum ein t-a-Diagramm, und umgekehrt. ⁵	efb, vkf, qual
---	----------------

Tab. 3. 10: Fachliche Klärung zum Themenfeld Diagramme

Sonstiges	
Fachliche Aspekte	Niveaustufen
Bei dem sich bewegenden Körper wird immer ein ausgewählter Punkt betrachtet. Der Körper wird auf diesen Punkt reduziert, der Massenpunkt genannt wird. Die Ausdehnung des Körpers bleibt unberücksichtigt.	nefb, eap, qual
Bei der Auswertung von Messwerten muss auf Messungenauigkeiten geachtet werden.	efb, eap, qual
Um Größen exakt anzugeben, muss man die Einheitenzeichen mit angeben.	efb, eap, qual
Physikalische Rechnungen sollen in SI-Einheiten erfolgen.	efb, eap, qual
Bei allen Rechnungen sollten die Einheitenzeichen mit angegeben werden.	efb, eap, qual
Es sollte darauf geachtet werden, dass zwischen Formelzeichen und Einheitenzeichen unterschieden wird.	efb, eap, qual
Geschwindigkeiten und Beschleunigungen können nicht miteinander verrechnet werden.	efb, eap, qual

Tab. 3. 11: Fachliche Klärung zum Themenfeld Sonstiges

⁵ Dass die Flächen unter dem t-v- und dem t-a- Diagramm eine bestimmte Bedeutung haben, wird in dem Lernmaterial nicht berücksichtigt.

3.2 Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten zum Themenfeld Bewegungen

In der Mechanik und hier insbesondere auch in der Kinematik haben Didaktiker in den letzten Jahren zahlreiche Schülervorstellungen erfasst. Sie stellen fest, dass fachlich unangemessene Schülervorstellungen auch durch die Nutzung physikalischer Begriffe im Alltag verursacht werden. Die physikalischen Begriffe werden sowohl im Alltag, wie auch von den Massenmedien, vorwiegend in nichtphysikalischer Bedeutung, also nicht ihrem Sinn entsprechend, benutzt.

Konzepte und Vorstellungen, die die SuS bereits vor dem Unterricht, beispielsweise durch Erfahrungen des Alltags, aufgebaut haben⁶, sind sehr stabil und dauerhaft, wie Wilhelm (2006) erläutert. Er geht davon aus, dass neu gelerntes Wissen im Physikunterricht häufig nicht eine bestehende falsche Vorstellung oder ein bestehendes falsches Konzept der SuS auslöschen kann. Eher ergänzen die SuS mit dem neu gelernten Wissen oder nur einzelnen neuen Aspekten ihr bereits vorhandenes Wissen oder sie setzen bestehende Alltagskonzepte neu zusammen. Diese neu entstandenen Konzepte sind aber nicht zwangsläufig physikalisch richtig. Neben den bereits vorhandenen Alltagskonzepten können SuS auch ein zusätzliches physikalisches Konzept entwickeln, welches sie allerdings nur selten, genauso wie auch die verschiedenen Alltagskonzepte, miteinander verknüpfen. Auch ist es möglich, so die Annahme Nachtigalls (1986), dass sich die einzelnen Konzepte in ihrer Logik gegenseitig ausschließen. In diesem Zusammenhang berichtet Gerdes (1999), dass Schülervorstellungen nicht bei jedem SuS in der gleichen Ausprägung vorhanden sind, so dass jeder SuS sehr individuelle Vorstellungen und Konzepte entwickeln kann. Die SuS nutzen desweiteren, je nach Kontext, ihr physikalisches Konzept oder ihre Alltagsvorstellungen.

⁶ Nachtigall (1986) bezeichnet diese Konzepte als Präkonzepte

Typische Lernschwierigkeiten von SuS in der Kinematik sind die Unterscheidung zwischen Differenzen- und Punktgrößen. SuS unterscheiden also nicht zwischen dem Ort und dem zurückgelegten Weg. Diese Vorstellung kann durch die Betrachtungen der Bewegungen vom Nullpunkt ($s = 0$) aus noch verstärkt werden. Bei dieser Betrachtung haben die Koordinate des Ortes sowie, der bis dorthin zurückgelegte Weg den gleichen Wert. Analog zur Ortsbetrachtung werden Bewegungen häufig ausgehend vom Zeitpunkt Null ($t = 0$) betrachtet, so dass die Koordinate des Zeitpunktes, sowie die bis dahin benötigte Zeit erneut den gleichen Wert haben (Wilhelm & Heuer, 2002).

Die für die Betrachtung der Beschleunigung wichtige Unterscheidung zwischen der Geschwindigkeit und der Geschwindigkeitsänderung stellt ein ähnliches Problem für SuS dar. Auf dieses Problem wird im weiteren Verlauf des Textes noch explizit eingegangen.

Die Vorstellung, dass Bewegungen immer in einem Bezugssystem stattfinden und sich alle Bewegungsgrößen auf dieses System beziehen, wird von Wilhelm und Heuer (2002) als eine weitere Lernschwierigkeit für SuS gedeutet. Häufig ist den SuS nicht bewusst, dass bei jeder Betrachtung einer Bewegung ein Bezugssystem berücksichtigt werden muss. Im Unterricht werden meist nur Bewegungen im Bezugssystem der Erde betrachtet, auf das nicht mehr bei jeder Aufgabe explizit verwiesen wird. Wenn die SuS das Bezugssystem allerdings nicht berücksichtigen, dann achten sie auch häufig nicht auf die Anfangsbedingungen. Arbeiten die SuS wiederum mit Bezugssystem, so ergeben sich Schwierigkeiten bei dem Wechsel des Bezugssystems und dem damit verbundenen Perspektivenwechsel (Wilhelm & Heuer, 2002; Nachtigall, 1986).

Der Begriff der Geschwindigkeit wird im täglichen Leben der SuS oft benutzt, allerdings nicht immer in seiner physikalischen Bedeutung. Die SuS erwarten, wie Wilhelm (2006) behauptet, im Physikunterricht nur noch eine passende Formel für den ihnen bereits bekannten Begriff der Geschwindigkeit. Diese Behauptung von Wilhelm stellt, meiner Meinung nach, eine Kritik am Physikunterricht dar. Scheinbar sieht der Unterricht für SuS so aus, als wenn sie für alles Formeln bekommen, mit denen sie dann rechnen können.

Im Alltagsgebrauch wird der Begriff Geschwindigkeit von SuS intuitiv benutzt und bedeutet für sie schnell oder langsam, wobei die SuS in der Regel nur von positiven Werten ausgehen. Fährt ein Auto sehr schnell, hat es eine große positive Geschwindigkeit und fährt es langsam, hat es eine kleine positive Geschwindigkeit. Dass die Geschwindigkeit eines Körpers, der sich in die entgegengesetzte Richtung bewegt, ein negatives Vorzeichen trägt, ist für viele SuS unverständlich (Wilhelm & Heuer, 2002). Wird auf die Richtung der Geschwindigkeit explizit aufmerksam gemacht, so verknüpfen SuS das Wissen über den Aspekt der Richtung nicht mit ihrem bereits vorhandenen Wissen über den Betrag der Geschwindigkeit, es gelingt ihnen also nicht, Richtung und Betrag zu einer Größe zusammenzufassen (Wilhelm, 2006).

Geschwindigkeit als Quotientengröße, in Bezug auf den zurückgelegten Weg Δs und ein Zeitintervall Δt , ist für SuS keine selbstverständliche Betrachtungsweise. Sie neigen eher dazu den Quotient aus Ort und Zeit zu betrachten. Dieses Problem ist u.U. mit der Schwierigkeit der SuS zwischen den Differenzen- und Punktgrößen zu unterscheiden verknüpft (s.o.). Behrendt (2004) geht in ihrer Vermutung, es fehle den SuS das Verständnis die Geschwindigkeit in Abhängigkeit von zwei Größen zu sehen, noch über diese Annahme fachlich nicht angemessener Quotientenbildung hinaus.

Zwei ganz andere fachlich unangemessene Schülervorstellungen zu dem Begriff der Geschwindigkeit nennen Behrendt (2004) und Nachtigall (1986). Zum Einen, so berichtet Behrendt (2004), ordnen die SuS der sehr langsamen Bewegung einer Schnecke teilweise nicht eine Geschwindigkeit, sondern eine Langsamkeit zu und zum Anderen, wie Nachtigall (1986) darstellt, sehen sie das Überholen immer als ein Merkmal größerer Geschwindigkeit an. Er nennt an dieser Stelle das Beispiel:

Zwei Läufer (a und b) gehen beim Wettkampf in die Kurve. Der Läufer a auf der Innenbahn wird als der schnellere identifiziert, denn er erreicht zuerst die Gegengerade. Also, so wird geschlossen, hat er größere Geschwindigkeit als Läufer b. (Nachtigall, 1986, S. 13)

Der Begriff der Beschleunigung wird ebenfalls in der Alltagssprache der SuS genutzt, aber wie auch bei dem Begriff der Geschwindigkeit, nicht immer im physikalischen Sinn. Da der Begriff der Beschleunigung sehr komplex ist, wird er im Alltag von SuS oft in seiner Bedeutung reduziert. Zum Einen sehen die

SuS eine beschleunigte Bewegung als eine schnelle Bewegung an. Sie reduzieren die Beschleunigung auf den Begriff der Geschwindigkeit, was durch Aussagen wie: „Beschleunigte Bearbeitung eines Aktenstücks“ (Wilhelm, 2006, S.1) zusätzlich verstärkt wird (Wilhelm, 2006). Diese Sichtweise der SuS zeigt sich besonders bei der Beantwortung von Fragen nach der Beschleunigung auf, auf die die SuS häufig so antworten, als wären sie nach der Geschwindigkeit gefragt.

Desweiteren, so berichtet Nachtigall (1986), betrachten die SuS die Beschleunigung als zunehmende oder abnehmende Geschwindigkeit. Diese Verknüpfung stellt, meiner Ansicht nach, bereits eine gute Grundlage zur weiteren Arbeit mit dem Begriff der Beschleunigung dar, denn die Änderung ist schon in der Vorstellung der SuS vorhanden.

Für Engelhardt (1983) assoziieren die SuS mit dem Begriff der Beschleunigung häufig nur ein „Mehr- werden“, also eine Zunahme der Geschwindigkeit. Dass eine verzögerte Bewegung auch eine beschleunigte Bewegung ist, ist den SuS, seiner Ansicht nach, häufig unklar. Die SuS verknüpfen desweiteren das Minuszeichen mit der Verzögerung, denn sie denken, dass eine negative Beschleunigung immer mit langsamer werden verbunden ist. Somit ist für SuS in diesem Zusammenhang unverständlich, dass ein Körper, der sich in negative Richtung bewegt und schneller wird, eine negative Beschleunigung erfährt (Wilhelm, 2006).

Darüber hinaus wird eine große Beschleunigung von den SuS oft als eine große Endgeschwindigkeit gedeutet, so dass sie den Zusammenhang zwischen Beschleunigung als Änderung der Geschwindigkeit in einem Zeitintervall nicht zwingend herstellen. Die SuS sehen die Beschleunigung dann häufig nicht als eine Quotientengröße, die sich aus zwei Größen zusammensetzt. Dass, um eine große Beschleunigung zu erhalten, sich die Absolutbeträge der Geschwindigkeit nicht stark unterscheiden müssen, wenn nur ein kleines Zeitintervall betrachtet wird, ist für SuS somit nicht einsichtig. Für SuS ist die Beschleunigung in diesem Zusammenhang allerdings nur ein Zahlenwert, also eine skalare Größe, bei der sie den Betrag betrachten und die Richtung außer Acht lassen. Sie betrachten die Beschleunigung folglich nicht als eine Vektorgröße⁷, also eine Größe mit einem Betrag und einer Richtung. Auf Grund dieser Vorstel-

⁷ Von Vektoren wird in der Übungsbox nicht gesprochen. Die Richtung wird bei der geradlinigen Bewegung auf das Vorzeichen reduziert.

lung, so erläutern Wilhelm und Heuer (2002), erkennen die SuS nicht, dass die Änderung der Geschwindigkeit Auskunft über die Richtung der Beschleunigung gibt. Das Vorzeichen der Beschleunigung bei der geradlinigen Bewegung, das die Richtung ausdrückt, wird zwar teilweise von SuS angegeben, allerdings wird diese Angabe nur als ein Zusatz angesehen, wie bereits bei dem Begriff der Geschwindigkeit.

Um etwas über die Beschleunigung eines Körpers zu erfahren, betrachten einige SuS den Anfangs- und den Endzustand einer Bewegung und ziehen daraus die Bilanz für die Beschleunigung. So entsteht die Schwierigkeit für die SuS die Beschleunigung an einem Punkt zu betrachten. Als Beispiel wird die Betrachtung der Beschleunigung an einem Umkehrpunkt genannt. (Wilhelm und Heuer, 2002).

Viele Aufgaben, so behauptet Engelhardt (1983), betrachten die Beschleunigung eines sich zu Beginn der Bewegung in Ruhe befindenden Körpers. Der Unterschied zwischen der Geschwindigkeitsänderung und der Geschwindigkeit, zeigt sich für SuS an Hand dieser Aufgaben nicht direkt, da beide Größen den gleichen Wert haben. Wieder zeigt sich hier die Schwierigkeit für die SuS, Differenzen- und Punktgrößen zu unterscheiden. Auch führen diese Aufgaben erneut zu einer Verknüpfung der Beschleunigung und der Geschwindigkeit, denn erst nachdem der Körper beschleunigt wurde, hat er eine Geschwindigkeit.

Nachtigall (1986) berichtet noch über zwei weitere Fehlvorstellungen in Bezug auf die Geschwindigkeit. Zum Einen nennt er die Vorstellung der SuS, wonach zwei Körper dann die gleiche Beschleunigung haben, wenn sie sich zur gleichen Zeit am gleichen Ort befinden. Zum Anderen, dass SuS, bei zwei sich parallel in die gleiche Richtung bewegendem Körpern, von denen einer dem anderen voraus ist, dem Körper der voraus ist eine größere Beschleunigung zuordnen.

Verknüpfungen der Bewegungsgrößen Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung in dem Sinne, dass Beschleunigung auf die Geschwindigkeit wirkt und die Geschwindigkeit auf den Ort wirkt, wird von SuS oft nicht geschaffen. Noch schwieriger ist das Verständnis, dass die Beschleunigung die Veränderung der Veränderung des Ortes ist, wie Wilhelm (2006) feststellt. Gerd

(1999) behauptet in diesem Zusammenhang, dass SuS zwar für jeden Begriff ein Konzept entwickeln, aber diese dann nicht miteinander verknüpfen. Ohne ein verknüpftes Begriffssystem stellt das sinnvolle Beschreiben eines Vorgangs bzw. einer Bewegung für SuS ein Problem dar. Nach Engelhardt (1983), zeigen sich im Physikunterricht der Kinematik gerade deshalb Lernschwierigkeiten für die SuS auf, da sie kein zusammenhängendes Begriffssystem aufbauen, mit dem sie sich ihre Umwelt erklären können.

In diesem Zusammenhang berichtet Nachtigall (1986), dass viele SuS davon ausgehen, dass Beschleunigung und Geschwindigkeit miteinander verrechnet werden können, was wiederum auf die Fehlvorstellungen in Bezug auf die Beschleunigung zurückgeführt werden kann.

Die Unterscheidung der einzelnen Bewegungsarten in gleichförmig, gleichmäßig beschleunigt bzw. gleichmäßig verzögert sowie beschleunigt bzw. verzögert stellt für SuS eine zusätzliche Schwierigkeit dar, da sie im Alltag nur Mischformen dieser Bewegungsarten erleben. Die physikalische Betrachtungsweise, die den SuS im Physikunterricht näher gebracht wird, umfasst häufig nur die idealisierten Formen von Bewegungen, die die SuS nicht auf ihre Umwelt übertragen können (Wilhelm & Heuer 2002, Engelhardt, 1983).

Das Lösen von Aufgaben beinhaltet einige weitere Lernschwierigkeiten für SuS. Zunächst machen Hepp und Krüger (2004) darauf aufmerksam, dass SuS kein bestimmtes Schema benutzen, um Aufgaben zu bearbeiten, sondern eher unsystematisch vorgehen. Desweiteren sind die SuS nach Engelhardt (1983) häufig darauf bedacht, sofort zu bekannten Formeln zu greifen und nicht zunächst qualitativ über die Aufgabe und die genannten Sachverhalte nachzudenken. Auch werden die SuS im Unterricht nicht ausreichend darauf hingewiesen und dazu unterstützt, sich die Bewegungsgleichungen zu erschließen, anstatt sie nur zu erinnern oder nachzuschlagen. Denn so reduzieren die SuS die Gleichungen in ihrer Bedeutung (Wilhelm, 2006).

Während der Bearbeitung greifen SuS häufig nur auf die gelernten Bewegungsgleichungen zurück und berücksichtigen die Definitionsgleichungen kaum. Auch achten sie nicht darauf, worauf Hepp und Krüger (2004) hinweisen, zunächst über die Bewegungsform nachzudenken und dann die zugehöri-

gen Gleichungen auszuwählen. In diesem Zusammenhang führen sie als weitere Schwierigkeit der SuS auf, dass sie in Aufgaben nicht auf das notwendige Umstellen von Formeln achten, um dann die Aufgaben schrittweise zu lösen. Ergänzend berichtet Behrendt (2004), dass das Formelumstellen an sich eine zusätzliche Schwierigkeit für SuS darstellt. Ebenfalls sind der Umgang mit physikalischen Größen sowie das Erfassen von Anforderungen und das Textverständnis für SuS problematisch. Desweiteren berichtet sie, dass der Umgang mit Einheiten, speziell das Rechnen in SI-Einheiten und das Ergänzen der Einheitenzeichen bei jedem Rechenschritt, den SuS nicht ausreichend vertraut ist. Weiterhin stellt die Unterscheidung zwischen den Einheitenzeichen und den physikalischen Formelzeichen ein Problem für SuS dar. Der Buchstabe s, der als Einheitenzeichen für Sekunde steht und als physikalisches Formelzeichen für den Weg, ist ein von Behrendt (2004) diesbezüglich genanntes Beispiel. Abschließend zeigen Hepp und Krüger (2004) auf, dass SuS nicht bewusst ist, dass das Überprüfen der Einheiten und eine realistische Abschätzung des Ergebnisses, als Kriterien zur Überprüfung der Richtigkeit der Lösung einer Aufgabe genutzt werden können.

In Bezug auf den Umgang mit Einheitenzeichen nennt Behrendt (2004) als weitere Schwierigkeit der SuS das richtige Lesen und Sprechen der Einheiten. Im Alltag wird das Einheitenzeichen $\frac{km}{h}$ oft als „kmh“, also als Stundenkilometer dargestellt, anstatt von Kilometern pro Stunde zu reden. Falsche Sprechweisen, wie „Tempo 100“ oder „mit einer Geschwindigkeit von 150“ sowie die Verkehrsschilder zur Geschwindigkeitsbegrenzung, bei denen die Einheiten außer Acht gelassen werden, fördern nach Behrendt (2004) weitere Fehlvorstellungen der SuS.

Diagramme im Physikunterricht können von SuS oft nicht sinnvoll gedeutet werden, obwohl sie im Alltag in Zeitungen, im Fernsehen, in der Werbung oder in Lexika vorkommen, wie Dziarstek und Hilscher (1998) behaupten. Da die Diagramme nicht richtig verstanden und gedeutet werden, findet bei den SuS häufig kein Wissenszuwachs statt. Desweiteren zeigen sich beim Umgang mit Bewegungsgraphen und deren Interpretation Probleme auf, da SuS eine Bewegung nicht in ein Diagramm übertragen können oder aus einem Diag-

ramm Auskunft über die dargestellte Bewegung, also über Bewegungsform und den zeitlichen Verlauf der Bewegung, geben können. Die graphische Lösung von Aufgaben stellt in diesem Zusammenhang eine weitere Lernschwierigkeit für SuS dar (Wilhelm, 2006; Dziarstek & Hilscher, 1998).

3.3 Didaktische Strukturierung

3.3.1 Allgemeine Überlegungen zum Lernmaterial und zur Durchführung

Das von der Wiederholungs- und Übungsbox Bewegungen umfasste Lernmaterial wird jeweils von zwei oder drei SuS gemeinsam bearbeitet. So haben die SuS die Möglichkeit miteinander zu diskutieren und müssen sich weiterhin auf eine gemeinsame Lösung einigen, die sie dann in ihre Unterlagen eintragen. Diese Gruppengröße soll auch verhindern, dass sich, im Falle größerer Gruppen, Untergruppen bilden. Ich vermute zudem, dass zu große Gruppen lernhinderlich sind und die SuS eher zu Zwischengesprächen verleiten.

Die Gruppeneinteilung nehmen die SuS selbstständig vor, da ich es für wichtig erachte, dass die SuS gerne miteinander arbeiten und gut miteinander auskommen.

Präsentation des Materials

Das Lernmaterial setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Zum Einen betrachten die SuS einzelne Folien am Computer, die in einer Powerpoint-Präsentation dargestellt sind. Zum Anderen erhalten sie Arbeitsblätter, auf denen sie die Lösungen zu den Aufgaben, die schriftlich zu lösen sind, aufschreiben sollen. Die beiden folgenden Abbildungen zeigen jeweils einen Ausschnitt aus der Präsentation und aus den Arbeitsblättern.

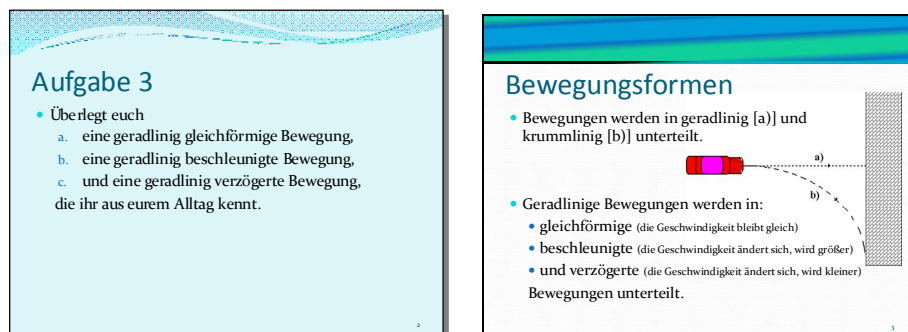


Abb. 3. 1: Beispielfolien aus der Powerpoint-Präsentation

Aufgabe 1)		
Aufgabe 2)		
a) in geradlinig(g) oder krummlinig(k)		
b) in gleichförmig(g), beschleunigt(b) oder verzögert(v)		
	a)	b)
Minutenzeiger einer Uhr		
Blumentopf fällt aus der dritten Etage		
Flugzeug bei der Landung		

Abb. 3. 2: Ausschnitt aus den Arbeitsblättern, die die SuS ausfüllen sollen

In den Arbeitsblättern befinden sich weiterhin Smileyaussagen und -fragen, die die SuS spontan in Bezug auf vorherige Aufgaben ausfüllen sollen. Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel für eine Smileyaussage:




Aufgabe 8) fan- den wir:	leicht		ging so		schwer	
-----------------------------	--------	---	------------	---	--------	---

Abb. 3. 3: Beispiel einer Smileyaussage aus den Arbeitsblättern

Ergänzend zu den Unterlagen erhalten die SuS nach der Bearbeitung einen Kurzfragebogen, den sie ausfüllen sollen. Dieser wird später in der Auswertung genutzt.

Bereits zu Beginn des Lernmaterials werden die SuS darauf aufmerksam gemacht, dass sie nur bestimmte Aufgaben aus dem Material schriftlich lösen sollen. Der Folientitel der Aufgaben, die schriftlich gelöst werden sollen, enthält „AB“ als Verweis auf die Arbeitsblätter. Diese Arbeitsblätter enthalten weiterhin Diagrammvorlagen, so dass die SuS nur noch die Achsenbezeichnungen hinzufügen müssen und dann das Diagramm zeichnen können. An dieser Stelle kann Zeit eingespart werden, die sonst durch das Zeichnen des Koordinatensystems verloren geht. Weiterhin sind auf den Arbeitsblättern Diagramme aus bestimmten Aufgaben enthalten, damit die SuS diese weiter bearbeiten können. Sie können beispielsweise noch in die Diagramme Geraden

einzeichnen, um daran die Steigung abzulesen. Ein Vorteil der Kombination von Präsentation und Arbeitsblättern besteht darin, dass die SuS z.B. das Diagramm und die Aufgabenstellung nebeneinander betrachten können. Desweiteren beinhalten die Unterlagen Vorlagen zur Beantwortung bestimmter Aufgaben, so dass die SuS beispielsweise eine Tabelle vorfinden (siehe Abb. 3.2, Aufgabe 2), wenn sie etwas zuordnen müssen und dann nur noch den richtigen Antwortbuchstaben hinzufügen brauchen. Auf diese Weise kann erneut Zeit eingespart werden.

Inhaltliche Gliederung des Materials

Grundsätzlich ist das Lernmaterial in vier Teile eingeteilt. Teil I trägt den Namen „Rund um die Geschwindigkeit“, Teil II „Rund um die Beschleunigung“, Teil III beschäftigt sich mit „t-a-Diagrammen“ und Teil IV lautet „Bewegungen noch genauer beschreiben“. Die SuS beginnen mit Teil I, der auch die für den Unterricht wichtigsten fachlichen Aspekte beinhaltet.

In Teil I geht es um Aufgaben und den theoretischen Hintergrund zum Thema Geschwindigkeit. Die Geschwindigkeit wird im Folgenden differenzierter als Momentan- und Durchschnittsgeschwindigkeit betrachtet. Weiterhin spielen die Unterscheidung von Differenzen- und Punktgrößen sowie das Bezugssystem eine Rolle, wie auch t-s-Diagramme und die Bewegungsformen, insbesondere die gleichförmige Bewegung.

In Teil II werden dann beschleunigte und verzögerte Bewegungen behandelt. Gleichmäßig beschleunigte und beschleunigte Bewegungen werden unterschieden und in t-s-Diagrammen dargestellt. Die Geschwindigkeitsänderung und die Beschleunigung sind zwei weitere in Teil II behandelte Themenbereiche, ebenso wie t-v-Diagramme. Ebenfalls sind Darstellungen verschiedener Bewegungsformen in einem t-v-Diagramm enthalten.

Teil III des Lernmaterials ist relativ kurz und behandelt inhaltlich die Darstellung von Bewegungen in t-a-Diagrammen.

Abschließend geht es in Teil IV um Bewegungsgleichungen und Aufgaben, die mit Hilfe der Bewegungsgleichungen gelöst werden können.

Die SuS haben nach der Durchführung von Teil II die Wahl entweder Teil III oder Teil IV zu bearbeiten, je nachdem, wofür sie sich mehr interessieren. Sie können zudem in allen Teilen entscheiden, ob sie die Zusatzaufgaben bearbeiten und sich die Applets anschauen. Diesbezüglich erhalten die SuS eine gewisse Wahlfreiheit und können an einigen Stellen der Einheit selbstständig entscheiden, wie sie weiterarbeiten möchten. Die Zusatzaufgaben sind etwas schwieriger, so dass diese Aufgaben auch als Differenzierungsaufgaben angesehen werden können.

Die Einheit soll in einer Doppelstunde von den SuS behandelt werden, so dass sie voraussichtlich nur Teil I und II vollständig bearbeiten können. Teil III und IV sind eher als Zusatzteile anzusehen. Falls es SuS in den Klassen gibt, die sehr schnell arbeiten, können diese noch mit der Bearbeitung von Teil III oder IV beginnen.

