



# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

**Lernprozesse zum Thema Schatten und Lichtausbreitung**  
Eine qualitative Lernprozessstudie zum Cross-Age-Peer-Tutoring im Rahmen eines  
Sparkling Science Projektes

Verfasserin

**Clara Trinkl**

angestrebter akademischer Grad

**Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)**

Wien, 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 190412406

Studienrichtung lt. Studienblatt: Lehramtsstudium UF Physik UF Mathematik

Betreuerin: Priv.-Doz. Dr. Hildegard Urban-Woldron

## **Zusammenfassung**

Die Arbeit ist eingebettet in ein Forschungsprojekt, das die Unterrichtsmethode Cross-Age-Peer-Tutoring (CAPT) untersucht und analysiert, ob die Strategie zum Aufbau konzeptuellen physikalischen Verständnisses führt. Unterstützt von Wissenschaftlern/innen der Universität Wien untersuchen Schüler/innen in der Rolle von Forscher/innen die Vorstellung jeweils jüngerer Schüler/innen und adaptieren dabei ihre eigenen Vorstellungen. Der Fokus der vorliegenden Studie liegt auf der Untersuchung der Lernprozesse der Schüler/innen. Inhaltlich werden Schülervorstellungen in der Optik adressiert, im Besonderen die Themenbereiche Lichtausbreitung und Schatten. Es werden zwei Fragestellungen genauer betrachtet. Erstens wird nach dem Einfluss des Engagements der Tutoren/innen auf die Lernprozesse der Tutees gefragt. Zweitens wird analysiert, ob sich auch bei den Tutoren/innen im Verlauf ihrer Tutoring-Aktivität Lernprozesse identifizieren lassen. Die auf den Forschungsfragen basierenden Hypothesen konnten mit Hilfe von Mixed-Methods-Research bestätigt werden.

Abgesehen davon, dass ich meine forschungsmethodologischen Kenntnisse im Laufe des Entstehens der Arbeit ganz bedeutend erweitern konnte, wurde für mich klar, dass die Auseinandersetzung mit den wichtigsten neuen Erkenntnissen der fachdidaktischen Forschung auch für meine zukünftige Berufspraxis empfehlenswert ist.

## **Abstract**

This work is part of a science project which examines the Cross-Age-Peer-Tutoring method in order to find out whether this strategy leads to establishing a physical conceptual understanding.

Supported by scientists of the University of Vienna, students in the role of scientists examine the perception of younger students and thus adapt to these student's perceptions. This study is focused on the examination of student learning processes. Contentwise the student's perceptions are addressed optically, with special attention to the topics of light propagation and shadow. Two different considerations are analyzed: Firstly the influence of the tutor's engagement on the tutees learning process is questioned. Secondly it is analyzed whether the tutors themselves go through a learning process during their tutoring activity. The hypothesis based on these scientific questions was confirmed with the support of Mixed-Method-Research.

Besides the fact that I could extend my knowledge in research methodology during the process of my work, it also became clear to me that the involvement with the most important new findings in the field of teaching methodology research is important for my future practical experiences.

## Danksagung

Mein größter Dank gilt meine Eltern, die es mir ermöglicht haben, ein Studium in Wien zu beginnen und die mich während meines gesamten Studiums unterstützt haben.

Ein sehr großes Dankeschön möchte ich an meine Betreuerin Priv.-Doz. Dr. Hildegard Urban-Woldron für die exzellente Betreuung richten. Während des gesamten Entstehungsprozesses meiner Arbeit, stand sie mir jederzeit (inklusive der Wochenenden) mit Rat und Tat zur Seite. Danke auch, dass Sie immer an mich geglaubt und alles ermöglicht hat, dass ich meine Arbeit in dieser Qualität und im vorgegebenen Zeitplan fertigstellen konnte.

Weiter möchte ich mich auch bei den wissenschaftlichen Mitarbeitern des Projektteams bedanken, dass alle Termine organisiert und teilweise sogar auf meine Bedürfnisse abgestimmt hat.

Danken möchte ich auch allen Schülerinnen und Schüler, die es mir ermöglicht haben, diese große Datenmenge aufzunehmen. Ihre Offenheit und ihre Ehrlichkeit haben mir die Auswertungen sehr erleichtert.