Inhaltlicher Aufbau der Themenbereiche

Die einzelnen Themenbereiche in den Teilen des Lernmaterials sind inhaltlich so aufgebaut, dass jeweils zuerst eine Beispielaufgabe genannt wird. In Bezug zu dieser Beispielaufgabe werden die SuS, durch Folien mit dem Titel „Zum Nachdenken“, zum Diskutieren und sich Gedanken machen aufgefordert. Danach folgen in dem Lernmaterial der theoretische Hintergrund und die zugehörigen Gesetze, durch die die Beispielaufgabe gelöst werden kann (Schritt 1 in der unten dargestellten Abbildung). Im besten Fall ist den SuS der theoretische Hintergrund schon beim Diskutieren über das Beispiel wieder eingefallen, ansonsten soll dieser, durch die Darstellung der Theorie, den SuS wieder ins Gedächtnis gerufen werden. Danach wird erneut auf die Beispielaufgabe eingegangen, damit die SuS diese mit Hilfe der dargestellten Theorie lösen können (Schritt 2 in der unten dargestellten Abbildung). In einigen der Themenbereiche wird zusätzlich noch eine weitere ähnliche Aufgabe gestellt, die die SuS dann selbstständig lösen sollen (Schritt 3 in der unten dargestellten Abbildung). Die SuS können so überprüfen, ob sie die Theorie verstanden haben und auch anwenden können. Haben sie Probleme beim Lösen der Aufgaben, so haben sie die Möglichkeit zurückzublättern und sich die Folien noch einmal durchzulesen (Schritt 4 in der unten dargestellten Abbildung). Zu manchen Aufgaben

sind die Lösungsfolien durch Pfeilbuttons abrufbar, so dass die SuS nachschauen können, ob sie die Aufgabe richtig gelöst haben.

Die folgende Abbildung 3.3 „Darstellung zum inhaltlichen Aufbau“ verdeutlicht die gerade beschriebene Vorgehensweise.

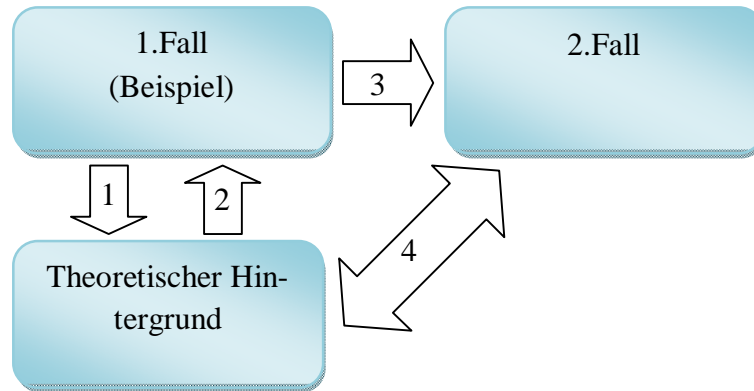


Abb. 3. 4: Darstellung zum inhaltlichen Aufbau einzelner Themenbereiche

Erinnern sich die SuS selbstständig an die Theorie, die nötig ist, um die Beispielaufgaben zu lösen, so haben sie ein kleines Erfolgserlebnis. Diese Erfolgserlebnisse sollen für die SuS als Motivation zum Weiterarbeiten dienen.

Die Folien mit der Überschrift „Alles klar?“ haben den Zweck, dass die SuS sich selbst kontrollieren können. Nachdem sie sich die Theorie zu einem bestimmten Thema durchgelesen haben, sollen sie das dargestellte Wissen direkt anwenden. Sie können ihre Antworten kontrollieren, indem sie auf die Pfeilbuttons klicken und so zu der zugehörigen Lösungsfolie gelangen. Zu einigen Aufgaben, die schwierig sind, oder zu Aufgaben, wo bereits die Schülervorstellungen Schwierigkeiten aufgezeigt haben, gibt es Pfeilbuttons zu den Lösungsfolien.

Innerhalb des Lernmaterials werden einzelne fachliche Aspekte erneut aufgegriffen und in Aufgaben abgefragt, um sie mit neuen Aspekten in Verbindung zu bringen und Verknüpfungen zu schaffen.

Allgemeine Überlegungen zu den Aufgaben

Aufgaben, die keine reinen Rechenaufgaben sind, sollen in dem Lernmaterial vielfältig vorhanden sein, denn solche Aufgaben fordern SuS auf, über die Sachverhalte nachzudenken und sie können dazu dienen, das Wissen der SuS zu festigen. Insbesondere dafür sind die Folien mit dem Titeln „Zum Nachdenken“ und „Alles klar?“ gedacht.

Das Wissen der SuS soll weiterhin in vielen verschiedenen Situationen angewendet werden, denn in je mehr Situationen das Wissen angewendet wird, desto größer wird das Verständnis der SuS und sie verknüpfen ihr Wissen nicht mit einem bestimmten Kontext.

Durch Aufgaben, die nicht nur Rechnungen von SuS verlangen, zeigt sich, ob die SuS mit ihrem Wissen umgehen können und ob sie es zur Lösung von Aufgaben nutzen können. Bei reinen Rechenaufgaben werden dagegen eher die mathematischen Fähigkeiten der SuS getestet. Deshalb tauchen in den Teilen I bis III reine Rechenaufgaben nur vereinzelt auf und wenn, in einfacher Form. Zum Schluss geht es in Teil IV dann größtenteils um Rechenaufgaben.

Der kognitive Aufwand der Aufgaben soll recht gering sein, so Wilhelm und Heuer (2002), damit SuS die Aufgaben selbstständig lösen können. In dem Lernmaterial orientieren sich die Aufgaben an der zu Grunde liegenden fachlichen Klärung, die sehr detailliert und kleinschrittig ist. Die Niveaustufen, die bereits in der fachliche Klärung aufgeführt wurden, werden in der Einheit insofern berücksichtigt, dass innerhalb der einzelnen thematischen Abschnitte darauf geachtet wird, zunächst Einzelaspekte aufzuführen, die dann miteinander verknüpft werden. Desweiteren werden zunächst qualitative fachliche Aspekte betrachtet und erst im Verlauf eines Themenbereichs auf quantitative fachliche Aspekte übergegangen. Auch sollen möglichst viele der dargestellten fachlichen Aspekte erfahrbar sein, damit die SuS ein besseres Verständnis entwickeln können. Innerhalb eines Themenbereichs steigt also das Niveau der dargestellten Aspekte an, so dass die Aufgaben und die theoretischen Darstellungen zum Ende eines Themenbereichs schwieriger sind, als zu Beginn. Die gesamte Einheit selbst ist ebenfalls so aufgebaut, dass das Niveau von Teil I hin zu Teil IV angehoben wird. Teil IV beinhaltet abschließend verknüpfte sowie größtenteils quantitative Aufgaben, also Rechenaufgaben.

In einigen der Aufgaben sind Tipps enthalten, die die SuS zum Teil als Lernhilfen nutzen können. Beispielsweise werden sie in den Tipps an die Achsenbezeichnungen erinnert oder ihnen wird ein Weg, in welcher Weise sie die Aufgabe lösen könnten, genannt.

Um mehr Interesse bei den SuS zu wecken, ist es laut Engelhardt (1983) sinnvoll alltagsnahe Aufgaben zu stellen, die weiterhin einen persönlichen Bezug beinhalten. Dies wird in dem Lernmaterial durch die Niveaustufe „erfahrbar“ mitberücksichtigt. In den Aufgaben des Lernmaterials geht es daher oft um Erlebnisse aus dem Alltag oder Situationen, die den SuS vertraut sind. Es ist davon auszugehen, dass gerade das Thema Autofahren die SuS der elften Klasse beschäftigt, da sie bereits mit 17 Jahren ihren Führerschein machen können.

Das Lernmaterial und die darin enthaltenen Aufgaben sollen die SuS zum Diskutieren und Nachdenken anregen. Für Wilhelm (2006) muss Wissen von den SuS konstruiert werden, damit es besser behalten wird. Die SuS sollen sich nicht bloß die Theorie zu einzelnen Themenbereichen durchlesen, sondern selber aktiv werden, indem sie diskutieren, überlegen und Aufgaben selbstständig lösen. In diesem Zusammenhang schreibt Wilhelm:

Man lernt etwas nicht dadurch, dass man es sich merkt, aufschreibt, auswendig lernt oder wiederholt (memorieren, mechanisches Lernen), sondern dadurch, dass man sich damit auseinandersetzt, darüber nachdenkt, es verarbeitet, überprüft, kritisiert und schaut, wieweit es zu dem passt bzw. nicht passt, was man bisher weiß (elaborieren und transformieren, verständnisvolles Lernen). (Wilhelm, 2005, S. 25)

Nach Wilhelm und Heuer (2002) wird davon ausgegangen, dass Verständnisschwierigkeiten der SuS abgebaut werden können, wenn verschiedene bildliche Darstellungsformen genutzt werden. Sie vermuten, dass mit PC-Darstellungen der Zusammenhang zwischen den einzelnen Bewegungsgrößen für SuS leichter dargestellt werden kann. Infolgedessen werden in der Einheit als weitere Medien, neben der Präsentation am Computer und den Unterlagen für die SuS, Applets genutzt. Die SuS können die Applets zur Vertiefung und Verdeutlichung der dargestellten fachlichen Aspekte nutzen, wobei sie selbstständig entscheiden können, ob sie sich das Applet anschauen möchten oder nicht. Insgesamt werden in dem gesamten Lernmaterial vier Applets eingesetzt.

Die Lerneinheit können die SuS nach der Durchführung von dem Lehrer erhalten. Alle Aufgaben haben dazugehörige Lösungsfolien, so dass die SuS, wenn sie das möchten, die Aufgaben in Ruhe zu Hause noch einmal bearbeiten können.

3.3.2 Lernziele

Die Lernziele dienen bei der Entwicklung des Lernmaterials der Übungs- und Wiederholungsbox Bewegungen als Orientierung und werden im Folgenden aufgeführt:

1. Die SuS sollen geradlinige Bewegungen in gleichförmige und beschleunigte bzw. verzögerte Bewegungen unterteilen und zwischen geradlinigen und krummlinigen Bewegungen differenzieren können.
2. Die SuS sollen Punkt- und Differenzgrößen unterscheiden können, insbesondere Ort und Weg, Zeitpunkt und Zeitspanne sowie Geschwindigkeit und Geschwindigkeitsänderung.
3. Die SuS sollen bei der Bearbeitung von Aufgaben auf das Bezugssystem achten.
4. Die SuS sollen als Beispiel für ein Bezugssystem das Koordinatensystem angeben können.
5. Die SuS sollen benennen, dass die Geschwindigkeit sowohl vom zurückgelegten Weg, als auch von der dafür benötigten Zeit abhängig ist.
6. Die SuS sollen die Geschwindigkeit als eine Größe mit einem Betrag und einer Richtung deuten können.
7. Die SuS sollen die Geschwindigkeit als Steigung des Graphen in einem t-s-Diagramm deuten können und die Geschwindigkeit an Hand eines t-s-Diagramms bestimmen können.
8. Die SuS sollen zwischen der Durchschnitts- und der Momentangeschwindigkeit unterscheiden können. Weiterhin sollen sie angeben können, in welchen Situationen die Durchschnitts- und in welchen die Momentangeschwindigkeit betrachtet wird.
9. Die SuS sollen benennen, dass die Beschleunigung sowohl von der Änderung der Geschwindigkeit, als auch von der dafür benötigten Zeit abhängig ist.
10. Die SuS sollen benennen, dass nur dann eine Beschleunigung vorhanden ist, wenn sich die Geschwindigkeit ändert.
11. Die SuS sollen die Beschleunigung als eine Größe mit einem Betrag und einer Richtung deuten können.

12. Die SuS sollen die Beschleunigung an einem Punkt bestimmen können.
13. Die SuS sollen die Beschleunigung als Steigung des Graphen in einem t-v-Diagramm deuten können und die Beschleunigung an Hand eines t-v-Diagramms bestimmen können.
14. Die SuS sollen zwischen der Geschwindigkeit und der Beschleunigung unterscheiden können.
15. Die SuS sollen die Definitionsgleichungen der Geschwindigkeit und der Beschleunigung nennen können und diese zum Lösen von Aufgaben heranziehen.
16. Die SuS sollen t-s-, t-v- und t-a- Diagramme zeichnen können.
17. Die SuS sollen an Hand von Diagrammen dargestellte Bewegungsformen angeben können.
18. Die SuS sollen dargestellten Bewegungen zugehörige Diagramme zuordnen können.
19. Die SuS sollen verschiedene Bewegungsformen in Diagrammen darstellen können.
20. Die SuS sollen die Bewegungsgleichungen nennen und den zugehörigen Bewegungsformen zuordnen können.
21. Die SuS sollen zum systematischen Lösen von Aufgaben zu Bewegungsgleichungen ein Schema benutzen.
22. Die SuS sollen beim Lösen von Aufgaben auf Anfangsbedingungen achten und diese in die Bewegungsgleichungen miteinbeziehen können.
23. Die SuS sollen mit Hilfe von Diagrammen Aufgaben zu Bewegungsgleichungen graphisch lösen können.
24. Die SuS sollen die zu einem Formelzeichen gehörenden Einheitenzeichen nennen und diese von den Formelzeichen unterscheiden können.
25. Die Lernziele beziehen sich auf die bereits vorher aufgeführten Schülervertretungen, worauf im Folgenden näher eingegangen wird.

3.3.3 Lernmaterial

Als Einstieg in das Lernmaterial gibt es eine Folie mit dem Titel „Warm up“, die dazu dient die SuS in das Themenfeld Bewegungen einzuführen⁸. Sie sollen sich überlegen, was die dargestellten Bilder mit Bewegungen zu tun haben. Ebenfalls zu Beginn des Lernmaterials erhalten die SuS Anweisungen, wie sie mit dem Lernmaterial umgehen sollen. Einzelne Hinweise und Hilfestellungen werden an dieser Stelle aufgeführt und weiterhin erfahren die SuS, wann sie Aufgaben schriftlich und wann nur mündlich lösen sollen.

Bewegungsformen und Punkt- und Differenzgrößen

Auf die Unterscheidung von Punkt- und Differenzgrößen, also die Unterschiede zwischen Zeitpunkt und Zeitspanne und zwischen Ort und zurückgelegtem Weg, wird als nächstes aufmerksam gemacht. Ob die SuS diese Unterscheidung verstanden haben, können sie mit den „Alles klar?“-Folien überprüfen.

Weiter geht es mit Bewegungen. In einer Aufgabe sollen die SuS Beispiele nennen, bei denen ein Körper eine Bewegung ausführt (Aufgabe 1). Es folgt eine Aufgabe, die verschiedene Bewegungen beschreibt, die von den SuS zunächst in geradlinige und krummlinige Bewegungen unterteilt werden sollen. Zusätzlich sollen sie dann noch die geradlinigen Bewegungen in gleichförmig, beschleunigt und verzögert unterteilen (Aufgabe 2). Weiterhin sollen die SuS zu jeder geradlinigen Bewegungsform ein Beispiel aus ihrem Alltag nennen, so dass sie schon zu Beginn des Lernmaterials einen lebensweltlichen Bezug herstellen und ihre Alltagserfahrungen miteinbeziehen können (Aufgabe 3). In einer späteren Aufgabe (Aufgabe 20) werden die unterschiedlichen Bewegungsformen als eine Tropfenspur dargestellt, wobei die SuS dann jeder Tropfenspur die zugehörige Bewegungsform zuordnen sollen.

In Bezug auf Differenzen- und Punktgrößen zeigen die Schülervorstellungen, dass SuS Schwierigkeiten haben diese zu unterscheiden. Um diese Unterschiede noch einmal zu verdeutlichen, werden diese Aspekte in die Übungsbox miteinbezogen. Insbesondere mit den „Alles klar?“-Folien haben die SuS die Möglichkeit ihr Verständnis zu diesen fachlichen Aspekten zu vertiefen und

⁸ Das vollständige Lernmaterial ist im Anhang A.1 aufgeführt

auch mit Hilfe der Lösungsfolien zu kontrollieren, ob sie diese richtig verstanden haben. Bei den „Alles klar?“-Folien wurde darauf geachtet, dass sich die Werte des Ortes und die des Weges unterscheiden, damit der Unterschied für die SuS deutlicher wird. Analog wurde bei Zeitpunkt und Zeitspanne verfahren.

Laut den Schülervorstellungen bereitet es den SuS Schwierigkeiten die Bewegungsformen zu unterteilen, da diese im Alltag häufig nur in Mischformen vorkommen. Die Schülervorstellungen schreiben diese Schwierigkeiten der in der Physik idealisierten Darstellung zu. Diesbezüglich werden diese fachlichen Aspekte in dem Lernmaterial noch einmal dargestellt, denn die Unterscheidung der einzelnen Bewegungsformen spielt später beim Lösen von Aufgaben zu den Bewegungsgleichungen eine wichtige Rolle, da die SuS nur so die für die Lösung richtigen Bewegungsgleichungen auswählen. Auch für die spätere Darstellung von Bewegungen in Diagrammen ist es wichtig, dass die SuS die Bewegungsformen unterscheiden können.

Bezugssystem

Aufgaben, die explizit auf Bezugssysteme hinweisen und die SuS zu einem Wechsel des Bezugssystems auffordern sind im Lernmaterial als nächstes aufgeführt. In den Aufgaben wird eine Bewegung beschrieben, die die SuS aus zwei verschiedenen Sichtweisen betrachten und beschreiben sollen. In Bezug auf die beiden Beschreibungen aus unterschiedlichen Sichten sollen sich die SuS überlegen, ob beide Beschreibungen sich unterscheiden und auch später inwiefern. In den folgenden beiden Aufgaben sollen die SuS dann selber zwei Bewegungen von unterschiedlichen Standorten beschreiben und dabei das Bezugssystem explizit angeben (Aufgaben 4 und 5).

Im Unterricht wird laut den Schülervorstellungen oft allein mit der Erde als Bezugssystem gearbeitet. Meist wird nur zu Beginn des Mechanikunterrichts auf das Bezugssystem eingegangen, so dass dieses bei späteren Aufgabenberechnungen häufig nicht mehr explizit erwähnt wird. Damit die SuS ein Verständnis dafür entwickeln, dass Beobachter an verschiedenen Standpunkten Bewegungen unterschiedlich beschreiben, wird dieser fachliche Aspekt in dem Lernmaterial berücksichtigt und auch noch einmal in einem Applet aufgegriffen. Die SuS sollen sich dabei selber in die Lage des Beobachters versetzen

und dann aus ihrer eigenen Sicht Bewegungen beschreiben. Gerade für Aufgaben zu den Bewegungsgleichungen und da speziell, wenn Anfangsbedingungen vorhanden sind, spielt das Bezugssystem eine wichtige Rolle.

Das bereits erwähnte Applet in Teil I zeigt ein Schiff, auf dem von einem Mast aus ein Helm fallen gelassen wird. Der Helm kann aus der Sicht des Ufers betrachtet werden sowie aus der Sicht des Schiffes, wobei in beiden Sichtweisen ein Leuchtturm im Hintergrund als optischer Bezugspunkt dient. Je nachdem, welche Sichtweise von den SuS gewählt wird, sehen sie verschiedene Bewegungskurven, die die Flugbahn des Helms darstellen.

Geschwindigkeit

In den Aufgaben zum Themenbereich Geschwindigkeit soll explizit eine Verknüpfung zwischen dem Begriff der Richtung und des Betrages hergestellt werden, so dass die SuS diese zu einem Geschwindigkeitsbegriff verschmelzen. Wilhelm (2006) nennt in diesem Zusammenhang den Vorschlag, die SuS direkt nach den beiden Aspekten der Geschwindigkeit zu fragen, damit sie daraufhin ihren Begriff der Geschwindigkeit aktualisieren (Aufgabe 9 und Zusatzaufgabe). Desweiteren wird auf „schneller“ und „langsamer“ eingegangen, um zu verdeutlichen, dass hier nur die Änderung des Geschwindigkeitsbetrags betrachtet wird und die Richtung als weiterer Aspekt berücksichtigt werden muss (Aufgabe 9).

Außerdem wird die Geschwindigkeit als Quotientengröße, also in Abhängigkeit von zwei weiteren Größen, in den Aufgaben betrachtet. Die SuS sollen sich daran erinnern, dass die Geschwindigkeit von dem zurückgelegten Weg und der dafür benötigten Zeit, also von zwei Differenzgrößen, abhängt (Aufgaben 7 und 8).

In den Schülervorstellungen zeigen sich in Bezug auf die Geschwindigkeit häufig Schwierigkeiten für die SuS, da sie meist nicht verstehen, dass die Geschwindigkeit von zwei Differenzgrößen abhängt. In der Mittelstufe wird die Geschwindigkeit als $v = \frac{s}{t}$ eingeführt, so dass im späteren Unterricht Probleme entstehen können, wenn die Geschwindigkeit als $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ eingeführt wird. Auch, so zeigen die Schülervorstellungen weiterhin, bereitet es den SuS Schwierigkeiten die Geschwindigkeit als eine Quotientengröße anzusehen, sowie dieser einen Betrag und eine Richtung zuzuordnen. Infolgedessen wer-

den diese fachlichen Aspekte zur Geschwindigkeit in der Einheit aufgegriffen, um den SuS alle Aspekte zur Geschwindigkeit erneut zu verdeutlichen. Außerdem soll den SuS noch einmal bewusst gemacht werden, dass es durchaus auch negative Geschwindigkeiten gibt, was laut den Schülervorstellungen für viele SuS oft völlig unverständlich ist.

Weiterhin gibt es in Bezug auf die Geschwindigkeit eine Aufgabe, bei der die SuS die Geschwindigkeiten am Beispiel zweier Läufer berechnen sollen (Aufgabe 6).

t-s-Diagramme

Die Darstellung einer Bewegung in t-s-Diagrammen, dabei insbesondere die Darstellung einer gleichförmigen Bewegung, sowie die Geschwindigkeit als Steigung in diesen Diagrammen, werden thematisch als nächstes behandelt (Aufgaben 10, 11 und 12 und Folien „Zum Nachdenken“). Auch wird darauf eingegangen, dass ein t-s-Diagramm als Bezugssystem für eine dargestellte Bewegung dienen kann.

Da Bewegungen häufig in t-s-Diagrammen dargestellt werden, halte ich es für wichtig, dass die SuS verstehen, dass diese Diagramme bzw. das Koordinatensystem, das Bezugssystem darstellen. Desweiteren soll den SuS bewusst werden, dass sie einen Startpunkt für die Bewegung festlegen und diesen dann in den Koordinatenursprung des Diagramms legen müssen.

Die Geschwindigkeit als Steigung wird in der Einheit ebenfalls aufgegriffen, da die Schülervorstellungen aufzeigen, dass die SuS diesen Aspekt oft einfach vergessen.

Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit

Aufgaben in Bezug auf die Durchschnitts- und die Momentangeschwindigkeit sollen für die SuS verdeutlichen, in welchen Situationen die Durchschnitts- und wann die Momentangeschwindigkeit bestimmt werden muss (Folien „Zum Nachdenken“ und Zusatzaufgabe). Die graphische Ermittlung der Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit wird dargestellt und die SuS bekommen Aufgaben zur Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit, die rechnerisch und graphisch zu lösen sind (Aufgabe 14).

Die Schülervorstellungen zeigen, dass die SuS gerade mit der Ermittlung der Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit an Hand eines Diagramms Schwierigkeiten haben. Deshalb wird in der Einheit auf diese fachlichen Aspekte eingegangen. Besonders durch die kleinschrittige Darstellungen und durch die „Zum Nachdenken“-Folien sollen die SuS ihr Verständnis für die Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit verbessern. In Bezug dazu werden zwei Beispielsituationen genannt, zu denen sich die SuS Gedanken machen sollen.

Durch die Darstellung zuerst an einem Beispiel, bei dem viele Diagramme und die Ermittlung der Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit an Hand dieser Diagramme dargestellt werden, und dann die Darstellung in theoretischer Form, sollen die SuS lernen, wie sie die beiden Geschwindigkeiten jeweils graphisch bzw. rechnerisch ermitteln können.

Bewegungsformen und t-s-Diagramme

In Teil II werden beschleunigte und verzögerte Bewegungen inhaltlich thematisiert sowie deren Darstellungen in t-s-Diagrammen. Die Zuordnung von Bewegungsformen zu dargestellten Abschnitten eines t-s-Diagramms stellt eine weitere Aufgabe dar, die noch einmal bereits vorherige Aspekte miteinbezieht (Aufgabe 15).

Der Zusammenhang von Diagrammen und Bewegungsformen scheint den SuS, laut der Schülervorstellungen, Schwierigkeiten zu bereiten. Um diese Schwierigkeiten zu vermindern, wird diese Aufgabe an dieser Stelle der Einheit eingesetzt. Die SuS haben bis dahin die Grundlagen, die zur Bearbeitung wichtig sind, wiederholt.

Damit die SuS einen direkten Bezug zwischen der Bewegung, dem t-s-Diagramm und der textlichen Darstellung der Bewegung herstellen wird das zweite Applet eingesetzt. Es zeigt ein sich geradlinig bewegendes Auto, dessen t-s-Diagramm während seiner Bewegung aufgezeichnet wird. In einem Text unterhalb des Diagramms wird die Bewegung des Autos in Worten beschrieben. Die SuS sehen so die unterschiedliche Darstellung verschiedener Bewegungsformen im t-s-Diagramm.

Geschwindigkeitsveränderung und Beschleunigung

Die Unterscheidung von Punkt- und Differenzgrößen wird im Folgenden noch einmal aufgegriffen und zwar mit dem Unterschied zwischen der Geschwindigkeit und der Geschwindigkeitsänderung, mit dem die SuS, so sagen es die Schülervorstellungen, weitere Probleme haben. Zunächst wird dabei darauf eingegangen, dass man eine gleichbleibende Geschwindigkeit nicht spürt, sondern nur eine Geschwindigkeitsveränderung. Als Beispiel zur Bestimmung der Geschwindigkeitsänderung wird ein Auto, das bereits eine Startgeschwindigkeit hat, beschleunigt und dann die Geschwindigkeitsänderung bestimmt. Das Beispiel, bei dem eine Bewegung mit einer Startgeschwindigkeit dargestellt wird, verdeutlicht den Unterschied von Punkt- und Differenzgrößen, denn in diesem Fall nehmen beide Größen nicht die gleichen Werte an. Zur Bestimmung von Geschwindigkeitsveränderungen finden die SuS an dieser Stelle erneut eine „Alles klar?“-Folie, diese beinhaltet wieder einen Pfeilbutton, der zur Lösung der Aufgabe führt.

Direkt nach der Geschwindigkeitsänderung sollen die SuS darüber nachdenken, ob es einen Unterschied macht, in welcher Zeit die Geschwindigkeitsveränderung stattfindet (Zum Nachdenken). Es wird dann die Beschleunigung fachlich definiert und dazu Aufgaben gestellt, in denen die Beschleunigung mit Hilfe der Geschwindigkeitsänderung bestimmt werden soll (Aufgabe 16). Die Beschleunigung in Bezug auf zwei weitere Größen, also in Bezug auf die Zeit und die Geschwindigkeitsveränderung, wird erneut in einer Aufgabe verdeutlicht (Aufgabe 17). Laut den Schülervorstellungen treten gerade an dieser Stelle wieder Schwierigkeiten auf, da die SuS die Beschleunigung nicht als Quotientengröße ansehen. Darauffolgend soll den SuS mit einem Merksatz klar gemacht werden, dass nur eine Beschleunigung stattfindet, wenn sich die Geschwindigkeit verändert. Diesbezüglich folgt eine Aufgabe, bei der es um Überholen geht, wobei die Geschwindigkeiten der beiden Fahrzeuge nicht verändert werden. Die SuS werden hier getestet, ob sie verstanden haben, wann eine Beschleunigung auftritt. Beim Überholen stellen die SuS häufig, so sagen es die Schülervorstellungen, einen Bezug zur Beschleunigung her. Zu dieser Aufgabe gibt es wieder einen Pfeilbutton zur Lösung, damit den SuS die richtige Lösung der Aufgabe klar wird (Folie „Und was meint ihr hierzu“).

Die Richtung der Beschleunigung, was diese mit langsamer und schneller werden sowie mit beschleunigter und verzögerter Bewegung zu tun hat, wird in dem Lernmaterial als nächstes behandelt (Aufgaben 18, 19 und Zusatzaufgabe). Darauf, dass ein Körper, der sich in negative Richtung bewegt und schneller wird, eine negative Beschleunigung erfährt, soll nach Aussage Wilhelms (2006) in Bezug auf die Schülervorstellungen, in den Aufgaben explizit eingegangen werden (Folie „Alles klar?“). Weiterhin wird im Themenbereich der Beschleunigung darauf geachtet, dass von den SuS keine Verbindung zu dem Begriff der Geschwindigkeit geschaffen wird, denn nach den Schülervorstellungen können SuS häufig nicht zwischen der Geschwindigkeit und der Beschleunigung differenzieren. Dazu dient eine Aufgabe, die verdeutlicht, dass die Geschwindigkeit und die Beschleunigung verschiedene Bewegungsgrößen sind (Aufgabe 21).

Bewegungsformen und t-v-Diagramme

T-v-Diagramme sowie die Darstellung verschiedener Bewegungsformen in t-v-Diagrammen sind Inhalt des nächsten Teilabschnitts (Aufgabe 22 und Folie „Zum Nachdenken“). Desweiteren geht es um gleichmäßig beschleunigte bzw. verzögerte Bewegungen und um die Beschleunigung als Steigung in t-v-Diagrammen. Es folgt eine Aufgabe, bei der an Hand eines t-v-Diagramms die Beschleunigung und die dargestellten Bewegungsformen einzelner Abschnitte bestimmt werden sollen (Aufgabe 23). Außerdem sollen die SuS in dieser Aufgabe überlegen, welche Bewegung in dem Diagramm dargestellt sein könnte. Ähnlich ist die nächste Aufgabe in der zu Texten über Bewegungen, das richtige t-v-Diagramm zugeordnet werden soll (Aufgabe 24). Ebenfalls um t-v-Diagramme dreht sich die folgende Aufgabe, bei der Abschnitten eines t-v-Diagramms Bewegungsformen zugeordnet werden sollen (Aufgabe 25). Die letzte Aufgabe dieses Abschnitts befasst sich mit der Bestimmung der Beschleunigung an einem Punkt. Die SuS sollen dabei selber überlegen, wie sie diese feststellen können. Dadurch sollen sich die SuS daran erinnern, dass sie durch die Betrachtung kleiner Zeitintervalle Δt etwas über die Beschleunigung an einem ausgewählten Punkt erfahren können (Zusatzaufgabe). Zu dieser Aufgabe können sich die SuS erneut die Lösungsfolie anschauen, da dies, unter

Berücksichtigung der Schülervorstellungen, für SuS eine schwere Aufgabe darstellt.

Mit der Darstellung von Bewegungen in t-s-, t-v- und t-a-Diagrammen haben die SuS laut den Schülervorstellungen Schwierigkeiten. Ihnen scheint es sowohl schwer zu fallen eine Bewegung in ein Diagramm zu übertragen, als auch an Hand eines Diagramms etwas über die Bewegung sowie die Bewegungsform auszusagen. Daher werden diese fachlichen Aspekte in einigen der Aufgaben berücksichtigt, um bei den SuS ein besseres Verständnis in Bezug auf Diagramme zu schaffen. Diesbezüglich sollen auch die Applets zu einem besseren Verständnis beitragen. Daher wird am Ende des zweiten Teils ein weiteres Applet eingesetzt, das vier verschiedene Situationen zeigt. Die SuS sehen jeweils zuerst einen Text, der eine Bewegung darstellt, sowie ein Auto, das zunächst steht. Sie sollen sich dann erst selber überlegen, wie das zugehörige t-s- sowie das t-v-Diagramm aussehen könnten. Durch einen Klick auf den Startbutton werden beide Diagramme nebeneinander und gleichzeitig gezeichnet. Außerdem führt das Auto die vorgegebene geradlinige Bewegung aus. Wieder können die SuS eine Verknüpfung zwischen der Bewegung, dem t-s- und t-v-Diagramm und der Darstellung der Bewegung in Worten schaffen.

Bewegungsformen und t-a-Diagramme

Teil III beginnt mit den t-a-Diagrammen sowie der Darstellung verschiedener Bewegungsformen in t-a-Diagrammen. Weiterhin gibt es eine Aufgabe, bei der die SuS an Hand eines t-v-Diagramms ein t-a-Diagramm zeichnen sollen (Aufgabe 26). Die beiden weiteren Aufgaben des dritten Teils beschäftigen sich zum Einen ebenfalls mit dem Zeichnen eines t-v- und t-a-Diagramms (Aufgabe 27) und zum Anderen noch einmal mit Punkt- und Differenzengrößen sowie erneut mit dem Zeichnen eines t-v-Diagramms (Aufgabe 28).

Dziarstek und Hilscher (1998) berichten, dass Schwierigkeiten bei dem Umgang mit Diagrammen durch das Bereitstellen geeigneter Übungsbeispiele und dem Zeitlassen zum Üben gelöst werden können. Die Zeit können sich die SuS natürlich einteilen, so dass sie sich so lange mit einer Aufgabe beschäftigen können, wie sie möchten.

Am Ende des dritten Teils befindet sich das vierte Applet. Bei diesem Applet können die SuS gleichzeitig t-s-, t-v- und t-a-Diagramme betrachten. Dabei

können verschiedene Startorte, verschiedene Startgeschwindigkeiten und Beschleunigungen eingegeben werden und die SuS können so beobachten, wie sich die jeweiligen Diagramme verändern.

Bewegungsgleichungen und ein Schema zum Lösen von Aufgaben

Der letzte Teil des Lernmaterials umfasst die Bewegungsgleichungen. Gleich zu Beginn des vierten Teils wird auf die Anfangsbedingungen eingegangen. Die SuS sollen diese aus einem t-s- und t-v-Diagrammen ablesen. Zunächst wird dann ein Schema vorgestellt, denn um die Aufgaben zu den Bewegungsgleichungen mit System zu lösen und um den Schülern eine Hilfe zu geben, schlagen Hepp und Krüger (2004) ein Schema zum systematischen Lösen von Aufgaben vor:

- Aufgabe
- Skizze
- Bedingungen
- Gesuchte Größe in entsprechender Einheit
- Plan zur Lösung
- Gegebene Größen mit entsprechenden Umrechnungen
- Lösung und Überschlag
- Einheitenprobe
- Ergebnis und Rückschau (Hepp & Krüger, 2004, S.40)

Ich habe dieses Schema etwas abgewandelt, um es speziell an die Thematik anzupassen und um den SuS die Benutzung des Schemas zu erleichtern. Das in dem Lernmaterial benutzte Schema wird erst in dem vierten Teil über Bewegungsgleichungen aufgeführt, wo es dann auch sinnvoll von den SuS genutzt werden kann. Die Unterlagen der SuS enthalten das Schema noch einmal auf einem separaten Blatt, damit die SuS es zur Lösung der Aufgaben heranziehen können, ohne auf vorherige Folien schauen zu müssen.

Das Schema enthält folgende Schritte:

- Aufgabe lesen
- Bewegungsform benennen
- Gegebene Größen notieren
- Gesuchte Größe notieren
- zu benutzende Formeln aufführen
- Lösung berechnen
- Überschlag (Ist das ein realistisches Ergebnis?); Einheitenprobe
- Antwortsatz formulieren, noch einmal schauen, ob man alle Fragen der Aufgabe gelöst hat

Die SuS werden bei der Benutzung dieses Schemas auf viele wichtige Aspekte aufmerksam gemacht. Zunächst müssen sie die Aufgabe genau lesen, wozu sie ein gutes Textverständnis benötigen. Desweiteren sollen sie die Bewegungsform benennen, um zur Lösung der Aufgabe die richtigen Formeln heranzuziehen. Durch das Aufschreiben der Formeln sowie der gesuchten und gegebenen Größen erhalten die SuS einen Überblick über die Aufgabe. Sie müssen dann überlegen, welche dargestellten Größen relevant sind, um die Aufgabe zu lösen. Die angegebenen Größen sollten mit der dazugehörigen Einheit aufgeführt sein, wobei es zunächst keine Rolle spielt, ob die Einheiten in SI-Einheiten angegeben sind oder nicht.

Als nächsten Unterpunkt geht es darum, die Lösung zu erstellen, wofür die SuS bereits über die dargestellte Bewegungsform nachgedacht und die entsprechenden Formeln genannt haben.

Bei dem Schema zur Berechnung von Aufgaben wird darauf geachtet, dass die SuS nicht direkt zu den Bewegungsgleichungen greifen, um durch „wildes herum Rechnen“ zu dem Ergebnis zu gelangen. Sie werden explizit dazu aufgefordert erst über die Aufgabe und die genannte Bewegungsform nachzudenken und dann die Formeln auszuwählen. Bei dieser Herangehensweise sollen die SuS auch mit den Definitionsgleichungen arbeiten, die dann zum Beispiel beim Berechnen fehlender Größen genutzt werden können.

Die Einheitenzeichen sollen beim Lösen von Aufgaben möglichst in jedem Rechenschritt von den SuS notiert werden. Damit das errechnete Ergebnis von den SuS überprüft werden kann, werden sie aufgefordert das Ergebnis realis-

tisch einzuschätzen und weiterhin eine Einheitenprobe vorzunehmen. Abschließend wird das Ergebnis als Antwort in einem Satz formuliert und noch einmal kontrolliert, ob die gestellte Aufgabe damit erfüllt ist.

Im folgenden Abschnitt des vierten Teils werden die Bewegungsgleichungen in Bezug auf die zugehörige Bewegungsformen dargestellt. Es folgen Aufgaben zu den Bewegungsgleichungen (Aufgaben 29, 30, 31, 32, 33 und 34). Zusätzlich enthält das Lernmaterial eine Aufgabe, die graphisch durch Diagramme gelöst werden soll (Aufgabe 29). An dieser Stelle ist es sinnvoll die Aufgabe rechnerisch und graphisch zu lösen, um beide Lösungsvarianten nebeneinander zu betrachten.

Der Umgang mit den Bewegungsgleichungen soll in der Einheit noch einmal aufgegriffen und geübt werden. Dabei sollen die SuS darauf hingewiesen werden, welche wichtigen Informationen über die Bewegung erst geklärt werden müssen, bevor man zu den eigentlichen Bewegungsgleichungen greift, um damit die Aufgaben rechnerisch zu lösen. Anders gesagt, wird das Schema zum Lösen von Aufgaben eingesetzt, um die SuS daran zu erinnern erst über die Bewegungsform nachzudenken und dann erst zu rechnen.

Zu den Bewegungsgleichungen gibt es noch einige weitere Schülervorstellungen, die aufzeigen, dass es für SuS schwierig ist Aufgaben zu den Bewegungsgleichungen zu lösen. Unter anderem fällt es den SuS schwer die für die Lösung wichtigen Angaben aus der Aufgabenstellung herauszufiltern oder auch, sich zu überlegen wie Größen, die für die Berechnung wichtig sind, erhalten werden können. Außerdem, so zeigen die Schülervorstellungen, vergessen die SuS häufig gegebene Größen in die richtige Einheit umzurechnen, so dass sie am Ende ihrer Berechnung ein falsches Ergebnis erhalten. Daher wurden die Aufgaben zu den Bewegungsgleichungen erst in Teil IV aufgeführt. In Teil I und II werden einige Verständnisgrundlagen für Teil IV geschaffen, so dass die SuS in Teil IV weniger Problem beim Lösen der Aufgaben haben sollten. Trotzdem besteht dieser Teil, wie bereits vorher erwähnt, nur aus quantitativen Aufgaben, die vom Niveau her schwieriger zu lösen sind, als qualitative. Desweiteren verknüpfen die Bewegungsgleichungen viele in den Teilen eins und

zwei genannten Aspekte miteinander, was wiederum das Niveau der Aufgaben erhöht.

4 Fragestellungen zum Lernmaterial

Im Folgenden werden die Fragen aufgeführt, die durch die Erprobung des Lernmaterials in der Schule beantwortet werden sollen.

Da das Lernmaterial, wie in der didaktischen Strukturierung erwähnt, von den SuS in Gruppen bearbeitet werden soll, sollten in der Auswertung die folgenden Fragen in Bezug auf das Thema Gruppenarbeit geklärt werden:

1. Funktioniert die selbstständige Einteilung der Gruppen und arbeiten die SuS dann auch produktiv zusammen?
2. Finden es die SuS gut in Gruppen zu arbeiten?
3. Einigen sie sich innerhalb ihrer Gruppe auf eine Lösung oder haben sie unterschiedliche Meinungen und können sich nicht einigen?
4. Gibt es einen bzw. eine, der bzw. die die Führung in der Gruppe übernimmt?

In einem zweiten Themenbereich sollen die Themen Zeiteinteilung und Technik näher betrachtet werden. Diesbezüglich finde ich es interessant zu erfahren:

5. Wie lange brauchen die SuS für die Bearbeitung der einzelnen Teile und wie weit kommen sie im Lernmaterial?
6. Gibt es Schwierigkeiten mit dem Umgang der Präsentation am Computer?
7. Klicken die SuS in den Folien zurück, um noch einmal etwas nachzulesen?
8. Schauen sich die SuS die Applets an?

Im dritten Themenbereich soll dann die Arbeitsmoral der SuS eine Rolle spielen. Daher soll betrachtet werden:

9. Wie oft führen die SuS Zwischengespräche?
10. Wie diszipliniert arbeiten die SuS?

Desweiteren finde ich es interessant zu erfahren, ob sich in der Auswertung Lücken aufzeigen werden, genauer:

11. Wie oft lassen die Schülergruppen Aufgaben aus?
12. Wie lange versuchen die SuS eine Aufgabe zu lösen, bis sie aufgeben?
13. Sind die SuS entmutigt, wenn sie eine Aufgabe nicht lösen können?
14. Diskutieren sie über die Aufgaben? Wenn ja wie lange?
15. Gibt es Nachfragen? Wenn ja, wie oft?

Auch mit dem Niveau der Aufgaben, also ob die SuS die Aufgaben in der vorgesehenen Weise lösen können oder ob sich diesbezüglich Probleme aufzeigen, möchte ich mich befassen. Ebenso soll die Motivation, die die SuS während der Bearbeitung zeigen, näher betrachtet werden. Daher stellen sich für mich in diesem Themenbereich die folgenden Fragen:

16. Machen den SuS die Aufgaben Spaß und sind sie beim Arbeiten motiviert?
17. Wenn sie bei den „Smileyfragen bzw. –aussagen ankreuzen, dass sie Aspekte gut verstanden haben oder Aufgaben leicht fanden, können sie dann auch zugehörige Aufgaben richtig lösen?
18. Versuchen sie die Zusatzaufgaben zu lösen?
19. War das Niveau der Aufgaben angemessen, so dass die SuS die Aufgaben richtig lösen konnten?
20. Verstehen die SuS die Aufgabenstellungen und wissen sie was zu tun ist?
21. Zeigten sich in der Auswertung Auffälligkeiten in Bezug auf bestimmte Aufgaben? Lassen sich diese Auffälligkeiten erklären?

Wie bereits die Schülervorstellungen aufgezeigt haben, berücksichtigen die SuS die Einheiten beim Lösen von Aufgaben nicht immer. Weiterhin haben sie Probleme bei jeglichem Umgang mit Diagrammen. Ich möchte daher auch diese beiden Aspekte näher untersuchen. Diesbezüglich finde ich es weiterhin spannend zu erfahren, ob und welche weiteren Fehler während der Bearbeitung auftreten. Somit stellen sich an dieser Stelle für mich die folgenden Fragen:

22. Schreiben die SuS immer die Einheiten hin?
23. Achten sie bei Diagrammen auf die richtigen Achsenbezeichnungen?
24. Können sie Diagramme zeichnen?
25. Achten die SuS auf Tipps?
26. Welche Fehler machen die SuS häufig?

Über die Struktur des Lernmaterials bzw. dessen Ausgestaltung mit Infos und Beispielen soll es in einem weiteren Themenbereich gehen. Dabei interessiert mich genauer:

27. Haben die Beispiele in der Einheit ausgereicht, um den SuS die fachlichen Aspekte näher zu bringen oder wäre es sinnvoll noch mehr Beispiele zu nennen?
28. Sind zu viele Informationen in der Einheit vorhanden, so dass die SuS verwirrt werden?
29. Stellen die SuS einen Bezug zum vorherigen Unterrichtsgeschehen her?
30. Finden die SuS die Einheit nützlich, um sich damit auf die Klausur vorzubereiten?

Abschließend stellt sich natürlich noch eine Frage in Bezug auf die Lernziele:

31. Wurden die Lernziele mit dem Lernmaterial erreicht?

5 Datenerhebung und methodisches Vorgehen

Zwei 11. Klassen der Goetheschule in Wetzlar mit einmal 17 und einmal 21 SuS (einige der SuS sind auf den Fotos 5.1 und 5.2 zu sehen) führten in jeweils 90 Minuten die Lerneinheit durch. Während eine 11. Klasse die Übungsbox in der ersten Doppelstunde bearbeitete, führte die zweite 11. Klasse die Einheit in der darauffolgenden zweiten Doppelstunde durch.

Die SuS wurden zu Beginn der Stunde aufgefordert sich in Zweier- oder Dreiergruppen zusammenzufinden und sich zusammen an einen PC zu setzen. Dann wurden die Arbeitsblätter ausgeteilt und den SuS kurz erklärt, wie sie mit dem Material umgehen sollten. Die Informationen, dass der Taschenrechner benutzt werden darf, dass Aufgaben ausgelassen werden können, wenn die SuS keine Antwort wissen und, dass nur bestimmte Lösungen aufgeschrieben werden sollten, wurden genannt. Desweiteren wurden die SuS darauf hingewiesen, dass alle Informationen zur Bearbeitung noch einmal in den ersten Folien der Präsentation zu finden waren. Auch wurde klar gestellt, dass Zwi-



Foto 5. 1: Schülergruppen beim Bearbeiten des Lernmaterials

schenfragen an den anwesenden Fachlehrer oder mich gestellt werden durften, falls die SuS die Aufgabenstellung nicht verstehen sollten. Stellten die SuS Zwischenfragen, so bekamen sie Hilfestellungen und Tipps in Form von: „Überlegt mal, was ihr gerade in der theoretischen Darstellung gelesen habt und versucht das auf die Aufgabe zu beziehen.“ oder beispielsweise zu den Aufgaben zu Bezugssystemen: „Versetzt euch selbst in diese Lage und dann überlegt, wie die Bewegung für euch aussehen würde.“. Bei der Formulierung der Tipps und Hilfestellungen wurde darauf geachtet, dass nicht die Lösung der Aufgabe verraten wurde.

Das Lernmaterial wurde als Powerpoint Präsentation am Computer dargestellt. Die SuS schauten sich die Präsentation am Computer an und füllten gleichzeitig vorgefertigte Arbeitsblätter aus. Zu jeder Aufgabe, die die SuS schriftlich bearbeiten sollten, gab es eine Vorlage auf den Arbeitsblättern zum Ausfüllen. Diese Vorlagen konnten Tabellen, leere Diagramme oder nur Linien zum Aufschreiben der Lösung einer Aufgabe sein (vgl. das Material in Anhang A.2). Desweiteren wurden den SuS innerhalb des Lernmaterials kurze Fragen gestellt oder sie sollten eine Aussage zu einer vorher behandelten Aufgabe oder eines vorher gelesenen Abschnitts treffen. Diese Fragen bzw. Aussagen waren mit einem Smiley versehen und wurden bereits in Kapitel 3.3 näher beschrieben. Kurz vor Ende der Durchführungszeit bekamen die SuS dann noch einen Fragebogen, den sie in Bezug auf die Übungsbox ausfüllen sollten.

Die Unterlagen mit den schriftlichen Lösungen der Aufgaben wurden am Ende der Durchführung eingesammelt. Außerdem wurden die SuS gefragt, ob sie eine Kopie der ausgefüllten Unterlagen haben möchten, um später ihre Ergebnisse zu kontrollieren, wofür den SuS die Präsentation auch außerhalb des Unterrichts zugänglich gemacht werden sollte. Zusätzlich können sich die SuS so auch die Übungsbox noch einmal in Ruhe zu Hause anschauen und evtl. auch zur Klausurvorbereitung nutzen.



Foto 5. 2: Schülergruppen beim Bearbeiten des Lernmaterials

Während der Bearbeitungszeit habe ich versucht die SuS möglichst gut zu beobachten und auch das mitzubekommen, was sie miteinander redeten. Teilweise haben die SuS mir mitgeteilt, was sie gerade diskutierten und wie sie sich die Lösung zu einer bestimmten Aufgabe überlegt hatten.

Diese Aussagen der SuS habe ich im Prozess notiert, um sie in der Auswertung zur Stützung von Befunden heranzuziehen.

In der Auswertung wurden neben meinen Beobachtungen auch die Arbeitsblätter, die die SuS ausgefüllt haben, die Smileyaussagen und – fragen, die in den Arbeitsblättern vorhanden waren, sowie der Kurzfragebogen genutzt, um die in Kapitel 4 gestellten Fragen zu beantworten. Dabei wurden die einzelnen Themenbereiche, die bereits in Kapitel 4 unterteilt wurden, erneut aufgegriffen und absatzweise dargestellt.

Desweiteren wurde die Auswertung insgesamt in Bezug auf beide Klassen vorgenommen, da sich während der Auswertung innerhalb der beiden Klassen keine gravierenden Unterschiede aufzeigten. Traten doch an inhaltlichen Stellen Unterschiede auf, dann wurden diese in der Auswertung passend aufgeführt.

Zur Auswertung der von den SuS ausgefüllten Unterlagen wurde eine tabellarische Auflistung für jede Klasse erstellt. Diese Auflistungen beinhalteten alle Antworten der SuS zu den Aufgaben. Sie befinden sich in den Anhängen A.3 und A.4. An Hand dieser Auflistungen konnte festgestellt werden, welche Aufgaben richtig, halb richtig oder falsch beantwortet wurden. Dazu befindet sich im Anhang A.8 eine Tabelle, die sowohl getrennt für beide Klassen als auch für beide Klassen zusammen, angibt, wie viele der Aufgaben jeweils richtig, halb richtig und falsch beantwortet wurden. In der Auswertung habe ich mich nur auf die Auswertung beider Klassen zusammen bezogen.

Auch konnte mit dieser Auflistung aller Antworten, die die SuS genannt haben, vermutet werden, ob die Aufgaben verständlich und vom Niveau her angemessen waren und, ob bestimmte Aufgaben Auffälligkeiten in der Auswertung zeigten.

Die Smileyfragen und –aussagen wurden in Bezug zu den zugehörigen Aufgaben bzw. Textabschnitten ausgewertet. Dabei sollte überlegt werden, ob ein Zusammenhang zwischen der Einschätzung der SuS in Bezug auf die Schwierigkeit der Aufgabe bzw. des Textabschnitts und der Auswertung der zugehörigen Aufgaben bestand. Beispielsweise habe ich versucht zu klären, ob die SuS, wenn sie angaben eine Aufgabe leicht gefunden oder den Textabschnitt verstanden zu haben, dann auch die zugehörige Aufgabe bzw. Aufgaben richtig beantworteten.

Weiterhin wurden in der Auswertung Ausschnitte aus der Auswertung des Kurzfragebogens an passenden inhaltlichen Stellen einbezogen. Die von beiden Klassen vollständigen ausgewerteten Fragebögen befinden sich in den Anhängen A.6 und A.7.

6 Auswertung und Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus beiden 11. Klassen, die das Lernmaterial bearbeitet haben, dargestellt. Insgesamt haben 38 SuS das Lernmaterial bearbeitet.

Gruppenarbeit

Die SuS haben sich schnell in kleinen Gruppen zusammengefunden, während von den SuS am häufigsten Zweiergruppen gebildet wurden. Die selbst eingeteilten Gruppen arbeiteten, wie ich beobachten konnte, produktiv miteinander. Sie diskutierten untereinander sehr viel und schrieben erst eine Lösung auf, wenn sich alle Gruppenmitglieder einig waren. Bei meinen Beobachtungen konnte ich weiterhin feststellen, dass die SuS gegenseitig aufeinander Rücksicht nahmen. Sie haben beispielsweise nachgefragt, ob alle mit dem Lesen der aktuell angezeigten Folie fertig waren, um dann zur nächsten Folie weiter zu klicken. Auch beim Lösen der Aufgaben haben sie sich untereinander gefragt, ob sie die Lösung verstanden haben. War sich ein Gruppenmitglied nicht ganz sicher, so wurde die Lösung von den anderen noch einmal kurz erklärt.

In einer Schülergruppe, die zu viert zusammen arbeitete, kam es, wie bereits vorher vermutet, zu mehr Unruhe als in den Zweier- oder Dreiergruppen. Die SuS dieser Gruppe redeten mehr miteinander über außerschulische Themen und haben daher nicht so diszipliniert gearbeitet, wie die anderen Gruppen.

Die folgende Tabelle 6.1 zeigt einen Teil aus der Auswertung des Fragebogens⁹ in Bezug auf die Arbeit in Gruppen:

	trifft voll zu	trifft etwas zu	trifft kaum zu	trifft gar nicht zu
Mir hat gut gefallen, dass ich nicht alleine die Einheit bearbeiten musste.	28	6	1	1

Tab. 6. 1: Einheit in Gruppen bearbeiten¹⁰

⁹ Die vollständigen Auswertungen des Fragebogens zu jeder der beiden Klassen befinden sich in den Anhängen A.6 und A.7.

¹⁰ Die Anzahl der Markierungen in den Ausschnitten des Fragebogens sind nicht immer 38, wie die Anzahl der SuS, sondern teilweise mehr, da die SuS teilweise doppelte Markierungen gemacht haben.

Nur zwei Markierungen zeigen, dass die SuS lieber alleine gearbeitet hätten, alle anderen SuS fanden es gut in Gruppen zusammen zu arbeiten. Insgesamt scheint es also sinnvoll die Lerneinheit von den SuS in Gruppen bearbeiten zu lassen.

Durch meine Beobachtung hat sich weiterhin gezeigt, dass in den Dreiergruppen einer der SuS die Führung einnahm. Die beiden anderen SuS wurden während der Bearbeitung vereinzelt von ihm bzw. ihr angeleitet. Bei Diskussionen brachten sich aber meistens alle SuS, soweit ich es beobachten konnte, mit ein. In den Zweiergruppen, so zeigten ebenfalls meine Beobachtungen, haben beide SuS miteinander diskutiert, so dass nicht unbedingt ein SuS die Führung übernahm.

Zeiteinteilung und Technik

In der Zeit von zwei Schulstunden, also 90 Minuten, haben alle Gruppen Teil I vollständig bearbeitet. Von insgesamt 16 Gruppen kamen zwei Gruppen bis zum Ende von Teil I, zwei Gruppen bis zum Anfang des zweiten Teils, eine Gruppe bis zur Aufgabe 15) und eine Gruppe bis zur Aufgabe 16). Außerdem schafften es zwei Gruppen bis zur Aufgabe 17), drei Gruppen bis vor die Aufgabe 19), eine Gruppe bis zur Aufgabe 20), eine Gruppe bis vor die Aufgabe 21) und eine Gruppe bis zur Aufgabe 24). Zwei Gruppen haben Teil II vollständig bearbeitet.

Teil III und IV wurden also von keiner der Gruppen bearbeitet.