Ein großer Dank geht auch an die Lehrpersonen, die ihre Zeit in dieses Projekt investiert haben. Vor allen Dingen richtet sich mein Dank an die Physiklehrerin der KMS, die immer für die Vereinbarung von Interviewterminen Bereitschaft zeigte und auch die Zusammenarbeit mit der Volksschullehrerin koordinierte. Beide Lehrpersonen nahmen sich auch sehr viel Zeit für persönliche Gespräche und gaben mir einen interessanten Einblick in den mir derzeit noch weitgehend unbekanntem Schulalltag, indem sie auch sehr offen mit mir über Probleme und Herausforderungen des Berufsfeldes sprachen.

Meinen Freunden danke ich für ihr großes Verständnis. Soziales kam in der letzten Zeit etwas zu kurz und trotzdem hatten sie stets ein offenes Ohr für mich.

Ein besonderes Dankeschön möchte ich anschließend noch an meinen Bruder und meiner gesamte Familie aussprechen, die immer ein großes Verständnis für mein Studium aufwiesen und mich jederzeit unterstützen.

# Inhaltsverzeichnis

|  |     |
|--|-----|
| Zusammenfassung.....   | 1   |
| Danksagung.....  | 1   |
| 1. Einleitung.....   | 5   |
| 2. Theoretischer Hintergrund.....  | 6   |
| 2.1 Schülervorstellungen und ihre Bedeutung für das Lernen von Physik..... | 6   |
| 2.1.1 Ursachen und Eigenschaften von Schülervorstellungen.....             | 6   |
| 2.1.2 Umgang mit Schülervorstellungen.....                                 | 7   |
| 2.1.3 Kategorien und Arten von Schülervorstellungen.....                   | 11  |
| 2.1.4 Rolle der Schülervorstellungen beim Lernen.....                      | 11  |
| 2.1.5 Konstruktivistische Sicht des Lernens.....                           | 12  |
| 2.2 Schülervorstellungen zu Licht und Schatten.....                        | 14  |
| 2.2.1 Licht und Sehen.....   | 14  |
| 2.2.2 Licht und Schatten.....  | 17  |
| 2.2.3 Schülervorstellungen in der Optik aus der Sicht von Jung.....        | 19  |
| 2.3 Phänomenografische Zugänge zur Aufklärung von Verstehensprozessen..... | 26  |
| 2.4 Cross-Age-Peer-Tutoring (CAPT).....                                    | 30  |
| 2.4.1 Lernen durch Lehren.....   | 32  |
| 2.5 Qualitative Inhaltsanalyse.....  | 35  |
| 3. Ziele und Forschungsfragen.....   | 38  |
| 4. Forschungsdesign.....   | 39  |
| 4.1 Klärung der Begriffe.....  | 39  |
| 4.2 Forschungsdesign des Cross-Age-Peer-Tutoring-Projektes.....            | 39  |
| 4.3 Mixed-Methods-Research.....  | 41  |
| 5. Datenerhebung.....  | 44  |
| 5.1 Organisatorisches.....   | 44  |
| 5.2 Durchführung und Erhebungsinstrumente.....                             | 45  |
| 5.2.1 Auswahl der Schüler/innen und Gruppenkonstellation.....              | 45  |
| 5.2.2 Erhebungsinstrument Interview.....                                   | 47  |
| 5.2.3 Erhebungsinstrument Video.....                                       | 52  |
| 5.2.4 Erhebungsinstrument Fragebögen.....                                  | 54  |
| 6. Ergebnisse.....   | 58  |
| 6.1 Diagramme zu den Auswertungen des Tutoring-Videos.....                 | 74  |
| 6.2 Deutung der Ergebnisse.....  | 90  |
| 6.2.1 Beantwortung der Forschungsfragen.....                               | 90  |
| 6.2.1 Nähere Betrachtung der Kategorien K2 und K8.....                     | 92  |
| 6.2.2 Aufgezeigte Probleme und Verbesserungsvorschläge.....                | 94  |
| 7. Folgerungen und Ausblick.....   | 96  |
| 8. Literatur.....  | 99  |
| 9. Abbildungsverzeichnis.....  | 102 |
| 10. Tabellenverzeichnis.....   | 103 |
| 11. Quellenverzeichnis.....  | 104 |
| 12. Anhang.....  | 105 |
| A Interview-Leitfaden.....   | 105 |
| Einstiegsinterview.....  | 105 |
| Interviewleitfaden für die Volksschule.....                                | 107 |
| B Lebenslauf.....  | 111 |