Die folgende Tabelle 6.2 „Präsentation am Computer“ ist erneut ein Ausschnitt aus der Auswertung des Fragebogens.

	trifft voll zu	trifft etwas zu	trifft kaum zu	trifft gar nicht zu
Die Präsentation von Aufgaben auf dem Computer fand ich eine gute Idee.	25	9	3	1

Tab. 6. 2: Präsentation am Computer

Anhand der Tabelle sieht man, dass es den meisten SuS gefallen hat, die Präsentation am Computer anzuschauen. Ich konnte beobachten, dass sich keine Schwierigkeiten in Bezug auf das Anschauen der Präsentation am Computer und das Aufschreiben der Antworten auf die Unterlagen ergaben. Zu Beginn

zeigten sich Unklarheiten, was denn nun aufgeschrieben werden sollte und was nur mündlich zu diskutieren sei. Dieses Problem löste sich schnell durch eine kurze Zwischenbemerkung, die auf das „AB“ auf den Folien verwies, sofern Aufgaben schriftlich gelöst werden sollten.

Der technische Umgang mit der Präsentation, also wie man zur nächsten oder zur vorherigen Folie kommt, stellte absolut kein Problem dar. Auch mit den Pfeilbuttons, die zu den Lösungsfolien führten, kamen die SuS gut klar. Genauso gut funktionierten das Öffnen der Applets sowie deren Handhabung. Meine Beobachtungen zeigten, dass alle SuS die Applets anschauten und sich ausgiebig mit ihnen beschäftigten.

Desweiteren konnte ich vereinzelt bei den SuS beobachten, dass sie in den Folien zurückklickten. Beispielsweise erinnerte sich ein SuS beim Umrechnen von Einheiten an die Folie mit der Eselsbrücke, die sich auf das Umrechnen von Einheiten bezog. Zu dieser klickte dann die Gruppe zurück und las die Folie noch einmal durch. An einer anderen Stelle beobachte ich eine Gruppe, die zurückklickte, um eine Gleichung nachzuschauen, die sie zum Lösen einer Aufgabe benötigten.

Arbeitsmoral

Während der Bearbeitung der Aufgaben haben die SuS, die die Einheit in der ersten Doppelstunde bearbeitet haben, kaum Zwischengespräche geführt. Sie arbeiteten sehr diszipliniert. In der Klasse, die die Einheit in der zweiten Doppelstunde bearbeitete, gab es etwas mehr Zwischengespräche und es war etwas unruhiger, wobei die Klasse aber trotzdem gut gearbeitet hat. Im Lernmaterial kamen beide Klassen ungefähr gleich weit.

Insgesamt konnte ich aus meinen Beobachtungen folgern, dass sich die SuS sehr bemüht haben die Aufgaben zu lösen, und dabei diszipliniert gearbeitet haben.

Lücken in der Auswertung

Die SuS haben während der Bearbeitung versucht möglichst viele Aufgaben aus den Teilen I und II zu lösen. Eine Gruppe hat teilweise nicht die Smileyfragen bzw. –aussagen angekreuzt. Außerdem haben zwei Gruppen kurz vor dem Ende der Bearbeitungszeit eine Zusatzaufgabe und die Aufgabe 16) nicht

beantwortet. Während der Bearbeitung, so konnte ich beobachten, haben sich die SuS bemüht, wie bereits erwähnt, keine der Aufgaben auszulassen. Auch Zusatzaufgaben und die Applets haben sie alle, die eben genannte Zusatzaufgabe ausgenommen, bearbeitet bzw. angeschaut.

Die SuS haben zumindest immer, so zeigt es die Auswertung, eine Antwort aufgeschrieben, auch wenn sie sich, so konnte ich es beobachten, nicht immer sicher waren, ob sie die Aufgabe richtig gelöst haben. Dementsprechend haben sich die SuS nicht entmutigen lassen und nur bei zwei Aufgaben am Ende der Bearbeitungszeit aufgegeben.

Wenn die SuS an einer Stelle nicht weiter wussten oder die theoretischen Darstellungen nicht verstanden, so haben sie sich gemeldet und nachgefragt. Während der Bearbeitung gab es einige Nachfragen, die oft auch zu gleichen fachlichen Aspekten oder bei den gleichen Aufgaben gestellt wurden. Während einige Gruppe drei bis viermal etwas nachfragten, gab es auch Gruppen, die keine Rückfragen stellten und sich komplett selbstständig mit dem Material auseinandersetzten.

Innerhalb der Gruppen wurde viel diskutiert. Die SuS haben sich Zeit genommen, um sich die passenden Antworten zu überlegen. Sie haben sich erst der nächsten Aufgabe zugewandt, wie ich bei einigen Gruppen beobachten konnte, wenn sie eine Lösung aufgeschrieben bzw. überlegt hatten. Diesen Aspekt zeigt ebenfalls die Auswertungstabelle der Aufgaben (s.u.), da dort kaum Lücken vorhanden sind.

Das Niveau der Aufgaben und die Motivation der SuS

Inwieweit es den SuS Spaß gemacht hat, die Einheit zu bearbeiten, konnte ich der folgenden Tabelle 6.3, die ein Ausschnitt aus dem Fragebogen darstellt, entnehmen:

	trifft voll zu	trifft etwas zu	trifft kaum zu	trifft gar nicht zu
Die Bearbeitung der Einheit zu <i>Bewegungen</i> hat mir Spaß gemacht.	6	31	2	-

Tab. 6. 3: Spaß an der Bearbeitung

Den SuS scheint das Lernmaterial gefallen zu haben. Nur zwei der Markierungen zeigen eine negative Tendenz an. Alle anderen Markierungen deuten daraufhin, dass die SuS die Einheit eher positiv beurteilten. Aus meiner Beobachtung wurde weiterhin deutlich, dass die SuS sehr motiviert gearbeitet haben, was sich ebenfalls an Hand der Nachfragen und den Versuchen der SuS, alle Zusatzaufgaben und Applets zu lösen, gezeigt hat.

Ob sich die SuS bei den Smileyfragen bzw. –aussagen richtig eingeschätzt haben, wird in den folgenden Tabellen 6.4 bis 6.7 dargestellt.

	richtig	halb richtig	falsch
Aufgabe 8)	14	2	-
	leicht	ging so	schwer
Aufgabe 8) fanden wir:	13	2	-

Tab. 6. 4: Smiley- Aufgabe 8)

Aufgabe 8) haben vierzehn Gruppen richtig und zwei halb richtig beantwortet. Dreizehn Gruppen gaben an, dass die Aufgabe leicht war und zwei haben „ging so“ angekreuzt. Insgesamt kann man hier annehmen, dass sich die SuS in Bezug auf Aufgabe 8) gut eingeschätzt haben.

	richtig	halb richtig	falsch
Aufgabe Alles klar	5	1	2
	ja	zum Teil	nein
Richtung von a verstanden?	6	2	-

Tab. 6. 5: Smiley- Richtung der Beschleunigung

Im zweiten Teil, in dem es um Beschleunigung ging, haben sechs Gruppen angegeben, dass sie das mit der Richtung der Beschleunigung verstanden haben und zwei haben angegeben es zum Teil verstanden zu haben. Fünf dieser Gruppen haben die Aufgabe richtig beantwortet, eine halb richtig und zwei haben die Aufgabe falsch beantwortet. Die Einschätzung der SuS und das Ergebnis der Auswertung liegen bei dieser Aufgabe wieder relativ nah beieinander, so dass wieder davon ausgegangen werden kann, dass sich die SuS recht gut eingeschätzt haben.

	richtig	halb richtig	falsch
Aufgabe 20)	4	-	-
	leicht	ging so	schwer
Aufgabe 20) fanden wir:	4	-	-

Tab. 6. 6: Smiley- Aufgabe 20)

Aufgabe 20) haben vier Gruppen bearbeitet. Alle haben die Aufgabe richtig gelöst und alle haben die Aufgabe als leicht eingeschätzt, so dass an dieser Stelle die Auswertung der Aufgaben und die Einschätzung der SuS gut zusammen passen, sofern eine Einschätzung an Hand von vier Gruppen vorgenommen werden kann.

	richtig	halb richtig	falsch
Aufgabe 22)	3	-	-
Aufgabe 23)	3	-	-
Aufgabe 24)	2	1	-
Aufgabe 25)	2	-	-
	gut	einigermaßen	nicht so gut
t-v-Diagramm:	2	-	-

Tab. 6. 7: Smiley- t-v-Diagramme

Die Aufgaben 22), 23), 24) und 25) hatten etwas mit t-v-Diagrammen zu tun. Drei Gruppen haben die Aufgaben 22) bis 24) bearbeitet. Bis auf eine Aufgabe, die nur halb richtig gelöst wurde, wurden die Aufgaben richtig gelöst. Aufgabe 25) wurde nur von zwei Gruppen bearbeitet, die beide die Aufgaben richtig lösten. Die zwei Gruppen, die noch bis zur Smileyaussage kamen, gaben an, mit dem Abschnitt über t-v-Diagramme gut klargekommen zu sein. Hier passen also auch die Auswertung der Aufgaben und die Einschätzung der SuS erneut zusammen, soweit dies natürlich unter Berücksichtigung von nur zwei Gruppen gesagt werden kann.

Die vorherigen Aussagen sind eher Vermutungen, da unter Berücksichtigung nur zweier Klassen keine allgemeinen Aussagen über die Aufgaben und die Einschätzung der SuS getroffen werden können. Auch ist nicht unbedingt klar, ob wirklich „richtig“ und „leicht“ miteinander korrelieren bzw. „richtig“ und die Angabe der SuS bestimmte Aspekte verstanden zu haben.

Um die Auswertung der Aufgaben, die als richtig, halb richtig oder falsch bewertet wurden, geht es im Folgenden. Zunächst wird dargestellt, wann eine Aufgabe als richtig, halb richtig, oder falsch gewertet wird. Dies zeigt sich an Hand des folgenden Beispiels.

Die nachfolgende Tabelle 6.8 ist ein Ausschnitt zur Aufgabe 6) aus der Auflistung der Aufgaben beider Gruppen (Anhänge A.3 und A.4):

Aufgabe 6)	Wertung
Jens hat eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 6,666. Peter hat eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 6. Also ist Jens schneller als Peter.	richtig
Peter: $75=12,5$; $100=16,6$ Jens: $100=15$; $75= 11,25$ Antwort: Jens ist schneller	richtig
$v=\Delta s/\Delta t$; $v_j= 100\text{m}/15\text{s}=6,66\text{m/s}$ $v_p=75\text{m}/12,5\text{s}= 6\text{m/s}$. Jens ist schneller und gewinnt.	richtig
$v=\text{m/s}$; Jens: $v=100:15=6\ 2/3\ \text{m/s}$ Peter: $v=75/12,5=6\text{m/s}$; Antwort: Peter gewinnt.	halb richtig
Jens= $6\ 1/6\ \text{m/s}$; Peter= 6m/s . Jens gewinnt, weil er eine größere Geschwindigkeit hat.	halb richtig
Peter war schneller. $100/15=6\ 2/3$; $75/12,5 =6 \leftarrow$ Peter	halb richtig
Peter läuft durchschnittlich schneller	falsch

Tab. 6. 8: Aufgabe mit Wertung

Die ersten drei Antworten wurden als richtig gewertet, da die Gruppen die Geschwindigkeiten richtig berechnet haben bzw. eine passende Vergleichsmöglichkeit gefunden haben. Die drei folgenden Antworten wurden als halb richtig gewertet, da die Gruppen zwar die Geschwindigkeiten richtig berechnet haben, aber die Aufgabe im Antwortsatz falsch beantwortet haben oder genau umgekehrt. Die letzte Antwort wurde als falsch gewertet, da eine falsche Aussage getroffen wurde.

Bei manchen Aufgaben, die zwei Teilaufgaben enthielten, haben die SuS teilweise eine der beiden Aufgaben richtig beantwortet und die andere falsch. In diesem Fall wurde die Aufgabe als halb richtig gewertet, genauso, wie wenn ein Großteil der Aufgabe richtig und nur ein kleiner Teil falsch beantwortet wurden.

Zurück zur Auswertung der Aufgaben, die in der folgenden Tabelle 6.9 zum Einen für Teil I und zum Anderen für Teil II dargestellt wird:

Aufgaben Teil I	richtig	halb richtig	falsch
1.	16	-	-
2.	9	6	1
4.	6	5	5
6.	11	3	2
8.	14	2	-

Aufgaben Teil I	richtig	halb richtig	falsch
9.	12	3	1
10.	16	-	-
Nachdenken	16	-	-
11.	15	-	1
12.	11	5	-

Aufgaben Teil II	richtig	halb richtig	falsch
15.	11	1	1
16.	7	1	-
17.	4	4	1
Alles klar	5	1	2
19.	2	2	1
Zusatz-auf.	3	1	-

Aufgaben Teil II	richtig	halb richtig	falsch
20.	4	-	-
21.	-	2	-
22.	3	-	-
23.	3	-	-
24.	2	1	-
25.	2	-	-

Tab. 6. 9: Auswertung der Aufgaben aus Teil I und II (Die Summenanzahl der Spalten unterscheidet sich in Teil II, da nicht alle Gruppen Teil II bearbeitet haben und innerhalb von Teil II Gruppen aufgehört haben, da die Bearbeitungszeit zu Ende war.)

Wie sich an Hand der Tabelle zeigt, wurden kaum Aufgaben falsch beantwortet. Die meisten Aufgaben wurden zum größten Teil richtig beantwortet, so dass vermutet werden kann, dass das Niveau der Aufgaben für die SuS angemessen schien. Allerdings wäre es auch möglich, dass die Aufgaben etwas zu leicht waren und das Niveau noch etwas angehoben werden könnte. Definitive Aussagen können an Hand der wenigen untersuchten Gruppen an dieser Stelle nicht gemacht werden.

Bei den meisten Aufgaben, so zeigten meine Beobachtung und die Auswertung der Arbeitsblätter, wussten die SuS, was sie zu machen hatten und schienen somit die Aufgabenstellungen verstanden zu haben. Vereinzelt gab es Schwierigkeiten bei der Aufgabe 9), wo aus der Aufgabenstellungen nicht genau hervorging, dass die Zeichnung die Skateboardrampe darstellen sollte und kein t-s-Diagramm. Bei der Aufgabe 2) hat eine Gruppe nicht die drei Bewegungsformen unterschieden, sondern nur einen Haken oder ein Kreuz gemacht. Zur Aufgabe 1) haben die SuS teilweise Orte und Zeitpunkte ergänzt, obwohl sie eigentlich nur einen Körper, der sich bewegt, beschreiben sollten. Weitere Schwierigkeiten zeigten sich bei der Aufgabe 4), wo die SuS durch Nachfragen zeigten, dass sie nicht genau wussten, was sie als Lösung eintragen sollten. Auch bei der Auswertung zeigte sich, dass den SuS nicht klar war, dass sie die Bewegung in Bezug zu dem Bezugssystem beschreiben sollten. Einige der SuS zeichneten bei dieser Aufgabe ein t-s-Diagramm oder ordneten die Bewegung einer Bewegungsform zu. Andere SuS beschrieben Paul einmal als Punkt in Teil a) und in Teil b) dann als Strecke. Außerdem zeigten sich bei der Aufgabe 15) in den Unterlagen, die die SuS ausfüllen sollten, Probleme. Denn auf den

Arbeitsblättern war nicht genau vorgegeben, wie die Lösung aufgeschrieben werden sollte. Die meisten Gruppen fanden dafür aber eine Lösung und schrieben die Antwortmöglichkeiten neben oder in das Diagramm.

Einige Aufgaben, die bereits im vorherigen Absatz erwähnt wurden, zeigen in der Tabelle zur Auswertung der Aufgaben Auffälligkeiten. So zeigt die Tabelle fünf falsche Antworten bei Aufgabe 4) und außerdem gaben die SuS bei den Aufgaben 2), 6), 9), 12) und 17) mehr als zwei halb richtige Antworten. Dass die SuS die Aufgaben nicht in der gewünschten Weise gelöst haben, lag bei den Aufgaben 2), 4) und 9) vermutlich an der ungeschickten Darstellung der Aufgaben, wie bereits erläutert. In den Aufgaben 6) und 12) traten Fehler beim Umrechnen der Einheiten auf, worauf im Folgenden noch näher eingegangen wird. In der Aufgabe 17) haben die SuS dagegen häufig die Begründungen zu ihren Antworten vergessen und außerdem konnten die SuS die Einheiten nicht in der gewünschten Weise umrechnen.

Weiterhin zeigten sich Auffälligkeiten bei den Aufgaben, 1), 10), 16), 20), 22), 23) und 25), da diese Aufgaben von allen SuS, die sie bearbeitet haben, richtig gelöst wurden.

Einheiten, Diagramme und häufige Fehler

Die SuS schrieben in ca. $\frac{3}{4}$ der Fälle die Einheiten hin. Nur vereinzelt fehlten die Einheiten ganz und teilweise wurden sie von den SuS im Antwortsatz genannt, aber nicht bei jedem Rechenschritt ergänzt.

Die Diagramme in den Aufgaben 10), 12) und 22) haben die SuS fast alle richtig gezeichnet. Allerdings haben sie häufig die Achsen nur mit dem Formelzeichen beschriftet und nicht die passende Einheit ergänzt. Ein anderer Fehler in Bezug auf das Zeichnen von Diagrammen war, dass die SuS den Graph über den Zeitpunkt, bis zu dem sie etwas über die Bewegung wussten, hinaus zeichneten. So haben zwei Gruppen bei dem Diagramm aus Aufgabe 10) den Graph nicht nur bis zum Zeitpunkt 2h, sondern etwas darüber hinaus gezeichnet.

Die in den Aufgaben genannten Tipps haben die SuS nur zum Teil in der Bearbeitung der Aufgaben genutzt. So zeigt die Auswertung, dass bestimmte Tipps von allen SuS berücksichtigt wurden, wobei andere kaum in der Auswertung zu finden waren.

Ein weiterer Fehler, der sich während der Auswertung der Lösungen der Aufgaben zeigte, war das Umrechnen der Einheiten ineinander. In der Aufgabe 12) fiel es einigen SuS schwer $\frac{km}{min}$ in $\frac{m}{s}$ oder in $\frac{km}{h}$ anzugeben. Auch stellte das Multiplizieren mit dem Wert 3,6 oder das Dividieren durch den Wert 3,6 ein Problem dar. Diesbezüglich wussten die SuS häufig nicht genau bei welcher Umrechnung sie welche Rechenoperation ausführen sollten.

Desweiteren zeigte sich in Aufgabe 6), dass einige SuS nicht feststellen konnten, dass die Geschwindigkeit $6 \frac{2}{3} \frac{m}{s}$ größer ist als $6 \frac{m}{s}$. Sie berechneten die Geschwindigkeiten der beiden Jungen richtig, folgerten aber nicht, dass der Junge mit der Geschwindigkeit $6 \frac{2}{3} \frac{m}{s}$ schneller war, als der Junge mit der Geschwindigkeit $6 \frac{m}{s}$. Der Antwortsatz stellte so eine falsche Lösung der Aufgabe dar.

Weiterhin haben die SuS bei der Lösung von Aufgaben nicht immer darauf geachtet eine Begründung für ihre Lösung aufzuschreiben, auch wenn diese in der Aufgabenstellung gefordert war.

Infos und Beispiele

Einen weiteren Ausschnitt aus dem Fragebogen zeigt die folgende Tabelle 6.10 in Bezug auf die im Lernmaterial herangezogenen Beispiele:

	trifft voll zu	trifft etwas zu	trifft kaum zu	trifft gar nicht zu
Wenn es mehr Beispiele gegeben hätte, hätte ich die Einheit bestimmt (noch) besser verstanden.	3	4	21	8

Tab. 6. 10: Beispiele

Mehr Beispiele in der Einheit wurden durch sieben Markierungen gewünscht, während 29 Markierungen zeigen, dass die Beispiele in der Einheit für die SuS ausreichend waren. Insgesamt scheint also die Anzahl der Beispiele in dem Lernmaterial angemessen zu sein.

Die Tabelle 6.11 „Informationen“ zeigt, wie die SuS Stellung zu der Informationsanzahl innerhalb der Einheit genommen haben:

	trifft voll zu	trifft etwas zu	trifft kaum zu	trifft gar nicht zu
Es wurden viel zu viele Informationen präsentiert, jetzt bin ich richtig verwirrt.	3	9	18	8

Tab. 6. 11: Information

Einige der SuS schienen durch zu viele Informationen in der Einheit, die in der Zeit von nur 90 Minuten genannt wurden, ein wenig verwirrt worden zu sein. Zwölf Markierungen zeigen, dass die SuS etwas oder sogar voll verwirrt wurden, währenddessen 26 Markierungen anzeigen, dass die SuS nicht durch zu viele Informationen verwirrt wurden. Insgesamt scheint es also sinnvoll etwas weniger Informationen in das Lernmaterial mit einzubeziehen.

Der folgende Ausschnitt „Bezug zum Unterricht“ aus der Auswertung des Fragebogens, bezieht sich auf fachliche Aspekte, an die sich die SuS aus dem Unterricht erinnerten:

	trifft voll zu	trifft etwas zu	trifft kaum zu	trifft gar nicht zu
Ich habe mich bei der Bearbeitung der Einheit wieder an vieles aus dem Unterricht erinnern können.	18	16	2	-

Tab. 6. 12: Bezug zum Unterricht

Die Tabelle 6.12 zeigt, dass sich viele SuS an Aspekte aus dem Unterricht erinnern konnten, so dass an dieser Stelle klar wird, dass die Einheit gut in den Unterrichtsverlauf gepasst hat. Nur zwei Markierungen zeigen, dass die SuS sich nicht an vieles aus dem Unterricht erinnern konnten.

Während der Bearbeitung in der Schule fragten zwei SuS direkt nach, ob sie die Einheit außerhalb des Unterrichts noch einmal bekommen könnten, um sich damit auf die Klausur vorzubereiten. Der folgende tabellarische Ausschnitt „Klausur“ aus der Auswertung des Fragebogens zeigt, inwiefern alle anderen SuS die Einheit zur Vorbereitung auf die Klausur nutzen würden:

	trifft voll zu	trifft etwas zu	trifft kaum zu	trifft gar nicht zu
Ich würde die Einheit zur Vorbereitung auf eine Klassenarbeit nutzen.	18	15	4	1

Tab. 6. 13: Klausur

Es zeigt sich in der Tabelle 6.13, dass nur wenige Schüler, die Einheit nicht zur Vorbereitung auf die Klausur nutzen würden, während dagegen 33 Markierungen zeigen, dass viele der SuS die Einheit zur Vorbereitung auf eine Klausur heranziehen würden.

An dieser Stelle wird erneut deutlich, dass die Einheit gut in den Verlauf des Unterrichts hineingepasst hat. Die SuS schienen mit ähnlichen Aufgaben in ihrer Klausur zu rechnen, so dass sie sich mit Hilfe des Lernmaterials gut vorbereiten könnten.

Lernziele

In Bezug auf die Lernziele kann vermutet werden, dass, da viele der Aufgaben richtig beantwortet wurden, die SuS für einige fachliche Aspekte ein gewisses Verständnis haben. Da aber nicht speziell zu jedem Lernziel eine schriftlich zu bearbeitende Aufgabe vorhanden war, sondern die SuS häufig nur über Aufgaben diskutieren sollten, ist es schwierig eine Aussage über das Verständnis der SuS in Bezug auf alle fachlichen Aspekte aus den Lernzielen zu machen.

Vermutlich wurden die Lernziele in Bezug auf die Unterscheidung der Bewegungsformen und auf Punkt- und Differenzgrößen erreicht, da die SuS an mehreren Stellen des Lernmaterials damit konfrontiert wurden und die zugehörigen Aufgaben gut lösten. Über die Lernziele zum Bezugssystem kann keine Aussage über das Erreichen gemacht werden, da die SuS Aufgabe 4) nicht in der erwarteten Weise gelöst haben. Desweiteren sind vermutlich die Lernziele in Bezug auf die Geschwindigkeit als Quotientengröße und in Abhängigkeit von zwei Differenzgrößen, sowie als Steigung im t-s-Diagramm erreicht worden, da die zugehörigen Aufgaben von den SuS größtenteils richtig gelöst wurden.

Zu dem Lernziel der Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit haben die SuS folgende Aussagen getroffen:

$\langle v \rangle$; v_{Mom} verstanden?	ja	zum Teil	nein
	13	3	-

Tab. 6. 14: Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit

Hier geben dreizehn Gruppen an, den zugehörigen Abschnitt des Lernmaterials gut verstanden zu haben. Glaubt man den Aussagen der SuS, so wurde dieses Lernziel ebenfalls erreicht.

Die Definitionsgleichungen der Geschwindigkeit und Beschleunigung nutzten die SuS, wie die Auswertung der Lösung der Aufgaben zeigte, bei den Berechnungen, so dass vermutlich auch dieses Lernziel erreicht wurde.

Schwierig ist es, etwas über das Erreichen der Lernziele zur Beschleunigung auszusagen, da nicht alle Gruppen die zugehörigen Aufgaben bearbeitet haben. Das mit der Richtung der Beschleunigung gut verstanden zu haben, wurde nicht von allen Gruppen in den Smileyaussagen angekreuzt.

Desweiteren kann an Hand der Auswertung vermutet werden, dass die Lernziele in Bezug auf das Zeichnen von Diagrammen sowie deren Verknüpfung mit den Bewegungsformen erreicht wurden. Allerdings müssen t-a-Diagramme an dieser Stelle ausgenommen werden, da die SuS Teil III nicht bearbeitet haben.

Zu den Lernzielen, die sich auf die Bewegungsgleichungen beziehen, kann nichts ausgesagt werden, da, wie bereits erwähnt, die SuS nur Teil I und II bearbeitet haben. Auch ist es schwierig etwas darüber auszusagen, ob die SuS Einheiten- und Formelzeichen unterscheiden können.

Abschließend zeigt sich, dass die Intention der Einheit realisiert wurde.

7 Verbesserungsvorschläge für die Einheit

Im Folgenden werden die Verbesserungsvorschläge für das Lernmaterial aufgeführt, die sich aus den Befunden der Evaluation ergaben. Besonders werden die Aufgaben, bei denen die SuS nicht zu den intendierten Erkenntnissen gelangt sind und/oder die Aufgaben nicht in der intendierten Weise bearbeitet haben, noch einmal aufgegriffen und dazu Verbesserungsvorschläge genannt.

Als erstes ist es wichtig in den Vorbemerkungen noch genauer deutlich zu machen, welche Aufgaben schriftlich von den SuS gelöst werden sollen und welche nur mündlich. Vielleicht ist es sogar nötig, bei jeder Aufgabe zu ergänzen, ob sie mündlich oder schriftlich zu bearbeiten ist. Natürlich können Aufgaben, die nur mündlich gelöst werden sollen dazu führen, dass die SuS diese nicht richtig bearbeiten, da sie ja in diesem Moment keiner Kontrolle unterliegen. Ein Schüler machte diesbezüglich die Aussage, dass man ja Aufgaben, die nur mündlich zu lösen sind, nicht unbedingt bearbeiten muss. Also sollte entweder überlegt werden, ob noch mehr Aufgaben schriftlich gelöst werden sollen oder man sollte den SuS an dieser Stelle eine gewisse Eigenverantwortung für ihr Lernen übertragen. Die SuS können dann selbst entscheiden können, welche Aufgaben sie lösen.

Die Übungsbox in diesem Umfang sollte besser auf zwei Termine aufgeteilt werden, damit die SuS die Chance haben die Teile III und IV der Einheit ebenfalls zu bearbeiten. Es sollte also überlegt werden, ob man zwei Doppelstunden des Physikunterrichts für die Durchführung nutzt. Evtl. könnten die SuS dann zwischen den beiden Doppelstunden als Hausaufgabe das Weiterbearbeiten der Übungsbox aufbekommen, damit in beiden Doppelstunden die Übungsbox zum größten Teil geschafft werden kann. Allerdings sollten diese Überlegungen mit dem Lehrer geklärt werden, da ja vier Unterrichtsstunden zur Durchführung benötigt werden. Nicht zwingend müssen diese beiden Doppelstunden jedoch direkt aufeinander folgen.