# 1. Einleitung

Diese Diplomarbeit versucht einige interessante Lernprozesse abzubilden. Um diese besonders objektiv erfassen zu können, wurden unterstützend quantitative Daten erhoben, die den motivationalen Aspekt abbilden. Die Arbeit wurde im Rahmen eines AECC (Austrian Education Competence Center) - Projekts verfasst, wobei mehrere Schulstandorte beteiligt waren, diese Arbeit sich aber auf einen ausgewählten Standort beschränkt. Bereits im zweiten Studienabschnitt wurde das Interesse an der Fachdidaktik geweckt und im Laufe der Beendigung des Studiums immer weiter vertieft. Eine fachdidaktische Diplomarbeit zu verfassen, entstand mit dem Hintergedanken, sich noch genauer mit der Fachdidaktik Physik zu beschäftigen. Die intensive Beschäftigung mit Fragestellungen der fachdidaktischen Forschung kann nach meiner Einschätzung im späteren Lehrberuf sehr nützlich sein. Durch die umfassende Auseinandersetzung mit der relevanten Literatur nimmt die Darstellung des theoretischen Hintergrundes einen großen Raum in meiner Arbeit ein. Dabei stehen die Bedeutung und die Analyse der Schülervorstellungen im Vordergrund.

Vor diesem theoretischen Hintergrund leite ich meine beiden Forschungsfragen ab, zu denen ich jeweils zwei Hypothesen generiere. Um nun die Forschungsfragen zu beantworten, werden qualitative und quantitative Daten erhoben. Es handelt sich um die Forschungsmethode Mixed-Methods-Research, wo aus der Kombination von qualitativen und quantitativen Daten Erkenntnisse gewonnen werden. Die qualitativen Daten werden mittels einer sehr intensiven Interviewreihe und Videoaufnahmen der Interventionen erhoben. Die qualitative Inhaltsanalyse wird zur Auswertung der Interviews und der mit Hilfe der Software Videograph untersuchten Videodaten genutzt. Im Anschluss an die Darstellung der Ergebnisse, lassen sich Interpretationen beschreiben, wobei hier aus Gründen der großen Datenmenge nur einige Teilergebnisse näher analysiert wurden. Durch diese Triangulation von qualitativen und quantitativen Daten lassen sich nun objektiv die Forschungsfragen beantworten.

Da die Datenbasis sehr umfangreich war, hätte eine genauere Analyse aller möglichen Untersuchungsaspekte, die vor dem Hintergrund der Daten möglich gewesen wäre, den Rahmen einer Diplomarbeit gesprengt. Die größte Herausforderung war die zunehmende Fokussierung auf ganz konkrete Fragestellungen. Ebenso gehe ich kritisch auf mögliche Einschränkungen meiner Interpretation der Forschungsergebnisse ein.

Zum Schluss ist es mir ein großes Anliegen, Folgerungen und Ausblicke für mein zukünftiges Berufsfeld anzuführen. Um diesen schulpraktischen Fokus zu betonen, befragte ich die beiden beteiligten Lehrerinnen nach ihren persönlichen Meinungen zum durchgeführten Projekt CAPT. Besonders beeindruckt haben mich die doch sehr verschiedenen Sichtweisen der beiden Lehrpersonen. Für mich nehme ich mit, dass offensichtlich nicht allen Lehrpersonen bewusst ist, dass sich auch die Tutoren/innen während ihrer Lehrtätigkeit doch intensiv mit ihrem eigenen Verständnis beschäftigen und dadurch auch positive Lernzuwächse möglich sind. Das zeigt mir, dass auch für Lehrpersonen eine Auseinandersetzung mit neueren Ergebnissen der fachdidaktischen Forschung notwendig ist, um derartige Beliefs zu überwinden.

## 2. Theoretischer Hintergrund

Das Kapitel soll einen kurzen Überblick über den theoretischen Rahmen dieser Arbeit liefern. Hierfür wurde der Fokus auf die Schülervorstellungen gelegt. Weiter beschreibt dieser Abschnitt die zu untersuchende Unterrichtsmethode und die Methode nach der die Daten ausgewertet werden.