Auf der anderen Seite könnte man die Einheit natürlich stärker eingrenzen und einige Themengebiete außen vor lassen, so dass diese innerhalb von 90 Minuten bearbeitet werden kann.

Die Aufgabenstellungen einiger Aufgaben der Einheit waren zum Teil missverständlich formuliert, wie sich bei der Auswertung zeigte. Daher scheint es sinnvoll diese Aufgabenformulierungen zu verändern, wozu im Folgenden Vorschläge genannt werden. Dass bereits einige der Vorschläge umgesetzt wurden und der Anhang **A.1** entsprechend modifiziert vorliegt, liegt daran, dass ich das Material nicht zu stark abändern wollte und die für mich am wichtigsten erscheinenden Veränderungen umgesetzt habe.

In Aufgabe 1) könnte man zu „Notiert auf dem AB zwei weitere Situationen in denen sich ein Körper zu zwei verschiedenen Zeitpunkten an zwei verschiedenen Orten befindet.“ noch ergänzen: „also in denen sich ein Körper bewegt“. Auch könnte man aus dem „notiert“ ein „beschreibt und notiert“ machen oder sogar noch hinzufügen „ihr braucht dazu keine Angaben in Form von Zahlenwerten zu machen“.

Aufgabe 2) wurde schon inhaltlich so geändert, dass sie SuS die Bewegungen zum Einen in krummlinig und geradlinig unterscheiden sollen und dann nur noch die geradlinigen Bewegungen in gleichförmig, beschleunigt und verzögert unterteilen. Ansonsten tritt der inhaltliche Fehler auf, dass eine krummlinige Bewegung, deren Geschwindigkeit vom Betrag her gleich bleibt, als eine gleichförmige Bewegung eingeteilt wird. Eine solche Bewegung ist allerdings trotzdem beschleunigt, da sich die Richtung der Geschwindigkeit ändert. Dies ist den SuS aber zu diesem Zeitpunkt nicht klar, da sie bis dahin nur Bewegungen in eine Richtung, also entlang einer vorgegebenen Richtung oder entgegen dieser vorgegebenen Richtung wiederholt haben und erst dann auch Kreisbewegungen und Bewegungen in zwei Dimensionen eingehen.

Auch das Beispiel in Aufgabe 2) mit dem landenden Flugzeug brachte die SuS auf unterschiedliche Ideen. Sie beschrieben zum Teil das Flugzeug beim Landeanflug, wobei es eine krummlinige Bewegung ausführt und zum Teil nach dem Aufsetzen auf die Landebahn, wobei es eine geradlinige Bewegung ausführt. Entweder müsste an dieser Stelle ein neues Beispiel gewählt werden oder die SuS müssten ihre Einordnung kurz erläutern.

Bei Aufgabe 4) sollte ergänzt werden wo die SuS im Bus sitzen oder die SuS müssten dazu aufgefordert werden, sich diesen Aspekt zuerst zu überlegen. Auch wäre eine Idee einen kleinen Film einzufügen, der eine ähnliche Situation

darstellt, so dass die SuS bereits zu Beginn ein Beispiel gesehen haben, an dem sie sich bei der Beantwortung der Aufgaben 4) und 5) orientieren könnten.

Aufgabe 9) wurde bereits insofern geändert, dass der Zeichnung eine kurze Beschreibung hinzugefügt wurde, die deutlich macht, dass diese die Skateboardrampe darstellt.

Außerdem wurde bereits Aufgabe 15) in der Weise geändert, dass die Bewegungsformen mit Buchstaben versehen wurden, so dass die SuS nur noch Buchstaben in das Diagramm auf den Unterlagen eintragen müssen. Es wird so die Zeit zum Lösen der Aufgabe noch einmal etwas gekürzt.

Desweiteren sollte in Aufgabe 17) anstatt „Wie habt ihr das festgestellt?“ besser stehen, „Begründet kurz eure Antwort.“, denn beim Auswerten der Lösungen hat sich gezeigt, dass nur wenige SuS ergänzt haben, wie sie auf ihre Antwort gekommen sind.

Auch in Aufgabe 19) sollten die SuS zusätzlich dazu aufgefordert werden, ihre Antwort zu begründen, da wiederum in den Auswertungen kaum eine Begründung zu finden war.

Weiterhin sollte in Aufgabe 23) bei a) das Wort „Beschleunigungen“ durch „Beschleunigungswerte“ ersetzt werden. Eine Gruppe berechnete keine Zahlenwerte, sondern machte nur eine Aussage darüber, ob die Beschleunigung positiv oder negativ war. Evtl. wäre es denkbar, die Frage nach dem Vorzeichen, also der Richtung der Beschleunigung, hinzuzufügen.

Die Tipps in den Aufgaben müssten deutlicher hervorgehoben werden, damit die SuS diese auch berücksichtigen. Man sollte auch überlegen, ob man bereits in den Vorbemerkungen auf diese Tipps hinweist.

Die Applets in der Einheit sind bei den SuS gut angekommen. Evtl. findet man noch mehr passende Applets, die man in die Einheit mit einbauen kann. Wie sich gezeigt hat, stellten die Applets eine gewisse Motivation für die SuS dar und sie hatten Spaß bei deren Bearbeitung.

Wenn die Folien einen Pfeilbutton zur Lösung enthalten, dann sollte, da die SuS die Lösung ja anschauen sollen, auf der Folie ein Verweis auf die Lösungsfolie stehen. Vielleicht ist es sinnvoller nicht ein Pfeilbutton einzufügen, sondern „Lösung!“ als ein Link auf der Folie einzufügen, so dass den SuS eher bewusst wird, dass sie sich die Lösungen anschauen sollen.

Die bisherigen Überlegungen sind an Hand der Beobachtungen während der Durchführung entstanden. Es ist möglich und sogar wahrscheinlich, dass sich bei weiteren Erprobungen noch andere Schwierigkeiten aufzeigen, zu denen dann Verbesserungen vorgenommen werden sollten. Desweiteren kann ich keine Verbesserungen zu Teil III oder IV nennen, da beide Teile nicht von den SuS bearbeitet wurden.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der wissenschaftlichen Hausarbeit „Wiederholungs- und Übungsbox Bewegungen: Entwicklung und Evaluation von Wiederholungs- und Übungsaufgaben zum Themenfeld Bewegungen“ wurde eine 90-minütige Lernsequenz konzipiert und evaluiert, deren Ziel es war, das Verständnis der SuS für das Thema Bewegungen zu verbessern. Unter Einbeziehung einer gründlichen Klärung fachlicher Zusammenhänge sowie der Lernperspektiven wurden Aufgaben entwickelt, deren schrittweise Bearbeitung zu einem strukturierten Wissen im Themenbereich Bewegung bei den SuS führen sollte. Die Übungsbox wurde mit zwei 11. Klassen, die insgesamt 38 SuS umfassten, erprobt und anschließend alle schriftlichen Aufzeichnungen der SuS ausgewertet. Darüber hinaus wurde ein Fragebogen zum Erleben eingesetzt, um eine Einschätzung der SuS in Bezug auf das Lernmaterial zu erhalten, der dann ebenfalls in der Auswertung genutzt wurde.

Die Auswertung der schriftlichen Aufzeichnungen sowie des Fragebogens zeigten, dass die Aufgaben für die SuS machbar waren und vom Niveau her angemessen zu sein schienen, da sich keine gravierenden Probleme beim Lösen der Aufgaben zeigten. Desweiteren stellte sich die Präsentation am Computer als geeignete Darstellung für die Übungsbox heraus und die in das Lernmaterial eingebauten Applets erwiesen sich als sinnvolle Ergänzung zu den dargestellten fachlichen Aspekten. Die Übungs- und Wiederholungsbox Bewegungen wurde weiterhin von den SuS selbstständig bearbeitet, ohne dass sie den Lehrer bzw. die Lehrerin hinzuziehen mussten. Insgesamt wurde also das Ziel eine Übungsbox für eine 90-minütige Schulstunde zu entwickeln erreicht.

Insbesondere durch die Nutzung des Fragebogens, sowie der Unterlagen, die die SuS ausfüllen sollten, konnten viele gestellte Fragen beantwortet und einige Erkenntnisse für die Auswertung gewonnen werden. Durch die Beobachtung der SuS während der Durchführung bekam ich viele Aussagen der SuS mit und konnte außerdem ihre Reaktionen auf die Aufgaben sowie ihre ersten spontanen Lösungsideen mit verfolgen.

Aufgrund der insgesamt positiven Befunde ist davon auszugehen, dass die Wahl des Modells der didaktischen Rekonstruktion geeignet und sinnvoll für die Entwicklung der Box war. Die Zusammenführung aus der fachlichen Klärung sowie den Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten eigneten sich offensichtlich gut als Grundlage zur Konzeption einer Übungs- und Wiederholungsbox.

Die Auswertung zeigte, dass die Übungsbox inhaltlich gut in den Unterrichtsverlauf gepasst hat. Die SuS schufen Verbindungen zu den vorher im Unterricht gelernten Aspekten und gaben an, schon vieles bereits vorher gehört zu haben. Daher scheint die Überlegung, die Übungsbox vor den Kreisbewegungen einzusetzen sinnvoll, denn genau an dieser Stelle wird das bisherige Wissen über eindimensionale Bewegungen kompakt zusammengefasst, bevor die SuS dann mit den zweidimensionalen Bewegungen konfrontiert werden.

In Bezug auf die Nutzung in der Schule und auf den Wissenszuwachs bei den SuS stellen sich natürlich noch weitere Fragen. Interessant wäre beispielsweise der Vergleich von Klausurergebnissen zum Themenfeld zwischen Klassen, die die Übungsbox durchgeführt haben und Klassen, die die Einheit nicht durchgeführt haben. Eine weitere Fragestellung könnte sein, ob die SuS ihr Verständnis in Bezug auf die fachlichen Aspekte, die in den Schülervorstellungen genannt wurden, verbessern konnten.

Auch über weitere Überlegungen zu Verbesserungen an dem Lernmaterial, die es noch verständlicher für die SuS machen, sollte nachgedacht werden, sowie darüber, wie man effizienter an Hand der Unterlagen herausfinden kann, ob die gestellten Lernziele der Arbeit erreicht wurden.

Für Fragen der Evaluation könnte noch über den Einsatz einer Software nachgedacht werden, die die Diskussionen der SuS aufzeichnet und gleichzeitig ihr Verhalten am PC erfasst. Durch deren Einsatz könnten viele weitere interessante Informationen erhalten werden (z.B. wie lange schauen sich die SuS eine Folie an, wie lange und über was diskutieren sie bei den Aufgaben, welche Fehlvorstellungen zeigen sich während der Diskussionen untereinander,...), die die Evaluation des Materials sicher anreichern würden.

Als Alternative zu der Software ist auch denkbar, die SuS direkt mit einer Videokamera zu filmen und die Auswertung an Hand des Videomaterials vorzunehmen, wobei die Software den Videoaufnahmen bevorzugt werden sollte.

9 Literaturverzeichnis

- Appel T., Glas G., Schröder J. & Serret R. (Hrsg.) (2007). *Spektrum Physik 8/9 Hessen*. Braunschweig: Schroedel.
- Bang G., Euler M., Kreß K., Kuhn W., Lochhaas H., Müller R., Piertka H. & Zwitlinger K. (Hrsg.) (2006). *Kuhn Physik 2 Grundkurse*. Braunschweig: Westermann.
- Bayer R., Bredthauer W., Bruns K., Klar G., Lichtfeld M., Schmidt M. & Wessels P. (Hrsg.) (1998). *Impulse Physik 2*. Stuttgart, Düsseldorf, Leipzig: Ernst Klett Verlag.
- Beck W., Ganninger H., Lang A., Leupold J., Mödl H., Spehr E. & Wiederrecht H. (Hrsg.) (1996). *Einblicke Physik Ausgabe A*. Stuttgart, Düsseldorf, Berlin, Leipzig: Ernst Klett Verlag.
- Behrend, H. (2004). Kinematik-Langweilige Pflichtübung oder Chance für interessanten Physikunterricht? *Unterricht Physik*, 15(83), 4-9.
- Bredthauer W., Klar G., Lichtfeld M., Reimers J., Schmidt M. & Wessels P. (Hrsg.) (1998). *Impulse Physik 1*. Stuttgart, München, Düsseldorf, Leipzig: Ernst Klett Verlag.
- Dziarstek, C. & Hilscher, H. (1998). Videoanalyse von Bewegungen. *Praxis der Naturwissenschaften*, 47(1), 40-41.
- Engelhardt, P. & Wiesner, H. (1983). Lernschwierigkeiten in der Mechanik und unterrichtliche Konsequenzen. *Der Physikunterricht*, 17(1), 15-34.
- Gerdes, J. (1999). Der Force Concept Inventory: Ein diagnostischer Test zu Schülervorstellungen der Mechanik. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 52(5), 283-288.
- Hepp, R. & Krüger, A. (2004). Kinematik- Aufgaben: Nur langweilige Recherei? Interessante Aufgaben stellen und Hilfe zur richtigen Lösung geben. *Unterricht Physik*, 15(83), 39-40.
- Hepp, R. (2004). Kinematik im Freien. *Naturwissenschaften im Unterricht* 15(83), 14-15.
- Heuer, D. & Wilhelm T. (2002). *Fehlvorstellungen in der Kinematik vermeiden- durch Beginn mit der zweidimensionalen Bewegung*. <http://didaktik.physik.uni-wuerzburg.de/~wilhelm/veroeffentlichung/kinematik.pdf> [letzter Zugriff am 01.08.2008].

- Heuer, D. & Wilhelm, T. (2002). *Förderung von Verständnis in der Mechanik durch den Einsatz neuer Darstellungen physikalischen Wissens am Computer*. http://didaktik.physik.uni-wuerzburg.de/~wilhelm/veroeffentlichung/Neue_Darstellungen.pdf [letzter Zugriff am 01.08.2008].
- Kattmann U. (2007). Didaktische Rekonstruktion- eine praktische Theorie. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranten* (S. 93-104). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kretschmer H. & Sary, J. (1998). *Schulpraktikum. Eine Orientierungshilfe zum Lernen und Lehren*. Cornelsen: Scriptor.
- Nachtigall, D. (1986). Vorstellungen im Bereich der Mechanik. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik, Chemie*, 34(13), 16-24.
- Urban-Woldron, H. (2004). Diagramme verstehen lernen. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 15(83), 29-31.
- Wilhelm T. (2006). *Zweidimensionale Bewegungen –Vergleich von vier verschiedenen Möglichkeiten der Messwerterfassung und Evaluationsergebnisse eines Unterrichtseinsatzes*. <http://didaktik.physik.uni-wuerzburg.de/~wilhelm/veroeffentlichung/2dim.pdf> [letzter Zugriff am 01.08.2008].
- Wilhelm, T. (2005). *Konzeption eines Kinematik/Dynamik Lehrgangs zur Veränderung von Schülervorstellungen mit Hilfe dynamisch ikonischer Repräsentationen und graphischer Modellbildung*. Berlin: Logos.

Versicherung

Ich versichere hiermit, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst, keine anderen, als die angegebenen Hilfsmittel verwandt und die Stellen, die anderen benutzten Druck- und digitalisierten Werken im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, mit Quellenangaben kenntlich gemacht habe.

Anhang:

A.1 Aufgaben der Übungs- und Wiederholungsbox zum Themenfeld Bewegungen

A.2 Unterlagen für die SuS

Lösungen der Aufgaben:

- Einigt euch auf eine Lösung, die ihr hier eintragt. Nur, wenn auf den Folien **AB** steht, dann müsst ihr hier etwas eintragen.
- Wenn ihr keine Antwort wisst, dann lasst die Aufgabe aus.
- Tragt an den vorgesehenen Stellen die Uhrzeit ein, die dann gerade ist.
- Beantwortet die Fragen mit den Smileys spontan, indem ihr ein Kreuz an passender Stelle macht.

Startuhrzeit: _____

Teil 1) Rund um die Geschwindigkeit

Aufgabe 1)

Aufgabe 2)

a) in geradlinig(g) oder krummlinig(k)

b) in gleichförmig(g), beschleunigt(b) oder verzögert(v)

	a)	b)
Minutenzeiger einer Uhr		
Blumentopf fällt aus der dritten Etage		
Flugzeug bei der Landung		

Aufgabe 4)

a. _____

b. _____

Bis jetzt läuft:	super 	es geht 	schlecht 
------------------	---	---	--

Aufgabe 6)

Aufgabe 8)

a. _____

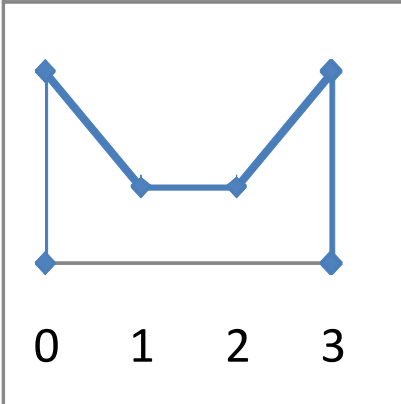
b. _____

c. _____

d. _____

Aufgabe 8) fanden wir:	leicht 	ging so 	schwer 
-------------------------------	--	---	--

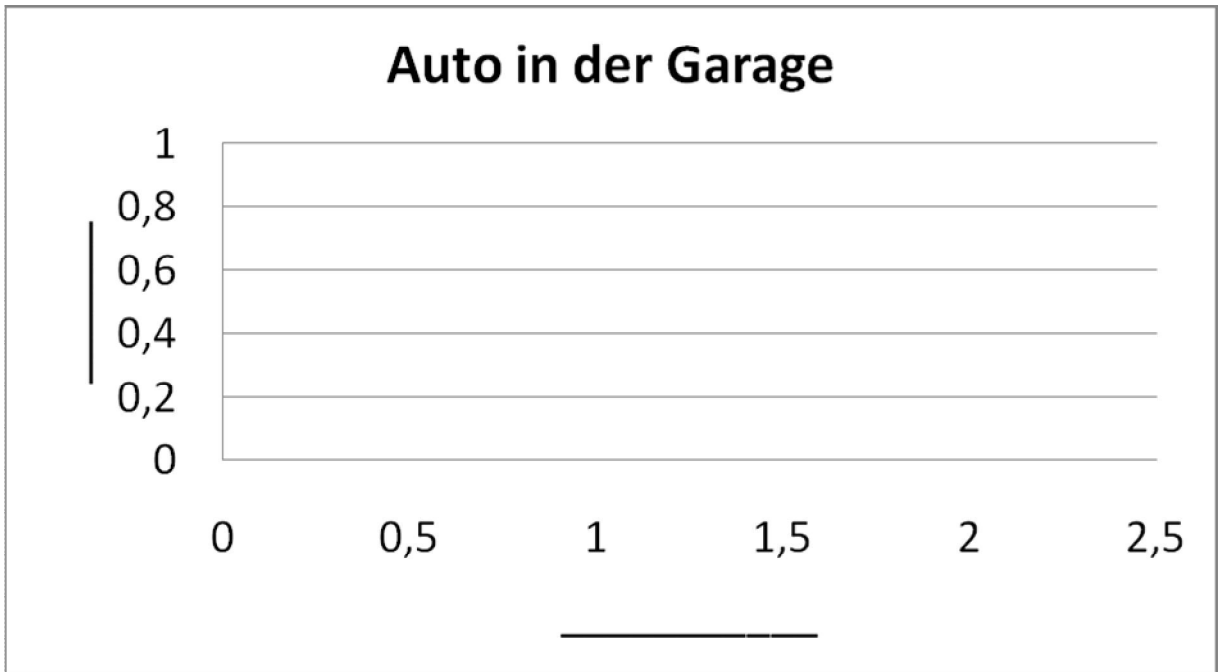
Aufgabe 9)

	Abschnitte	a) Geschwindigkeit positiv oder negativ	b) schneller, langsamer oder bleibt gleich
	0→1		
	1→2		
	2→3		
	3→2		
	2→1		
	1→0		

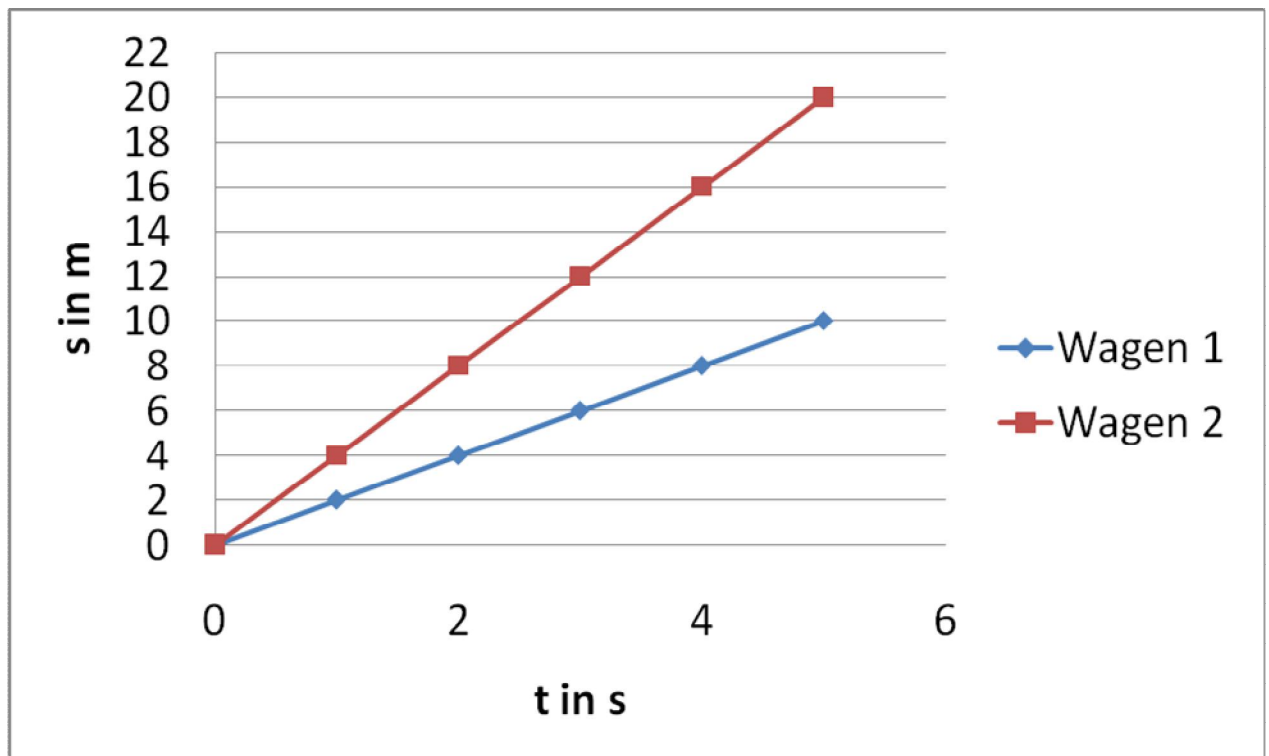
c)

Uhrzeit:

Aufgabe 10)



Zum Nachdenken

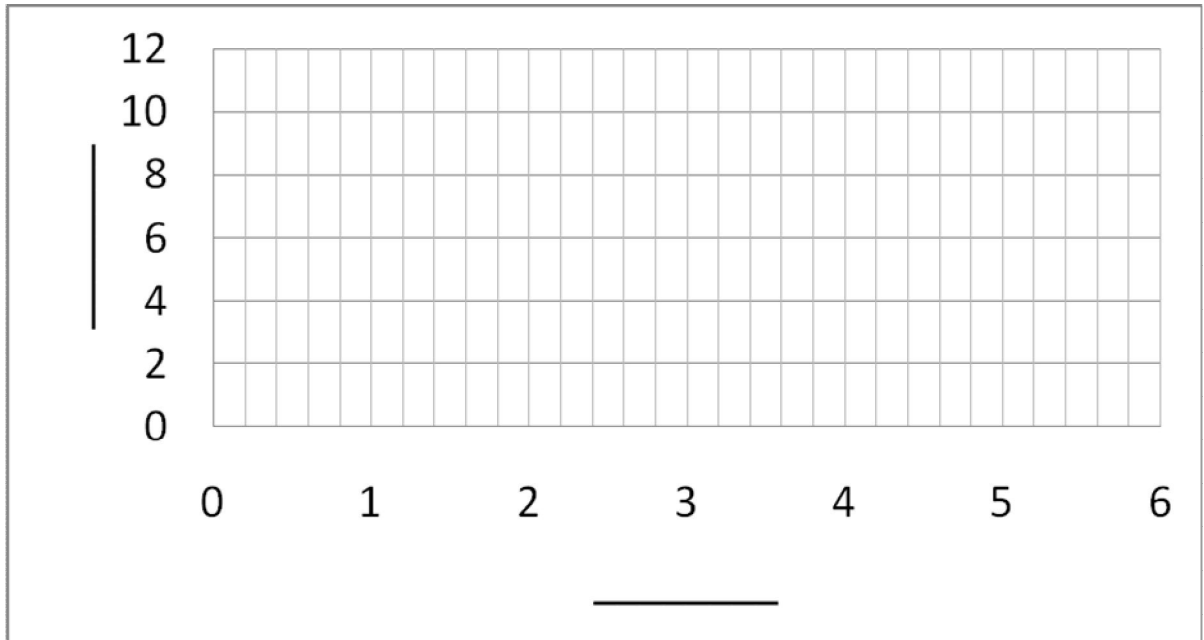


Wagen ____ hat die größere Geschwindigkeit, weil _____

Aufgabe 11)

Aufgabe 12)

a.



b.

Wir haben den Abschnitt zu Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit verstanden:	ja 	zum Teil 	nein 
Die Aufgaben bis hier fanden wir:	interessant 	naja 	langweilig 

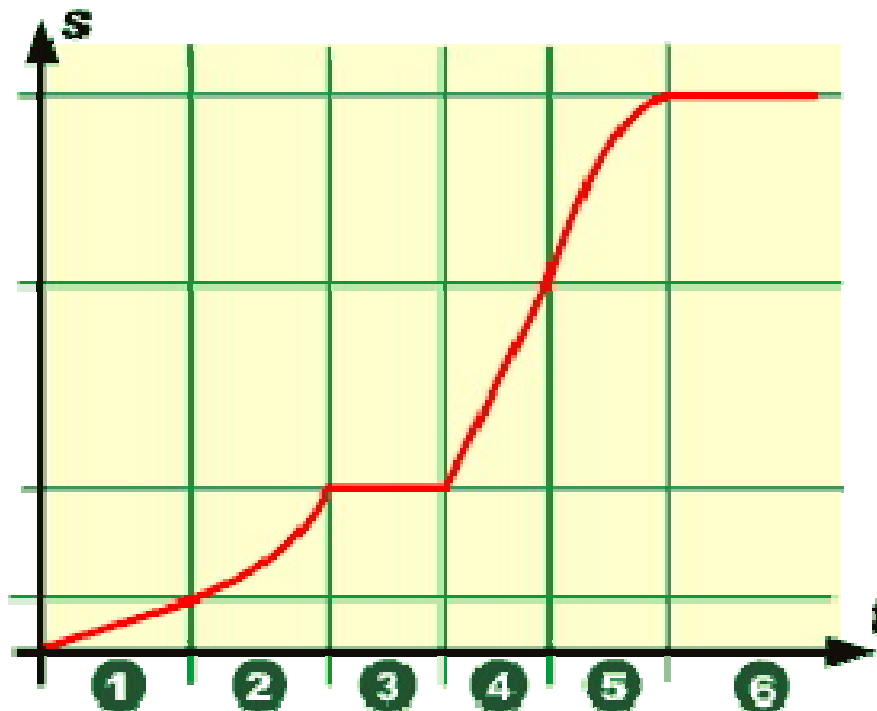
Uhrzeit:

Ende Teil 1!!!!

Teil 2) Rund um die Beschleunigung

Uhrzeit:

Aufgabe 15)



Aufgabe 16)

Motorrad

1) _____

Motorrad

2) _____

Aufgabe 17)

a. _____ hat die größere Beschleunigung, weil, _____

b. _____ hat die größere Beschleunigung, weil, _____

Alles klar?

	positive oder negative Richtung	a>0	a<0
1)	Ein Auto fährt von A→B und wird schneller.		
2)	Ein Auto fährt von A→B und wird langsamer.		
3)	Ein Auto fährt von B→A und wird schneller.		
4)	Ein Auto fährt von B→A und wird langsamer.		

Das mit der Richtung der Beschleunigung, haben wir verstanden:

ja



zum Teil



nein

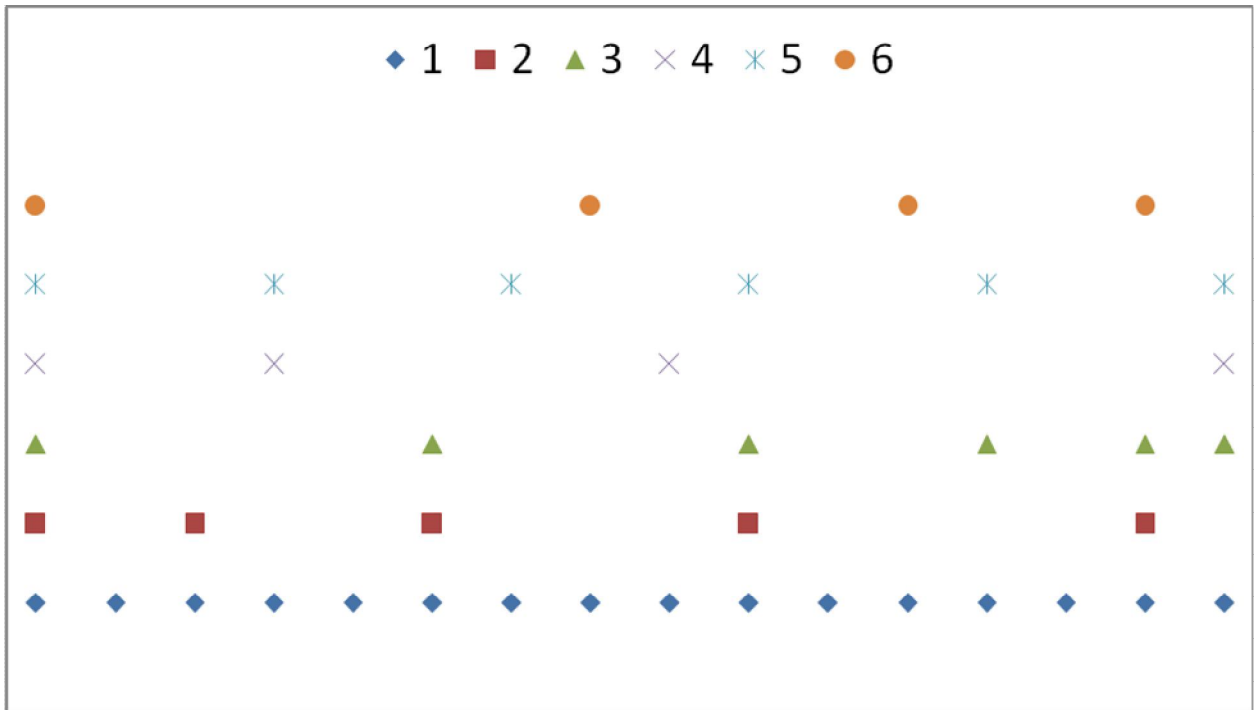


Aufgabe 19) Warum haben a. und b. verschiedene Vorzeichen?

Zusatzaufgabe

Uhrzeit:

Aufgabe 20)



Tropfenspur	Bewegungsform (Ihr braucht nur g, b, v eintragen)
6)	
5)	
4)	
3)	
2)	
1)	

Aufgabe 20) fanden wir:

leicht



ging so



schwer



Aufgabe 21)

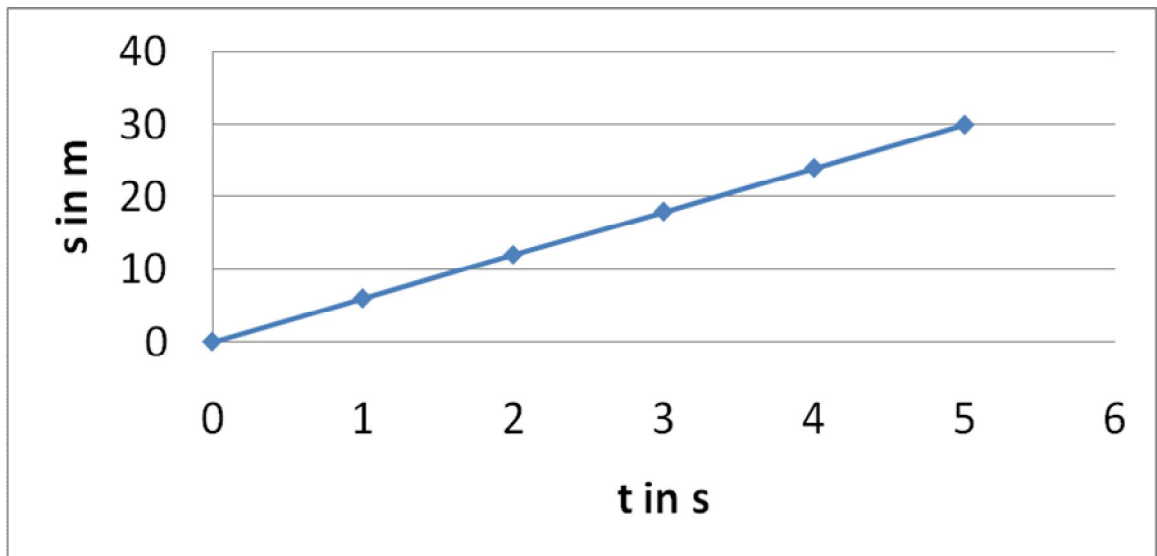
Aussage ___ ist richtig, weil _____

Uhrzeit:

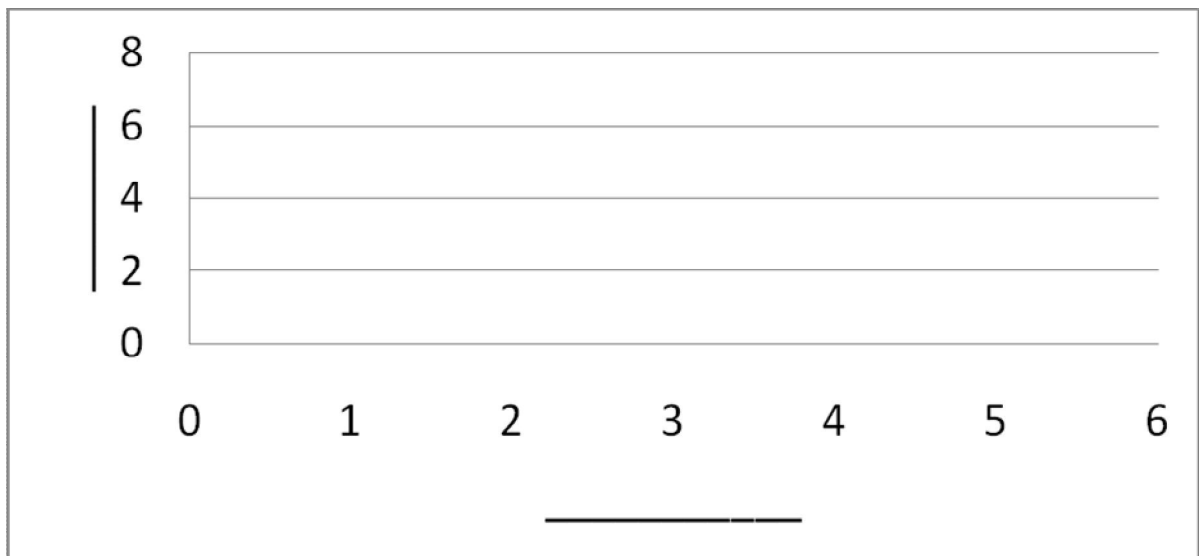
Aufgabe 22)

Überlegungen: _____

t-s-Diagramm des Fahrradfahrers:



t-v-Diagramm des Fahrradfahrers:



Aufgabe 23)

Abschnitte	a. Beschleunigung	b. Bewegungsform
Erster Abschnitt		
Zweiter Abschnitt		
Dritter Abschnitt		




c. _____

Aufgabe 24) Verbindet Text und das passende Diagramm mit einem Strich.

Aussage	Diagramm
<p>a. Ein Auto bremst ab, hält vor einer auf rot geschalteten Ampel und beschleunigt dann wieder.</p>	
<p>b. Ein Fallschirmspringer erreicht nach dem Sprung aus dem Flugzeug (bei noch nicht geöffnetem Schirm) seine konstante Endgeschwindigkeit.</p>	
<p>c. Ein Ball wird in die Luft geworfen und dann wieder aufgefangen.</p>	
<p>d. Eine Seilbahn fährt gleichförmig von der Tal- zur Bergstation.</p>	

Aufgabe 25) (Zusatzaufgabe)

Zeitspanne	Bewegungsart (Ihr braucht nur den Buchstaben hinzuschreiben.)
1	
2	
3	
4	
5	
6	

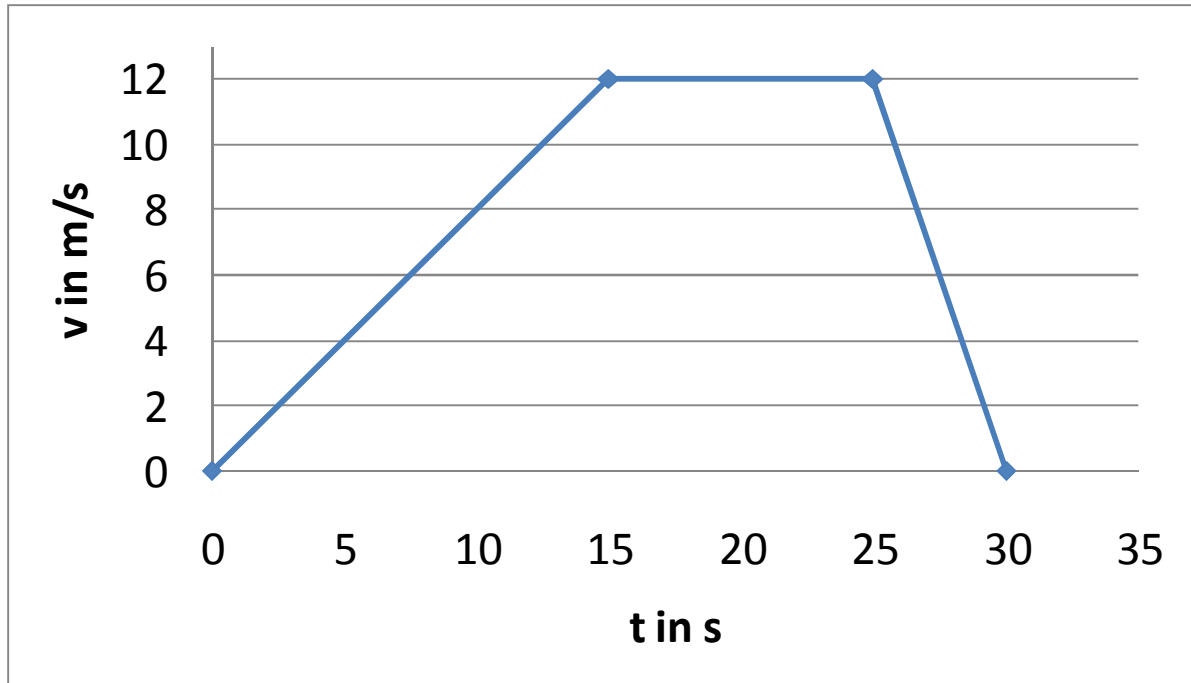
Mit dem Abschnitt über t-v-Diagramme kamen wir klar.	gut 	einigermaßen 	nicht so gut 
<u>Uhrzeit:</u>			

Ende Teil 2!!!!

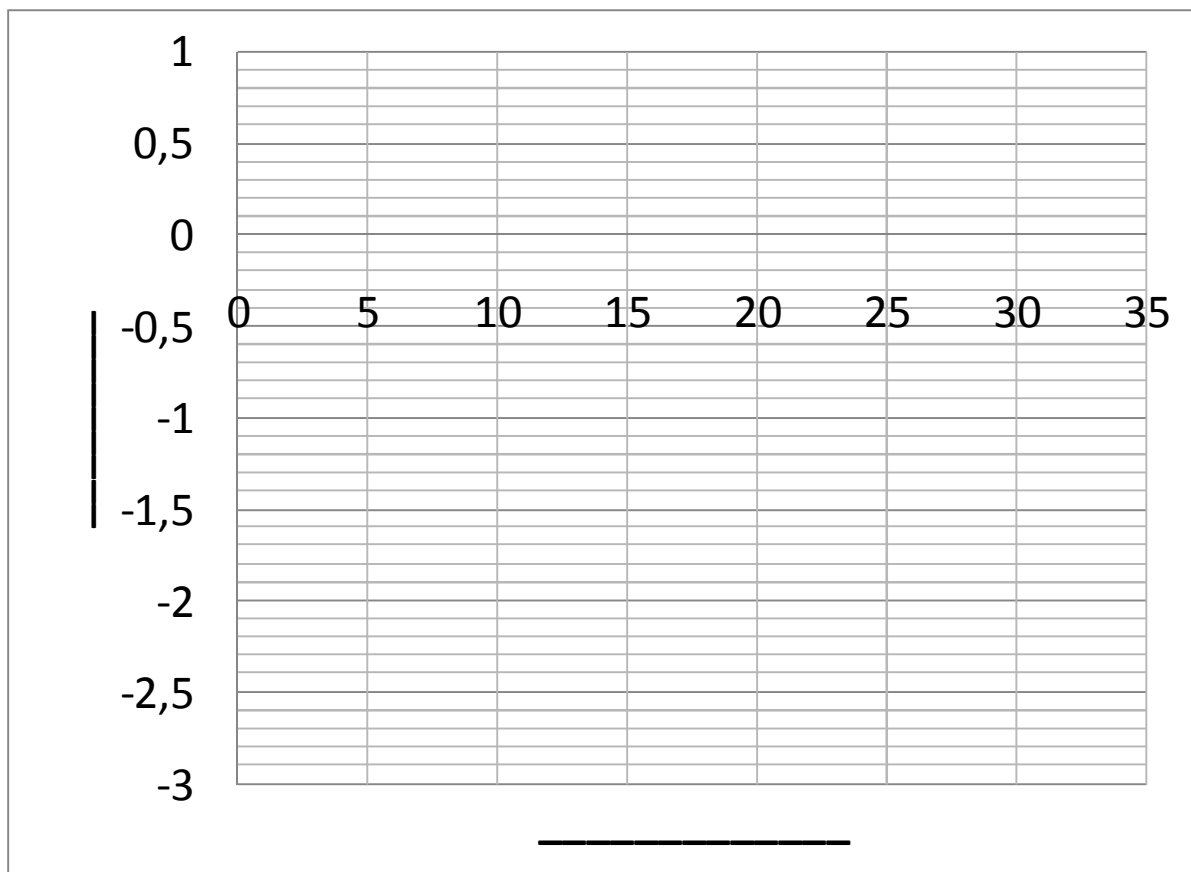
Teil 3) t-a-Diagramme

Uhrzeit:

Aufgabe 26)



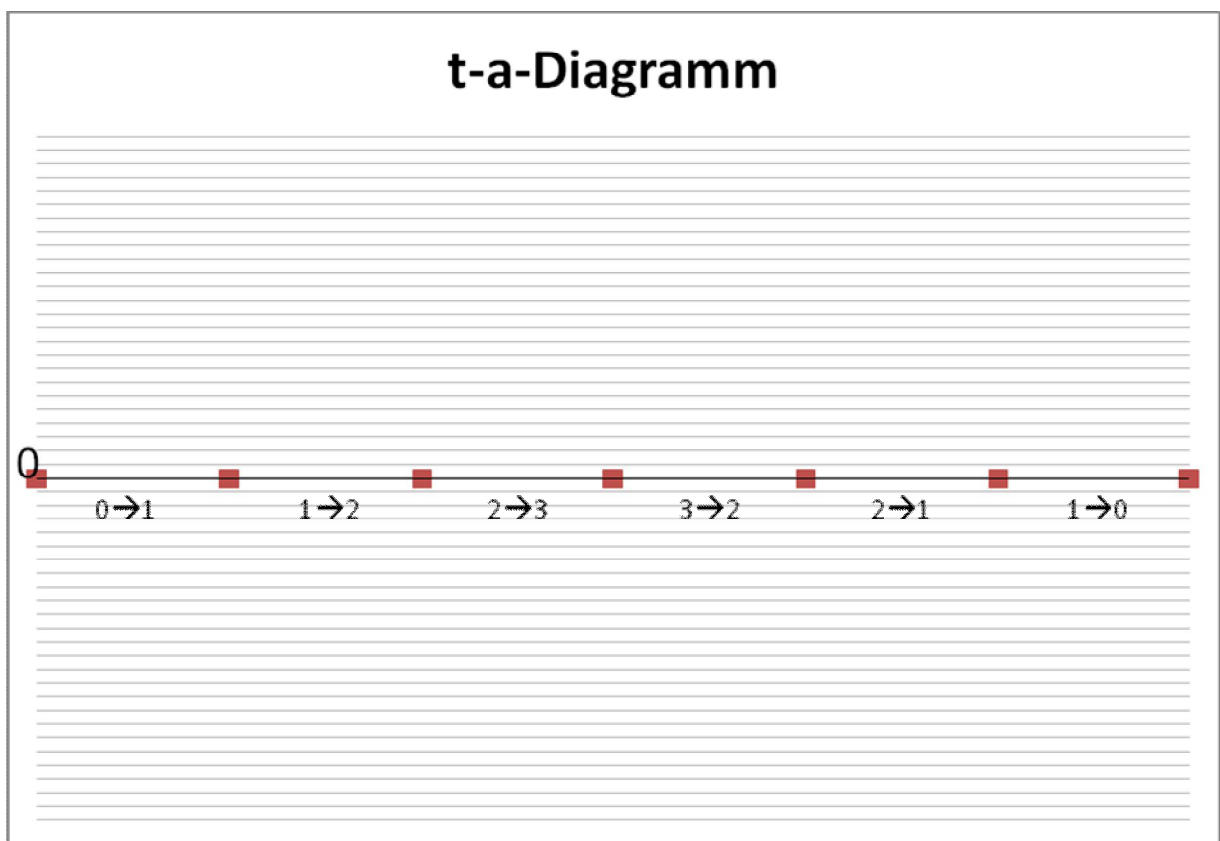
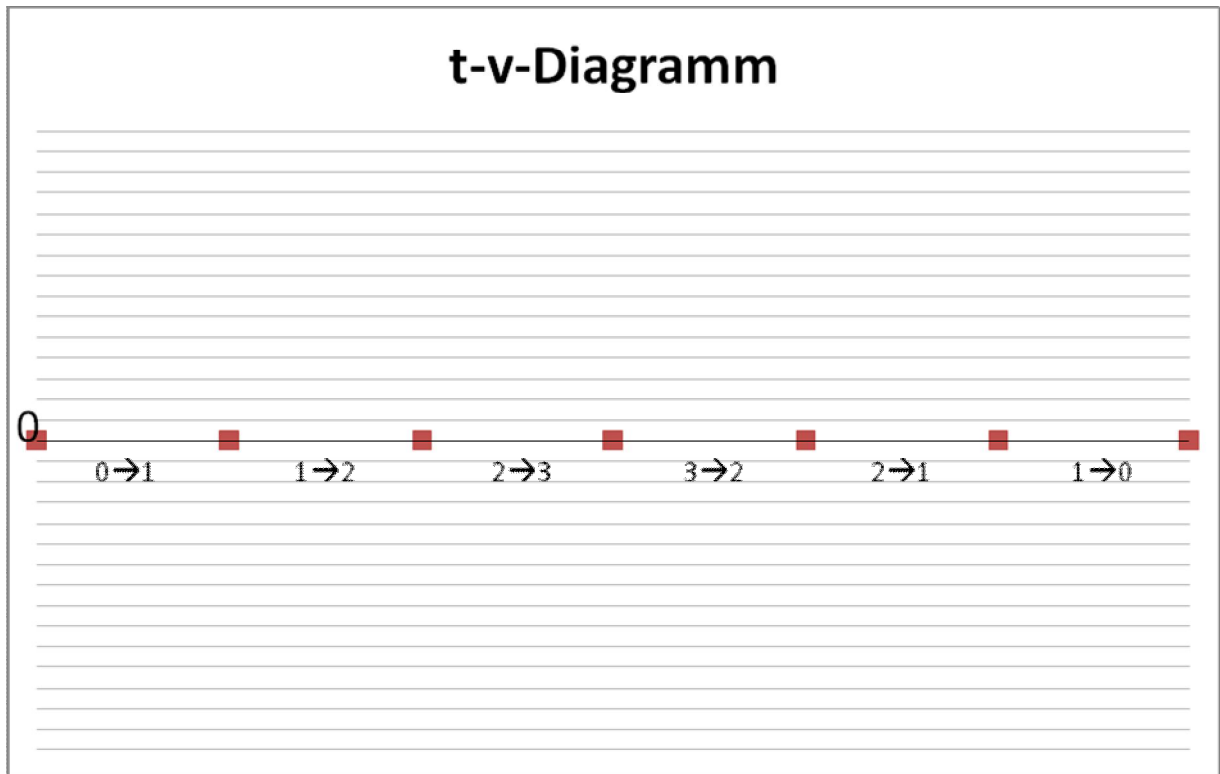
t-a-Diagramm:



Aufgabe 27)

Skateboardfahrer:

Tipp: Denkt an die Achsenbezeichnungen.



Uhrzeit:

t-a-Diagramme zeichnen finden wir:

leicht



man kriegt es irgendwie hin



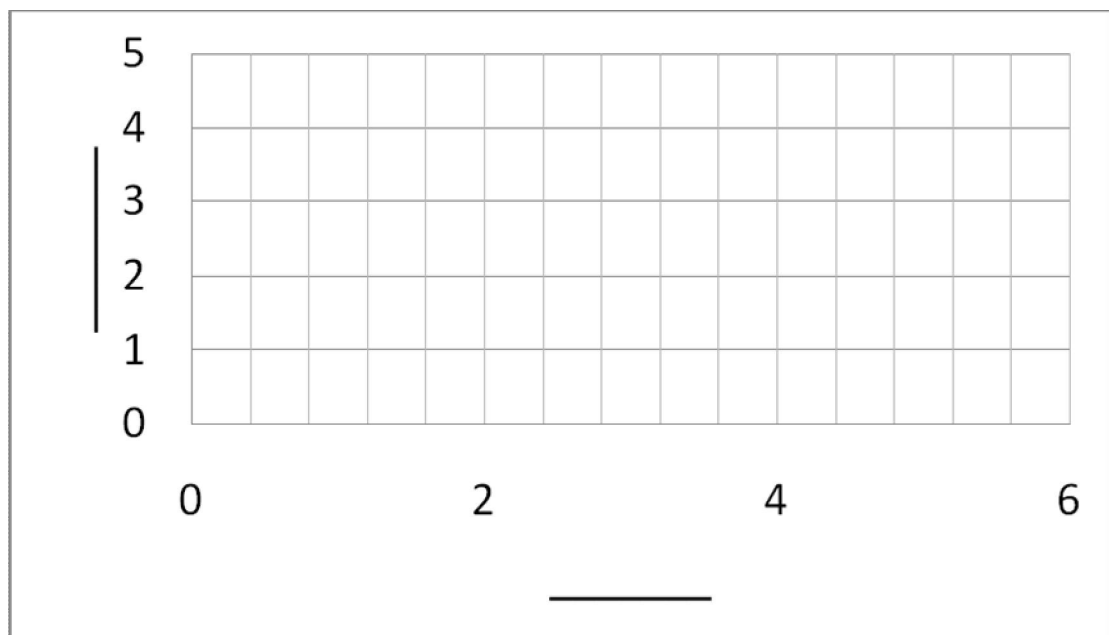
schwer



Aufgabe 28) (Zusatzaufgabe)

a. Orte	Zeitpunkte	b. Wege	Zeitspannen	c. Geschwindigkeiten

d. t-v-Diagramm



e. Geschwindigkeitsänderungen:

Uhrzeit:

Ende Teil 3!!!

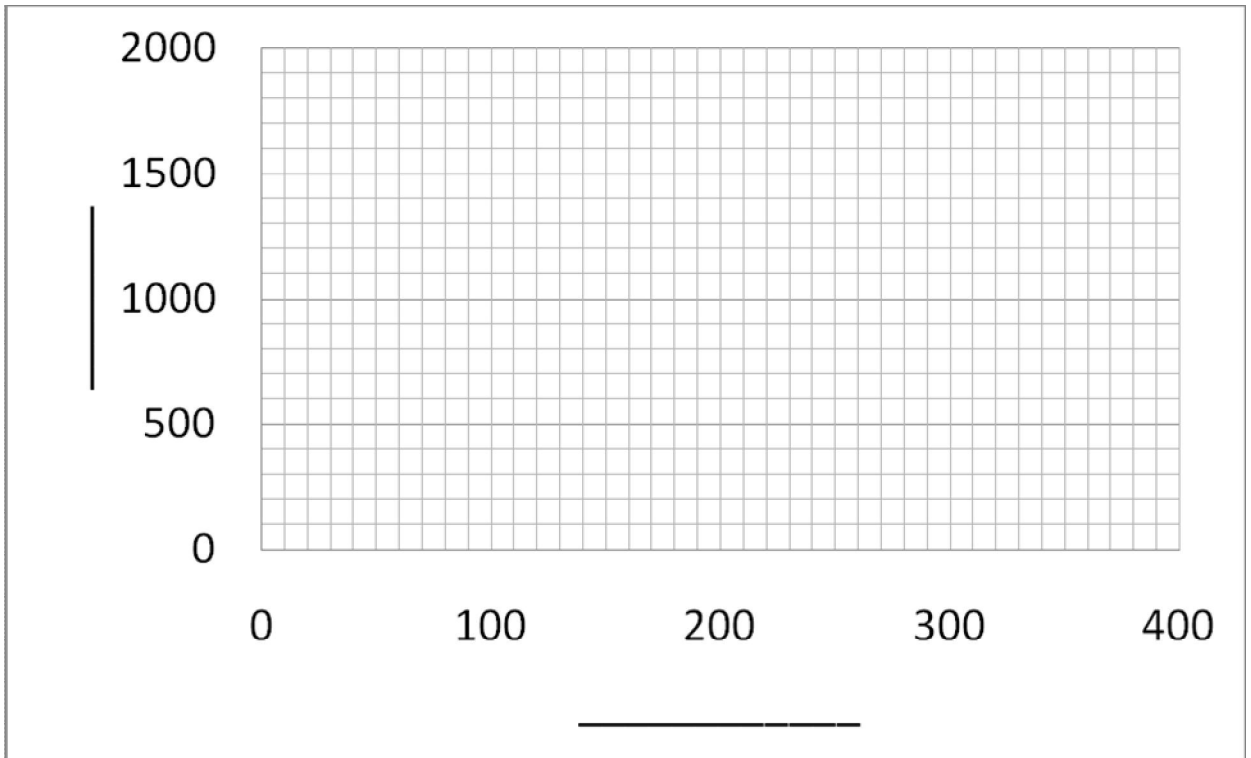
Teil 4) Bewegungen noch genauer beschreiben (Für Gernerechner)

Uhrzeit:

Ihr findet das Schema zum Lösen von Aufgaben auf einem separaten Zettel, so dass ihr es zum Lösen der Aufgaben anschauen könnt, ohne ständig hin und her zu blättern.

Aufgabe 29)

Graphisch:



a. und b.

Rechnerisch:

Aufgabe 30)

Aufgabe 31)

a. _____

b. _____

Aufgabe 32)

a. _____

b. _____

Aufgabe 33)

Uhrzeit:

**Die Aufgaben zu den
Bewegungsgleichungen
sind:**

einfach



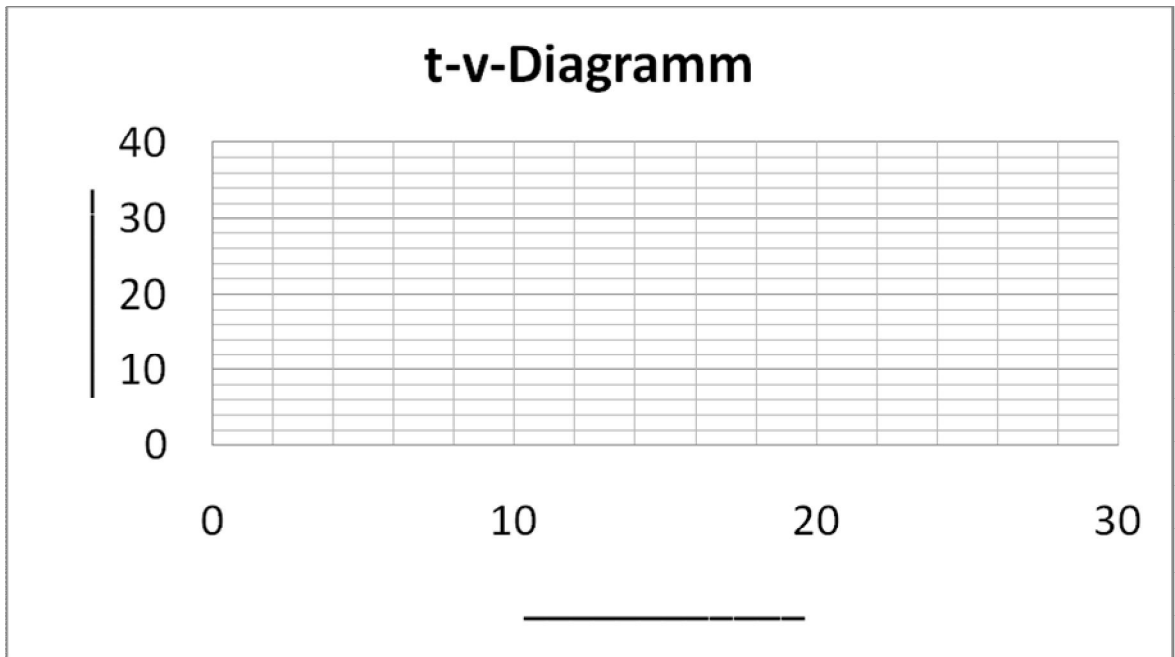
es geht so



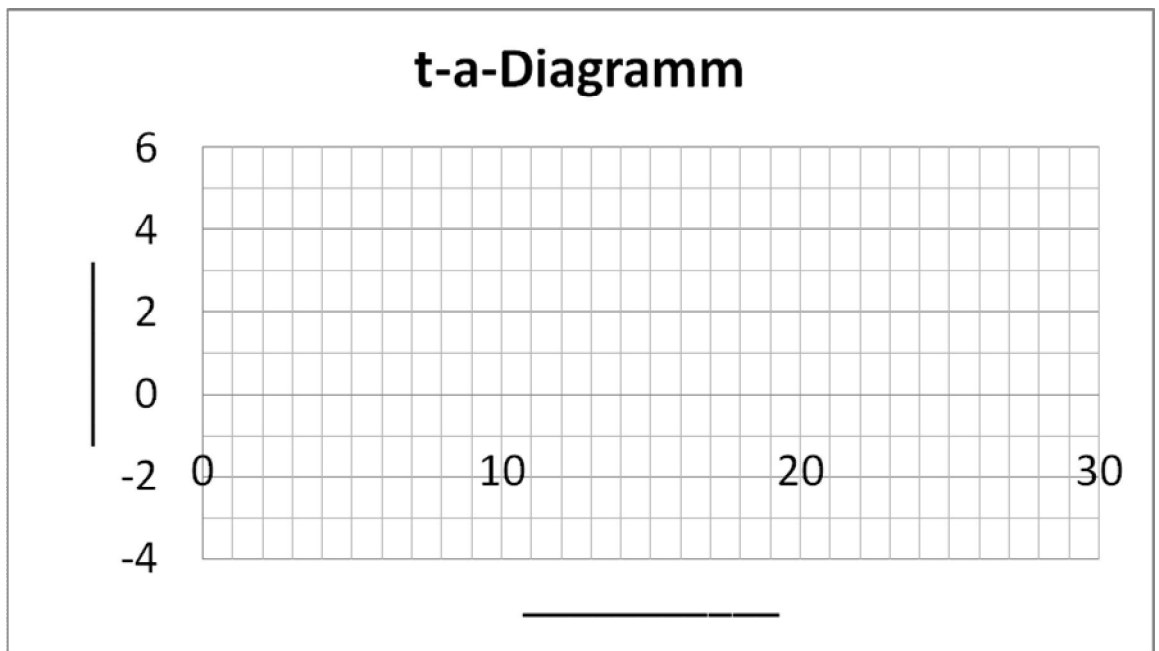
schwer



Aufgabe 34)a.



b. _____



c. _____

Uhrzeit:

Ende Teil 4!!!

Schema zum Lösen von Aufgaben

- **Aufgabe lesen**
- **Bewegungsform benennen**
- **Gegebene Größen notieren**
- **Gesuchte Größe notieren**
- **zu benutzende Formeln aufführen**
- **Lösung berechnen**
- **Überschlag (Ist das ein realistisches Ergebnis?)**
- **Einheitenprobe**
- **Antwortsatz formulieren, noch einmal schauen, ob man alle Fragen der Aufgabe gelöst hat**

A.3 Auswertung der Unterlagen: Klasse 1

Startuhrzeit:	1. 8:10	2. 8:08	3. 8:09	4. 8:10
	5. 8:07	6. 8:10	7. 8:07	8. 8:10
			8. 8:10	9. 8:09

Teil 1) Rund um die Geschwindigkeit

Aufgabe 1)
1. ein Auto fährt Zeitpunkt 1=0s (Haus)/ Zeitpunkt 2=600s (Bushaltestelle) ein Ball rollt Zeitpunkt 1=0s (oben auf einem Hügel)/ Zeitpunkt 2=60s (im Tal)
2. Heben; Tauchen
3. Beim Autofahren, wenn man z.B. von einer zu anderen Ampel fährt. Beim Ballspielen zwischen 2 Leuten.
4. Ein Auto befindet sich auf der Autobahn und befindet sich zu zwei verschiedenen Zeiten an 2 unterschiedlichen Orten.
5. Ich fahre von zu Hause bis zur Schule. 2100m (=20min)
6. 100m Lauf; $t_1=0s$; $s_1=0m$; $t_2=13s$; $s_2=100m$ Flugzeugstart; $t_1=0s$; $s_1=0m$; $t_2=20s$; $s_2=1500m$
7. rollende Kugel; Fahrradfahrer; Flugzeug/Auto
8. Auto bzw. Fahrradfahren; Heben; Springen
9. Autofahren; Flugzeug




Aufgabe 2)		1.		2.		3.		4.	
		a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)
Minutenzeiger einer Uhr		g	g	g	g	g	g	g	g
Blumentopf fällt aus der dritten Etage		g/k	b	*	b	g	b	g	b
Flugzeug bei der Landung		k	v	k	v	g	v	k	v

*: wenn man ihn wirft, fällt er krummlinig, wenn er gerade runterfällt → geradlinig

5.		6.		7.		8.		9.	
a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)
g	g	k	g	k	g	k	g	k	g
g	b	g	b	g	b	g	b	g	b
k	v	g	v	g	v	k	v	k	v

Aufgabe 4)
1. a) als erstes kommt er auf einen zu und dann geht er von einem weg b) vor einem vorbeifahren
2. a) geradlinig gehen b) Paul wird schneller als a
3. a) er läuft in Schrittgeschwindigkeit auf uns zu, von uns weg, an uns vorbei b) Paul bewegt sich mit der Geschwindigkeit des Busses und seiner eigenen an uns vorbei.
4. a) Paul läuft an uns vorbei b) Wir sehen, dass Paul nach vorne läuft
5. a) Bewegung von Paul sieht aus wie ein Punkt. Schrittgeschwindigkeit b) Bewegung von Paul sieht aus wie eine Linie. Schrittgeschwindigkeit + Geschwindigkeit vom Bus
6. a) Paul läuft normal eine Strecke. b) Paul bewegt sich schneller als der Bus.
7. a) relativ zum Bus: Wenn wir hinten sitzen, sehen wir Paul mit Schrittgeschwindigkeit nach vorne gehen. b) relativ zur Straße: Auf dem Bürgersteig sehen wir ihn mit Busgeschwindigkeit und seiner eigenen.
8. (8.20) a) Paul bewegt sich gleichmäßig nach vorne b) Paul läuft der Geschwindigkeit des Busses angepasst.

9. a) Er geht mit Schrittgeschwindigkeit vorbei. Bezugssystem: Bus
 b) Er fährt mit dem Bus + Schrittgeschwindigkeit Bezugssystem: Erdoberfläche

Bis jetzt läuft:	super 	es geht 	schlecht 
1.		x	
2.	x	x	
3.	x		
4.	x		
5.			x
6.	x		
7.		x	
8.	x		
9.	-		

Aufgabe 6)	
1.	Jens=6 1/6 m/s; Peter=6m/s. Jens gewinnt, weil er eine größere Geschwindigkeit hat.
2.	Peter läuft durchschnittlich schneller
3.	Jens: 100m/15s= 6 2/3 m/s; Peter: 75m/12,5s= 6m/s; Jens gewinnt.
4.	Jens: s=100m; t=15s; v= 6,67m/s; Peter: s=75m; t=12,5s; v=6m/s Jens gewinnt, weil seine Geschwindigkeit viel höher ist.
5.	J: 6,667m/s; Peter: 6; Jens gewinnt.
6.	Jens gewinnt das Rennen.
7.	J: 100m/15s= 6,66m/s; P: 75m/1,5s= 6m/s; Jens hat gewonnen → höhere Geschwindigkeit.
8.	(8.30) 75m/12s=6m/s*15s=90m/s. Peter läuft 90m in 15s; Jens läuft 100m in 15 s → Jens gewinnt
9.	J: 100/15=6,66m/s; P: 75m/12= 6m/s; Peter würde gewinnen

Aufgabe 8)				
	a.	b.	c.	d.
1.	größer	kleiner	größer	kleiner
2.	höher	weniger	langsamer	schneller
3.	schneller	kleiner(langsamer)	kleiner (langsamer)	schneller
4.	höher	kleiner	kleiner	höher
5.	größer	kleiner	kleiner	größer
6.	größer	geringer	geringer	größer
7.	höher	geringer	höher	geringer
8. (8.33)	größer	kleiner	kleiner	größer
9.	größer	kleiner	kleiner	größer

Aufgabe 8) fanden wir:	leicht 	ging so 	schwer 
1.	x		
2.	x		
3.	x		
4.	x		
5.	x		
6.	x		

7.	x		
8.	x		
9.	-		

Aufgabe 9)									
1.			2.		3.		4.		
Abschnitt	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	
0→1	positiv	schneller	n	schneller	positiv	schneller	p	schneller	
1→2	positiv	gleich	p	bleibt gleich	positiv	bleibt gleich	p	bleibt gleich	
2→3	positiv	langsamer	p	langsamer	positiv	langsamer	p	langsamer	
3→2	negativ	schneller	n	schneller	negativ	schneller	n	schneller	
2→1	negativ	gleich	p	bleibt gleich	negativ	bleibt gleich	n	bleibt gleich	
1→0	negativ	langsamer	p	langsamer	negativ	langsamer	n	langsamer	
c)Bei (oIo) und (oI3).			c)Ganz am Anfang, oder wenn er stehen bleibt.		c)an den Punkten 0 und 3		c)An den Punkten 0 und 3, weil er an diesen Punkten steht.		

5.		6.		7.		8. (8.36)		9.	
a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)
p	s	p	schneller	positiv	langsamer	positiv	schneller	pos.	schneller
p	g	p	bleibt gleich	positiv	bleibt gleich	positiv	gleich	pos.	gleich
p	l	p	langsamer	positiv	schneller	positiv	langsamer	pos.	langsamer
n	s	n	schneller	negativ	langsamer	negativ	schneller	neg.	schneller
n	g	n	bleibt gleich	negativ	bleibt gleich	negativ	gleich	neg.	gleich
n	l	n	langsamer	negativ	schneller	negativ	langsamer	neg.	langsamer
c)an den Kanten 2→3 und 0→1		c)0 und 3		c)bei 0 und 3		c)bei 0 und 3		c)bei 0 oder 3	

Uhrzeit:	1. 9:00	2. 8:42	3. 8:57	4. 8:40
5. -	6. -	7. 8:44	8. 8:44	9. 8:36




Aufgabe 10)
1. Achsen: s in km; t in h: Graph richtig gezeichnet.
2. Achsen: Bewegung; h: Graph richtig gezeichnet.
3. Achsen: s in m; t in h: Graph richtig gezeichnet.
4. Achsen: s(m); t(h): Graph richtig gezeichnet, allerdings über 2h hinaus.
5. Achsen: s; t: Graph richtig gezeichnet
6. Achsen: s; t: Graph richtig gezeichnet; ein kleines bisschen über 2h hinaus
7. Achsen: s; t; Graph richtig gezeichnet
8. Achsen: s; t; Graph richtig gezeichnet
9. Achsen: s(?); t(h): Graph richtig gezeichnet

Zum Nachdenken	
1.	2, er in 5s 20 m zurückgelegt hat und Wagen 1 nur 10m.
2.	2, der Graph steiler ist, doppelt so schnell
3.	2, er in 1s 4m zurücklegt und Wagen 1 nur 2m in der s. Graph von Wagen 2 ist auch viel steiler.
4.	2, er eine größere Strecke in derselben Zeit zurückgelegt hat. Wagen 1= 2m/s; Wagen 2=2m/s
5.	2, er in einer Sekunde 4m fährt und der Gegner nur 2 m fährt.
6.	2, die Steigung uns somit die Geschwindigkeit größer ist.
7.	2, er in der gleichen Zeit eine größere Strecke zurücklegt
8.	2, je steiler der Graph, desto größer die Geschwindigkeit
9.	2, in der gleichen Zeit die doppelte Geschwindigkeit zurücklegt als Wagen 1.

Aufgabe 11)	
1.	$6\text{m/s} \cdot 3,6 = 21,6 \text{ km/h}$
2.	Er fährt 6 m/s.
3.	$v = \Delta s / \Delta t = 6/1 \text{ m/s}$
4.	$v = s/t$; $v = 30/5 \text{ m/s} = 6 \text{ m/s}$. Er schafft in einer Sekunde 6 Meter.
5.	6m/s
6.	6m/s bzw. $6 \cdot 3,6 \text{ km/h} = 21,6 \text{ km/h}$
7.	Er fährt 6 m/s.
8.	(8:49)6m/s
9.	$\Delta s = 6$; $\Delta t = 1$ $6/1 = 6 \text{ m/s}$

Aufgabe 12)	
1.	a) Achsen: s in km; t=min; Graph richtig gezeichnet, erst Punkte markiert, dann verbunden b) 120km/h
2.	a) Achsen: Weg; Zeit; Graph richtig gezeichnet, erst Punkte markiert, dann verbunden b) 2km/min
3.	a) Achsen: s in km; t in m; Graph richtig gezeichnet, erst Punkte markiert, dann verbunden b) $v = \Delta s / \Delta t = 2/1 \text{ km/min} = 120 \text{ km/h}$
4.	a) Achsen: s(km); t(min); Graph richtig gezeichnet, erst Punkte markiert, dann verbunden b) $v = s/t$; $v = 10/5 = 2 \text{ km/min} = 2000\text{m}/60\text{s} = 33,3\text{m/s}$
5.	a) Achsen: s/km; t in min; Graph richtig gezeichnet, erst Punkte markiert, dann verbunden b) 0,556m/s
6.	a) Achsen: s; t; Graph richtig gezeichnet, erst Punkte markiert, dann verbunden b) Das Auto fährt 120 km/h.
7.	a) Achsen: s; t; Graph richtig gezeichnet, erst Punkte markiert, dann verbunden b) $2/1 : 3,6 \rightarrow 0,5$ das heißt er fährt 0,5 m/s
8.	(8.49)a) Achsen: s; t; Graph richtig gezeichnet, erst Punkte markiert, dann verbunden b) 2 km/min
9.	a) Achsen: s(km); t(min); Graph richtig gezeichnet, erst Punkte markiert, dann verbunden b) 2 km/min

Wir haben den Abschnitt zu <v> und v Mom verstanden:	ja 	zum Teil 	nein 
1.	x		
2.	x	x	
3.	x		
4.		x	
5.	x		
6.	x		
7.	-		
8.	x		
9.	x		

Die Aufgaben bis hier fanden wir:	interessant 	naja 	langweilig 
1.	x		
2.	x	xx	x
3.		x	
4.	x		
5.		x	
6.		x	
7.	-		
8.		x	
9.		x	

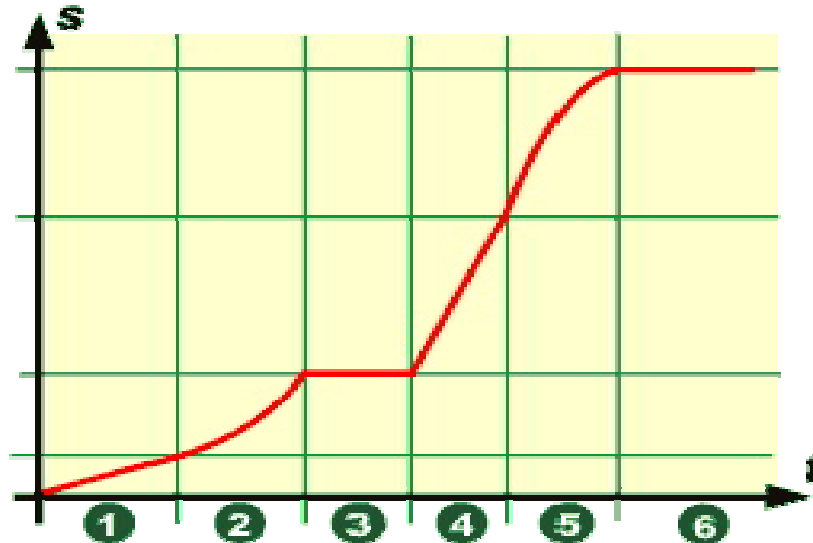
<u>Uhrzeit:</u>	1. 9:11	2. 8:49	3. 9:20	4. 8:55
5. 8:52	6. 8:45	7. -	8. 8:52	9. 8:47

Ende Teil 1!!!!

Teil 2) Rund um die Beschleunigung

Uhrzeit:	1. 9:22	2. 9:04	3. 9:21	4. 9:05
	5. 8:52	6. 8:52	7. 9:05	8. 9:07
			9. 9:02	

Aufgabe 15)






	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1.	(9:30)	v groß	gleichf. v klein	v klein	v_k	gleichf. v klein	v klein	v klein	gl (klein)
2.		beschl. Bew.	Beschleunigung	beschl. Bew	be	beschl.	beschl. Bew.	beschl.	beschl.
3.		Stillstand	Stillstand am Start	Stillstand am Start	S1	Stillstand (Start)	Stillstand (Start)	Stillstand (Start)	St (Start)
4.		v groß	gleichf. v groß	v groß	v_g	gleichf. v groß	v groß	v groß	gl (gr.)
5.		verzög. Bew.	Verzögerung	verzög. Bew.	ver	verzögert	verzög. Bew.	verzögert	verz.
6.		Stillstand	Stillstand am Ziel (9:30)	Stillstand am Ziel	S2	Stillstand (Ziel)	Stillstand (Ziel)	Stillstand (Ziel)	St (Ziel)

Aufgabe 16)

1.	-
2.	-
3.	-
4.	$a = \Delta v / \Delta t$ $a = m/s^2$; 1) $a = 27,37m/s / 5,8s = 4,78m/s^2$ 2) $a = 33,3m/s / 7s = 4,76 m/s^2$
5.	1) $a = v * t$; $a = 27,78 / 5,8s = 4,79m/s^2$ 2) $a = v / t$; $a = 33,33 / 7 = 4,76m/s^2$
6.	1) $a = 4,79 m/s^2$ 2) $a = 4,76 m/s^2$
7.	1) $27,7 m/s / 5,8s = 4,79 m/s^2$ 2) $33,3 m/s / 7s = 4,76 m/s^2$
8.	(9:15)
9.	1) 0km/h; 100km/h; $100 - 0 = 100$; $\Delta v = 100km/h : 3,6 = 27,78m/s$; $a = 27,78 / 5,8 = 4,79m/s^2$ 2) $120 : 3,6 = 33,3$; $33,3 / 7 = 4,76m/s^2 = a$

Aufgabe 17)	
1.	-
2.	a)M1, es schneller von 0 auf 100km/h beschleunigt. b)M2, es in der gleichen Zeit einen längeren Weg zurücklegt.
3.	-
4.	a)1,er auf der (9:30)
5.	a)M1, die kleiner ist b)M2, die Geschwindigkeit kleiner ist.
6.	a)1, a größer ist als bei 2 b)2, a größer ist als bei 1
7.	a)M1, er für die gleiche Strecke weniger Zeit benötigt. ber für 110km/h nur 5 s braucht, der andere braucht für nur 100km/h auch 5s. (9:30)
8.	(9:20)a)M1, die Geschwindigkeit größer ist, M1 ca. 5,6 m/s; M2 ca. 5,5 m/s b)M2, siehe Begründung a) M1 ca. 5,5 m/s; M2 ca. 6,1 m/s
9.	a)M1, er in weniger Zeit auf 100km/h beschleunigt b)M2, er auf eine größere Geschwindigkeit in der gleichen Zeit beschleunigt.

Alles klar?																			
	1.		2.		3.		4.		5.		6.		7.		8.		9.		
	a>0	a<0	a>0	a<0	a>0	a<0	a>0	a<0	a>0	a<0	a>0	a<0	a>0	a<0	a>0	a<0	a>0	a<0	
1	-	-	x		-	-	-	-	x		x		-	-	x		x		
2	-	-		x	-	-	-	-		x		x	-	-	x			x	
3	-	-		x	-	-	-	-		x		x	-	-		x		x	
4	-	-		x	-	-	-	-	x		x		-	-		x	x		




Das mit der Richtung der Beschleunigung, haben wir verstanden:	ja	zum Teil	nein
			
1.	-		
2.		x (9:30)	
3.	-		
4.	-		
5.	x		
6.	x		
7.	-		
8.		x	
9.	x (9:30)		

Aufgabe 19) Warum haben a. und b. verschiedene Vorzeichen?	
1.	-
2.	-
3.	-
4.	-
5.	$a=v/t=11,11/100s=0,11m/s^2$ $a=v/t=19,44/120=-0,162 m/s^2$
6.	Weil die Beschleunigung negativ ist Bsp:b
7.	-
8.	(9:25)Weil es in a) beschleunigt und in b) verzögert
9.	-

Zusatzaufgabe	
1.	-
2.	-
3.	-
4.	-
5.	Auf dem Weg nach Hause.; s^2 = wegen m/s /s das heißt m/(s*s)
6.	Man fährt Fahrrad und bremst.
7.	-
8.	-
9.	-

Uhrzeit:	1. -	2. -	3. -	4. -
5. 9:16	6. 9:14	7. -	8. -	9. 9:31

Aufgabe 20)									
Tropfenspur	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
6)	-	-	-	-	v	v	-	-	-
5)	-	-	-	-	g	g	-	-	-
4)	-	-	-	-	b	b	-	-	-
3)	-	-	-	-	v	v	-	-	-
2)	-	-	-	-	b	b	v	-	-
1)	-	-	-	-	g	g	b (9:30)	-	-

Aufgabe 20) fanden wir:	leicht 	ging so 	schwer 
1.	-		
2.	-		
3.	-		
4.	-		
5.	x		
6.	x		
7.	-		
8.	-		
9.	-		

Aufgabe 21)	
1.	-
2.	-
3.	-
4.	-
5.	a, die Geschwindigkeit zu nimmt
6.	a, er erst schneller beschleunigt dann weniger
7.	-
8.	-
9.	-

Uhrzeit:	1. -	2. -	3. -	4. -
5. 9:22	6. 9:18	7.	8.	9.

Aufgabe 22)	
1.	-
2.	-
3.	-
4.	-
5.	gleichförmig; Achsen:/; Graph richtig gezeichnet
6.	gleichbleibende Geschwindigkeit, bleibt gleich, Str. wird größer; Achsen: v; t; Graph richtig gezeichnet
7.	-
8.	-
9.	-




Aufgabe 23)									
Ab-schnitt	1.		2.		3.		4.		
	Beschleunigung	Bewegungsform	Beschleunigung	Bewegungsform	Beschleunigung	Bewegungsform	Beschleunigung	Bewegungsform	
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	c)-		c)-		c)-		c)-		

5.		6.		7.		8.		9.	
Beschleunigung	Bewegungsform	Beschleunigung	Bewegungsform	Beschleunigung	Bewegungsform	Beschleunigung	Bewegungsform	Beschleunigung	Bewegungsform
positiv	beschl.	p	beschl.	-	-	-	-	-	-
positiv	gleichf.	neutral	gleichf.	-	-	-	-	-	-
negativ	verzög.	negativ	verzög.	-	-	-	-	-	-
c)/		c)Stadtverkehr beschleunigt, fährt bremsst bei Ampel		c)-		c)-		c)-	

Aufgabe 24) Verbindet Text und das passende Diagramm mit einem Strich.	
1.	-
2.	-
3.	-
4.	-
5.	2a; 6b; 3c; 5d
6.	2a; 1b; 3c; 5d
7.	-
8.	-
9.	-

Aufgabe 25) (Zusatzaufgabe)

Zeitspanne	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1	-	-	-	-	d	d	-	-	-
2	-	-	-	-	a	a	-	-	-
3	-	-	-	-	e	e	-	-	-
4	-	-	-	-	f	f	-	-	-
5	-	-	-	-	b	b	-	-	-
6	-	-	-	-	c	c	-	-	-

Mit dem Abschnitt über t-v-Diagramme kamen wir klar.	gut 	einigermaßen 	nicht so gut 
1.	-		
2.	-		
3.	-		
4.	-		
5.	x		
6.	x		
7.	-		
8.	-		
9.	-		

Uhrzeit:	1. -	2. -	3. -	4. -
5. 9:30	6. 9:29	7. -	8. -	9. -

Ende Teil 2!!!!

A.4 Auswertung der Unterlagen: Klasse 2




Startuhrzeit:						
1. 10:00	2. 9:55	3. 9:58	4. 9:57	5. 9:57	6. 9:57	7. 9:56

Teil 1) Rund um die Geschwindigkeit

Aufgabe 1)
1. Wenn man von einem Klassenraum in den nächsten geht. Von der Einfahrt auf die Straße.
2. s_0 =zu Hause; s_1 = Leitzplatz (3000m); $s_1-s_2=2500$ m Bushaltestelle-Steindorf; $s_2-s_3=800$ m →Max → 6300m
3. Schneeflocke fällt vom Himmel; Fußball wird getreten; Wasser fließt
4. Ein Fahrradfahrer ist zum Zeitpunkt 0 an Ampel Nr.1, nach 20s ist er bei Ampel Nr. 2 ($\Delta s=20$ s); Ein Sprinter ist zum Zeitpunkt 0 an der Startlinie, nach 50s hat er eine Strecke von 50m zurückgelegt ($\Delta s=10$ s).
5. Sport; Spaziergang; Auto
6. Auto während der Fahrt; Flugzeug beim Flug
7. 1) zuhause→Pizza, Dönerhaus $\Delta t=600$ s 2) zuhause→Sporthalle $\Delta t=1200$ s; Hause: $t_0=0$ s; Döner: $t_1=600$ s; Sporthalle: $t_2=1200$ s




Aufgabe 2)														
	1.		2.		3.		4.		5.		6.		7.	
	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)
Minutenzeiger einer Uhr	g	g	k	g	√	x	k	g	k	g	k	g	k	g
Blumentopf fällt aus der dritten Etage	-	-	g	b	√	√	g	b	g	b	g	b	g	b
Flugzeug bei der Landung	k	v	g	v	√	√	g	v	k	v	k	v	k	v

Aufgabe 4)
1. a)Man sieht nur Pauls Bewegung. (t-s-Diagramm aufgemalt, Ursprungsgerade) b)Der Bus bewegt sich mit seiner Geschwindigkeit und Paul bewegt sich mit Schrittgeschwindigkeit.
2. a)Paul ist nur ein Punkt b) geradlinig/gleichförmige Bewegung
3. a)Man sieht nur, wie sich Paul bewegt. b)Man sieht den Bus sich bewegen und Paul
4. a) Paul bewegt sich mit normaler Schrittgeschwindigkeit. b) Paul bewegt sich schneller, da die Busgeschwindigkeit noch hinzu kommt.
5. a)Bezugssystem: Bus, wir sitzen in der Mitte Paul bewegt sich an uns vorbei b)Bezugssystem die Straße, wir sehen den Bus von der Seite an; Pauls Geschwindigkeit und die Geschwindigkeit des Busses addieren sich
6. a)Er kommt in Schrittgeschwindigkeit auf einen zu b)Es addiert sich noch die Geschwindigkeit des Busses hinzu.
7. a)Er macht eine geradlinige Bewegung nach vorne. b)Er macht eine beschleunigte Bewegung.

Bis jetzt läuft:	super 	es geht 	schlecht 
1.		x	
2.	x		
3.	x		
4.		x	
5.	x		
6.	x		
7.	x		

Aufgabe 6)	
1.	Jens hat eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 6,666. Peter hat eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 6. Also ist Jens schneller als Peter.
2.	Peter: $75=12,5$; $100=16,6$ Jens: $100=15$; $75= 11,25$ Antwort: Jens ist schneller
3.	Jens: $100/15=6,66$ Peter: $75/12,5=6$
4.	$v=\Delta s/\Delta t$; $v_j= 100m/15s=6,66m/s$ $v_p=75m/12,5s= 6m/s$. Jens ist schneller und gewinnt.
5.	$v=m/s$; Jens: $v=100:15=6\ 2/3\ m/s$ Peter: $v=75/12,5=6m/s$; Antwort: Peter gewinnt.
6.	Jens gewinnt das Rennen, da er schneller ist.
7.	Peter war schneller. $100/15=6\ 2/3$; $75/12,5 =6 \leftarrow$ Peter

Aufgabe 8)				
	e.	f.	g.	h.
1.	größer	kleiner	kleiner	größer
2.	höher	niedriger	langsamer	schneller
3.	höher	niedriger/kleiner	langsamer	höher
4.	größer/höher	kleiner/geringer	kleiner/geringer	größer/höher
5.	größer	kleiner, geringer	kleiner, geringer	größer
6.	höher	niedriger	niedriger	höher
7.	höher	geringer	langsamer	höher

Aufgabe 8) fanden wir:	leicht 	ging so 	schwer 
1.		x	
2.		x	
3.	x		
4.	x		
5.	x		
6.	x		
7.	x		

Aufgabe 9)						
1.			2.		3.	
Abschnitte	a)	b)	a)	b)	a)	b)
0→1	positiv	schneller	positiv	s	p	l
1→2	positiv	gleich	p	g	p	b g
2→3	positiv	langsamer	p	l	p	s
3→2	negativ	schneller	p	s	n	l
2→1	negativ	gleich	p	g	n	b g
1→0	negativ	langsamer	p	l	n	s
c)-			c) 0+3		Am Punkt 0 und 3 ist seine Geschw. 0.	

4.		5.		6.		7.	
a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)
positiv	schneller	positiv	schneller	p	s	positiv	schneller
positiv	bleibt gleich	positiv	bleibt gleich	p	g	positiv	gleich
positiv	langsamer	positiv	langsamer	p	l	positiv	langsamer
negativ	schneller	negativ	schneller	n	s	negativ	schneller
negativ	gleich	negativ	bleibt gleich	n	g	negativ	gleich
negativ	langsamer	negativ	langsamer	n	l	negativ	langsamer
c)Bei 0 und 3.		c) an den Punkten 0 und 3		c)An 3 und 0		c)Am Startpunkt	

Uhrzeit:							
1. -	2. 10:25	3. 10:30	4. 10:40	5. 10:45	6. 10:31	7. 10:22	




Aufgabe 10)
1. Achsen: s(m); t(h); Graph richtig gezeichnet; Pfeile gezeichnet
2. Achsen: s; t; Graph richtig gezeichnet
3. Achsen: Strecke; Zeit; Graph richtig gezeichnet; Pfeile gezeichnet
4. Achsen: Strecke (k); Zeit (h); Graph richtig gezeichnet
5. Achsen: s; t; Graph richtig gezeichnet
6. Achsen: s in m; t in h; Graph richtig gezeichnet
7. Achsen: s; t[h]; Graph richtig gezeichnet, allerdings bis 2,5h.

Zum Nachdenken
1. 2, der Graph steiler ist
2. 2, er mehr m in der s zurücklegt.
3. 2, er in 5 s eine größere Strecke zurückgelegt hat
4. 2, er den längeren Weg in kürzerer Zeit zurücklegt.
5. 2, sein Graph im KS steiler ist. Die Steigung ist größer und die Steigung im s-t-Diagramm ist die Geschwindigkeit.
6. 2, er die doppelte Strecke in der gleichen Zeit zurücklegt.
7. 2, er eine größere Steigung hat (siehe Steigungsdreieck) [2 Steigungsdreiecke eingezeichnet]

Aufgabe 11)	
1.	$18/3=6 \text{ m/s}$
2.	6 m/s
3.	Er legt in 1 sec 6 m zurück.
4.	6 m/s
5.	Die Geschwindigkeit beträgt 6 m/s
6.	6 m/s
7.	8 m/s

Aufgabe 12)	
1.	a) Achsen: Weg in km; Zeit in min; Kreuze an den richtigen Stellen gemacht, keine Verbindungslinie b) eine konstante Geschwindigkeit mit 2 km/min
2.	a) Achsen: s in km; t in m, Kreuze gemacht und richtig verbunden b) 120 km/h
3.	a) Achsen: Strecke; Zeit; Pfeile gezeichnet; Kreuze gemacht und richtig verbunden b) Geschwindigkeit = 2 m/s
4.	a) Achsen: Weg (km), Zeit (min); Kreuze gemacht und richtig verbunden b) $2 \text{ km/min} = 2000 \text{ m/min} = 33,33 \text{ m/s}$, 120 km/h
5.	a) Achsen: s(km); t (min); Kreuze eingezeichnet und richtig verbunden. Steigungsdreieck eingezeichnet b) 2 m/h
6.	a) Achsen: s in m; t in min; Kreuze eingezeichnet und richtig verbunden b) 120 km/h
7.	a) Achsen: s[km]; t[min]; Pfeile eingezeichnet; 2 Kreuze gemacht, dann Verbindungslinie gezeichnet b) 2000/60 $\approx 3,6$ A: Er ist 120 km/h schnell.

Wir haben den Abschnitt zu <v> und v_{Mom} verstanden:	ja 	zum Teil 	nein 
1.	x		
2.		x	
3.	x		
4.	x		
5.	x		
6.	x		
7.	x		

Die Aufgaben bis hier fanden wir:	interessant 	naja 	langweilig 
1.		x	
2.		x	
3.		x	
4.			x
5.		x	
6.		x	
7.		x	

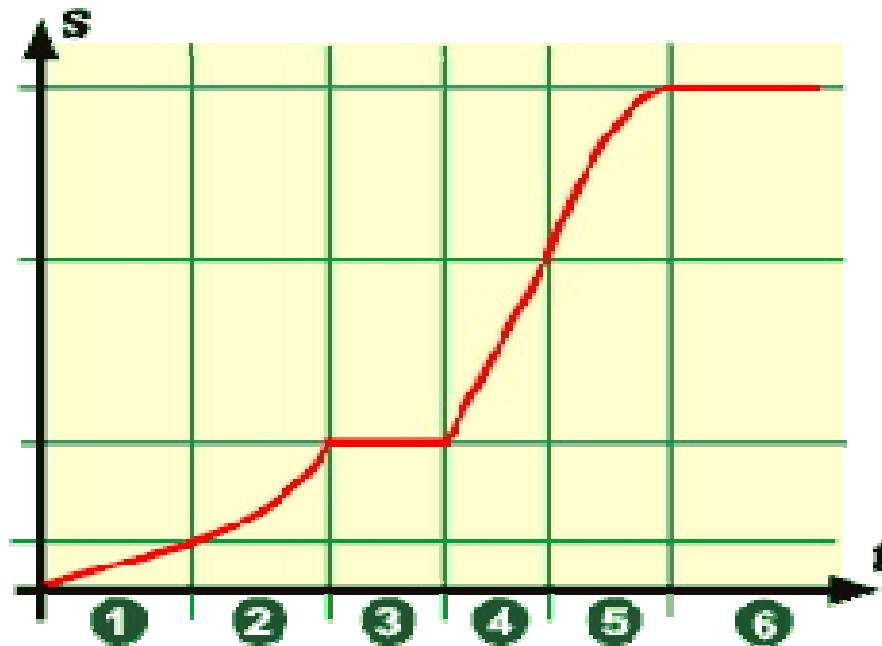
Uhrzeit: Ende Teil 1													
1.	-	2.	10:35	3.	10:42	4.	10:52	5.	11:05	6.	10:28	7.	10:30

Teil 2) Rund um die Beschleunigung

Uhrzeit:

1. 11:10	2. 10:45	3. 10:53	4. -	5. -	6. 10:46	7. 10:37
----------	----------	----------	------	------	----------	----------

Aufgabe 15)



	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1.	gleichförmig	beschleunigt	schnell	-	-	gleichförmig v klein	gleichförmig
2.	beschleunigt	be.	beschleunigt	-	-	beschleunigt	beschleunigt
3.	Stillstand	S. n. a. S.	Pause	-	-	Stillstand	Stillstand
4.	gleichförmig	gleichf.	beschleunigt	-	-	gleich. v groß	gleichförmig (groß)
5.	verzögert	be./ glei.	beschleunigt	-	-	verzögert	verzögert
6.	Stillstand (11:15)	S. n. a. Z.	Pause	-	-	Stillstand	Stillstand (Ende)

Aufgabe 16)

1. -
2.
3. 1) $27,7:5,8=4,79$ (11:15) 2) $33,3:7=4,76$
4. -
5. -
6. 1) $100\text{km/h} = 27,7 \text{ m/s} = \Delta v \quad \Delta t = 5,8\text{s}; \Delta v/\Delta t = 27,7 \text{ m/s} / 5,8\text{s} = 4,789 \text{ m/s}^2$ a. 2) $120\text{km/h} = 33,3 \text{ m/s} = \Delta v \quad \Delta t = 7\text{s}; 33,3 \text{ m/s} / 7 = 4,76 \text{ m/s}^2$
7. 1) $100:3,6/35,8 \quad A:4,789 \text{ m/s}$ a. 2) $120:3,6/7 \quad A:4,76 \text{ m/s}$




Aufgabe 17)

1. -
2. a) M1; es mit 5,6s beschleunigt.; b) M2; es mit 6,1 s beschleunigt.

3. -
4. -
5. -
6. M1; es in kürzerer Zeit die gleiche Strecke fährt. M2; es eine größere Strecke in gleicher Zeit fährt.
7. M1; er in kurzer Zeit gleiche Geschwindigkeit hat M2; er in gleicher Zeit größere Geschwindigkeit hatte

Alles klar?

	1.		2.		3.		4.		5.		6.		7.	
	a>0	a<0	a>0	a<0	a>0	a<0	a>0	a<0	a>0	a<0	a>0	a<0	a>0	a<0
1)	-	-	x		-	-	-	-	-	-	x		x	
2)	-	-		x	-	-	-	-	-	-		x		x
3)	-	-	x		-	-	-	-	-	-		x		x
4)	-	-		x	-	-	-	-	-	-	x		x	

Das mit der Richtung der Beschleunigung, haben wir verstanden:	ja	zum Teil	nein
			
1.	-	-	-
2.	x (11:15)		
3.	-	-	-
4.	-	-	-
5.	-	-	-
6.	x		
7.	x		

Aufgabe 19) Warum haben a. und b. verschiedene Vorzeichen?




1. -
2. -
3. -
4. -
5. -
6. b ist eine negative Beschleunigung er wird langsamer, a ist positiv er wird schneller
7. b hat eine negative Beschleunigung, a hat eine positive Beschleunigung

Zusatzaufgabe

1. -
2. -
3. -
4. -
5. -
6. Auto macht starke Bremsung; Durch die Berechnung von m/s durch s entsteht s ² .
7. Wenn man mit einem Auto bremsst. Weil man die m/s noch einmal in eine Zeitspanne setzt (m/s)/s m/s ² .

Uhrzeit:						
1. -	2. -	3. -	4. -	5. -	6. 11:14	7. 10:57

Aufgabe 20)							
Tropfenspur	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
6)	-	-	-	-	-	v	g
5)	-	-	-	-	-	g	b
4)	-	-	-	-	-	b	v
3)	-	-	-	-	-	v	b
2)	-	-	-	-	-	b	g
1)	-	-	-	-	-	g	v

Aufgabe 20) fanden wir:	leicht		ging so		schwer	
	1.	-	-	-	-	-
2.	-	-	-	-	-	-
3.	-	-	-	-	-	-
4.	-	-	-	-	-	-
5.	-	-	-	-	-	-
6.	x (11:15)					
7.	x					

Aufgabe 21)	
1.	-
2.	-
3.	-
4.	-
5.	-
6.	-
7.	a; die Beschleunigung Abschnittsbezogen ist.




Uhrzeit:						
1. -	2. -	3. -	4. -	5. -	6. -	7. 11:03

Aufgabe 22)	
1.	-
2.	-
3.	-
4.	-
5.	-
6.	-
7.	ein gerader Strich [Diagramm skizziert, Parallel zur x-Achse gezeichnet] Achse: v, t, Parallele zur x-Achse, Schnittpunkt mit y-Achse bei 8.

Aufgabe 23)							
1.			2.			3.	
Abschnitte	Beschleunigung	Bewegungsform	Beschleunigung	Bewegungsform	Beschleunigung	Bewegungsform	
1.Abschnitt	-	-	-	-	-	-	
2.Abschnitt	-	-	-	-	-	-	
3.Abschnitt	-	-	-	-	-	-	
c)-			c)-			c)-	
4.		5.		6.		7.	
Beschleunigung	Bewegungsform	Beschleunigung	Bewegungsform	Beschleunigung	Bewegungsform	Beschleunigung	Bewegungsform
-	-	-	-	-	-	0,8 m/s	beschleunigt
-	-	-	-	-	-	0	gleichmäßig
-	-	-	-	-	-	-2,4 m/s	verzögert
c)-		c)-		c)-		c) Auto beschleunigt →konstant→bremsst	

Aufgabe 24) Verbindet Text und das passende Diagramm mit einem Strich.	
1.	-
2.	-
3.	-
4.	-
5.	-
6.	-
7.	a:2; b:1; c:3; d:5 (11.15)

Aufgabe 25) (Zusatzaufgabe)						
Zeitspanne	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-

Mit dem Abschnitt über t-v-Diagramme kamen wir klar.	gut	einigermaßen	nicht so gut
			
1.	-	-	-
2.	-	-	-
3.	-	-	-
4.	-	-	-
5.	-	-	-
6.	-	-	-
7.	-	-	-

Uhrzeit: Ende Teil 2!!!!													
1.	-	2.	-	3.	-	4.	-	5.	-	6.	-	7.	-

A.5 Kurzfragebogen

INTERESSANT – WICHTIG – SCHWIERIG?

Bitte kreuze für die nachfolgenden Aussagen an, wie stark sie zutreffen.

	trifft voll zu	trifft etwas zu	trifft kaum zu	trifft gar nicht zu
Die Bearbeitung der Einheit zu <i>Bewegungen</i> hat mir Spaß gemacht.				
Ich würde gerne noch weitere Aufgaben zu dem Thema <i>Bewegungen</i> bearbeiten.				
Es wurden viel zu viele Informationen präsentiert, jetzt bin ich richtig verwirrt.				
Ich würde die Einheit zur Vorbereitung auf eine Klassenarbeit nutzen.				
Wenn es mehr Beispiele gegeben hätte, hätte ich die Einheit bestimmt (noch) besser verstanden.				
Ich habe bei der Bearbeitung der Einheit viel dazu gelernt.				
Wenn ich ehrlich bin, hatte ich nach einer Schulstunde keine Lust mehr, die Einheit zu bearbeiten.				
Ich würde eine solche Einheit auch gerne in meiner Freizeit bearbeiten.				
Die Zahl der Beispiele war völlig ausreichend, um die wichtigen Informationen zu verstehen.				
Die Inhalte der Einheit habe ich interessant gefunden.				
Ich habe mich bei der Bearbeitung der Einheit wieder an vieles aus dem Unterricht erinnern können.				
Mir hat gut gefallen, dass ich nicht alleine die Einheit bearbeiten musste.				
Eigentlich habe ich schon alles gewusst, was in der Einheit dran gekommen ist.				
Die Bearbeitung der Einheit war eine Abwechslung zum normalen Unterricht.				
Ich hatte das Gefühl, dass ich selbst entscheiden konnte, wie ich die Einheit bearbeiten will.				
Ich hätte mir gewünscht, dass die Einheit auf mehrere Termine verteilt gewesen wäre.				

A.6 Auswertung des Kurzfragebogens: Klasse 1

INTERESSANT – WICHTIG – SCHWIERIG?

Bitte kreuze für die nachfolgenden Aussagen an, wie stark sie zutreffen.

	trifft voll zu	trifft etwas zu	trifft kaum zu	trifft gar nicht zu
Die Bearbeitung der Einheit zu <i>Bewegungen</i> hat mir Spaß gemacht.	3	18	-	-
Ich würde gerne noch weitere Aufgaben zu dem Thema <i>Bewegungen</i> bearbeiten.	4	12	3	1
Es wurden viel zu viele Informationen präsentiert, jetzt bin ich richtig verwirrt.	2	7	8	4
Ich würde die Einheit zur Vorbereitung auf eine Klassenarbeit nutzen.	10	8	3	-
Wenn es mehr Beispiele gegeben hätte, hätte ich die Einheit bestimmt (noch) besser verstanden.	2	3	11	3
Ich habe bei der Bearbeitung der Einheit viel dazu gelernt.	6	10	4	-
Wenn ich ehrlich bin, hatte ich nach einer Schulstunde keine Lust mehr, die Einheit zu bearbeiten.	2	10	10	-
Ich würde eine solche Einheit auch gerne in meiner Freizeit bearbeiten.	-	2	8	12
Die Zahl der Beispiele war völlig ausreichend, um die wichtigen Informationen zu verstehen.	11	8	3	-
Die Inhalte der Einheit habe ich interessant gefunden.	1	14	4	-
Ich habe mich bei der Bearbeitung der Einheit wieder an vieles aus dem Unterricht erinnern können.	8	9	2	-
Mir hat gut gefallen, dass ich nicht alleine die Einheit bearbeiten musste.	15	3	1	-
Eigentlich habe ich schon alles gewusst, was in der Einheit dran gekommen ist.	-	12	8	1
Die Bearbeitung der Einheit war eine Abwechslung zum normalen Unterricht.	16	2	1	-
Ich hatte das Gefühl, dass ich selbst entscheiden konnte, wie ich die Einheit bearbeiten will.	5	10	4	-
Ich hätte mir gewünscht, dass die Einheit auf mehrere Termine verteilt gewesen wäre.	4	8	6	1
Die Präsentation von Aufgaben auf dem Computer fand ich eine gute Idee.	15	5	-	-

A.7 Auswertung des Kurzfragebogens: Klasse 2

INTERESSANT – WICHTIG – SCHWIERIG?

Bitte kreuze für die nachfolgenden Aussagen an, wie stark sie zutreffen.

	trifft voll zu	trifft etwas zu	trifft kaum zu	trifft gar nicht zu
Die Bearbeitung der Einheit zu <i>Bewegungen</i> hat mir Spaß gemacht.	3	13	1	-
Ich würde gerne noch weitere Aufgaben zu dem Thema <i>Bewegungen</i> bearbeiten.	-	6	9	2
Es wurden viel zu viele Informationen präsentiert, jetzt bin ich richtig verwirrt.	1	2	10	4
Ich würde die Einheit zur Vorbereitung auf eine Klassenarbeit nutzen.	8	7	1	1
Wenn es mehr Beispiele gegeben hätte, hätte ich die Einheit bestimmt (noch) besser verstanden.	1	1	10	5
Ich habe bei der Bearbeitung der Einheit viel dazu gelernt.	2	11	3	1
Wenn ich ehrlich bin, hatte ich nach einer Schulstunde keine Lust mehr, die Einheit zu bearbeiten.	6	6	2	3
Ich würde eine solche Einheit auch gerne in meiner Freizeit bearbeiten.	1	1	3	13
Die Zahl der Beispiele war völlig ausreichend, um die wichtigen Informationen zu verstehen.	7	9	3	-
Die Inhalte der Einheit habe ich interessant gefunden.	2	16	5	-
Ich habe mich bei der Bearbeitung der Einheit wieder an vieles aus dem Unterricht erinnern können.	10	7	-	-
Mir hat gut gefallen, dass ich nicht alleine die Einheit bearbeiten musste.	13	3	-	1
Eigentlich habe ich schon alles gewusst, was in der Einheit dran gekommen ist.	1	12	6	-
Die Bearbeitung der Einheit war eine Abwechslung zum normalen Unterricht.	17	-	-	-
Ich hatte das Gefühl, dass ich selbst entscheiden konnte, wie ich die Einheit bearbeiten will.	9	6	-	2
Ich hätte mir gewünscht, dass die Einheit auf mehrere Termine verteilt gewesen wäre.	7	10	-	-
Die Präsentation von Aufgaben auf dem Computer fand ich eine gute Idee.	10	4	3	1

A.8 Auswertung der Aufgaben

Aufgabe	richtig			halb richtig			falsch		
	Klasse 1	Klasse 2	gesamt	Klasse 1	Klasse 2	gesamt	Klasse 1	Klasse 2	gesamt
1.	7	9	16	-	-	-	-	-	-
2.	5	4	9	1	5	6	1	-	1
4.	3	3	6	2	3	5	2	3	5
6.	4	7	11	3	-	3	-	2	2
8.	7	7	14	-	2	2	-	-	-
9.	5	7	12	2	1	3	-	1	1
10.	7	9	16	-	-	-	-	-	-
Zum Nachdenken	7	9	16	-	-	-	-	-	-
11.	6	9	15	-	-	-	1	-	1
12.	4	7	11	3	2	5	-	-	-
15.	3	8	11	1	-	1	1	-	1
16.	2	5	7	1	-	1	-	-	-
17.	1	3	4	2	2	4	-	1	1
Alles klar	2	3	5	-	1	1	1	1	2
19.	1	1	2	1	1	2	-	1	1
Zusatz-aufgabe	2	1	3	-	1	1	-	-	-
20.	2	2	4	-	-	-	-	-	-
21.		-	-		2	2		-	-
22.	1	2	3	-	-	-	-	-	-
23.	1	2	3	-	-	-	-	-	-
24.	1	1	2	-	1	1	-	-	-
25.	-	2	2	-	-	-	-	-	-

Smileys	Klasse 1	Klasse 2	gesamt	Klasse 1	Klasse 2	gesamt	Klasse 1	Klasse 2	gesamt
Bis jetzt läuft´s	super			es geht			schlecht		
	5	5	10	2	3	5	-	1	1
Aufgabe 8) fanden wir:	leicht			ging so			schwer		
	5	8	13	2	-	2	-	-	-
<V>; v _{Mom} verstanden?	ja			zum Teil			nein		
	6	7	13	1	2	3	-	-	-
Aufgaben bis hier:	interessant			naja			langweilig		
	-	6	6	6	3	9	1	1	-
Richtung a verstanden?	ja			zum Teil			nein		
	3	3	6	-	2	2	-	-	-
Aufgabe 20) fanden wir:	leicht			ging so			schwer		
	2	2	4	-	-	-	-	-	-
t-v-Diagramm	gut			einigermaßen			nicht so gut		
	-	2	2	-	-	-	-	-	-

A.9 Abbildungs- und Aufgabenverzeichnis der Übungsbox

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1): http://www.fotosearch.de/bthumb/ICL/ICL142/EVW_074.jpg;

Abbildung 2): http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph11/grundwissen/01_kinematik/index.htm;

Abbildung 3): <http://www.krax-online.de/images/Tachoscheiben/Tachofolie.jpg>

Abbildung 4): Männchen: <http://www-user.tu-chemnitz.de/~ebman/images/laufen.gif>

Abbildung 5): <http://z.about.com/d/webclipart/1/0/1/N/1/sbus10.gif>

Abbildung 6): [http://www.whitelife.com/site/GetImage.aspx?file=../img/illustration/369_illu_5932_thumb.jp &width=0&height=125](http://www.whitelife.com/site/GetImage.aspx?file=../img/illustration/369_illu_5932_thumb.jp&width=0&height=125)

Abbildung 7): http://www.stfv.de/SL00250_.gif

Abbildung 8): http://www.sprachhexen.com/teaching/lesson_tips/images/eselsbruecke.gif

Abbildung 9): http://www.fotosearch.com/bthumb/ICL/ICL115/SIS_067.jpg

Abbildung 10): <http://www.grundschulmarkt.com/Fahrrad/Radfahrer01.jpg>

Abbildung 11): http://www.imageenvision.com/sm/0012-0710-2417-4056_car_parked_in_a_garage_that_has_an_attached_patio_clipart.jpg

Abbildung 12): <http://www.i-heart-god.com/images/ahem%20attention%20clip%20art.jpg>

Abbildung 13): <http://www.fotosearch.de/bthumb/ARP/ARP112/Train1.jpg>

Aufgabenverzeichnis:

Auf. 1: <http://www.zum.de/dwu/depothp/hp-phys/hppme33.htm>

Auf. 2: http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph11/musteraufgaben/01_lin_bewe/kugel/musterb4.htm

Auf. 3: http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph09_g8/musteraufgaben/11diagramme/zuordnung/zuordnung.htm

Auf. 4: <http://www.zum.de/dwu/depothp/hp-phys/hppme34.htm>

Auf. 5: http://physikaufgaben.de/aufgaben_zeige.php?auswahl_t=21&auswahl_n=2&=Die+Aufgaben+anzeigen&id=1&nummer=leer&such=leer&abc=leer