### 2.1 Schülervorstellungen und ihre Bedeutung für das Lernen von Physik

#### 2.1.1 Ursachen und Eigenschaften von Schülervorstellungen

Kommen Schüler/innen in den Unterricht, so besitzen sie meist viele Alltagserfahrungen. Diese Alltagsvorstellungen sind meist tief verankerte Vorstellungen zu Phänomenen, Begriffen und Prinzipien. Oft stimmen diese mit den zu lernenden Vorstellungen nicht überein, sie stehen sogar im Gegensatz zu ihnen. Dies stellt eine Ursache vieler Lernschwierigkeiten dar. Schüler/innen sind meist nicht bereit, ihre Alltagsvorstellungen als falsch anzuerkennen und können daher auch das im Unterricht Gesagte oder im Lehrbuch Gelesene nicht verstehen. Daher können hier nur kleine Fortschritte erzielt werden, die meist sehr schnell wieder verloren gehen. Schüler/innen besitzen nicht nur die sogenannten Alltagsvorstellungen, sondern erfinden auch Vorstellungen, wenn sie gerade mit unbekanntem Stoff konfrontiert werden. Diese sind zwar leichter auszubessern, greifen aber auch auf Vorwissen der Schüler/innen zurück.

Tief verwurzelte automatisierte Präkonzepte spielen eine große Rolle, da diese schwer zu beeinflussen sind. Diese Präkonzepte könnten ihren Ursprung in der Alltagssprache haben. Dies wird allerdings von den Schüler/innen nicht explizit formuliert, sondern wirkt als unbewusster Hintergrund für bestimmte Denk- und Sichtweisen (Strike & Posner, 1992)<sup>1</sup>. Viele Präkonzepte lassen sich im Bereich der Physik auf eine Erfahrungs-Gestalt eines Ursache-Wirkung-Zusammenhangs reduzieren. Diese wird nach Anderson (1986)<sup>2</sup> bereits in der frühesten Kindheit gebildet und wird bei zunehmender Anwendung weiter verfestigt.

Nach Niedderer und Schecker (1992)<sup>3</sup> sind folgende Eigenschaften von Schülervorstellungen erforscht

1. *Schülervorstellungen sind sehr resistent gegen Veränderungen.*
2. *Bereichsspezifische Untersuchungen zeigen international ähnliche Ergebnisse.*
3. *Es gibt eine begrenzte Anzahl an grundlegenden alternativen Konzepten, die das Schülerverhalten in verschiedenen Situationen hinreichend erklären.*
4. *Schüler aktivieren unterschiedliche Konzepte in Situationen, die für Physiker äquivalent sind.*
5. *Schüler passen ihre Konzepte der jeweiligen Situation an.*
6. *Schüler beobachten und argumentieren kontextabhängig. Das bedeutet, durch Experimente lassen sie sich nur begrenzt überzeugen. (Wodzinski, 1996)*

Präkonzepte haben eine große Stabilität, die nach Hashweh (1986)<sup>4</sup> darin begründet ist, dass sich durch wiederholte Anwendungen unbewusste Automatismen entwickeln. Daher sind Präkonzepte sehr schwer zu überwinden. Hashweh (1986) vertritt auch die Ansicht, dass die Überwindung von Präkonzepten auch dadurch erschwert wird, dass Menschen eher dazu neigen, ihre eigenen Überzeugungen zu bestätigen und nicht deren Negation in Frage stellen.

---

<sup>1</sup> nach Wodzinski (1996)

<sup>2</sup> nach Wodzinski (1996)

<sup>3</sup> nach Wodzinski (1996)

<sup>4</sup> nach Wodzinski (1996)

Weitere Untersuchungen zeigten, dass die Schüler/innen ihre Ergebnisse ihrem Vorwissen angleichen und z. B. in einem Experiment nur das wahrnehmen, was sie sehen wollen. Champagne, Gunstone und Klopfer (1985)<sup>5</sup> zeigten in ihren Untersuchungen zu Fallbewegungen mit unterschiedlich schweren Körpern, dass die Schüler/innen Experimente entwickelten, um zu zeigen, dass die Körper nicht gleich schnell fallen und dass sie auch an der Ungleichheit der Massen zweifelten. Das Ergebnis der genannten Studie war auch dahin gehend erschreckend, dass die Schüler/innen nur ihr Vorwissen aktivierten und kein Lernzuwachs aus der Intervention beobachtet werden konnte.

So zeigt sich auch, dass sich das Antwortverhalten bei unterschiedlichen Problemstellungen ändert. Dies wird offenbar durch äußere Faktoren beeinflusst. Schüler/innen lassen sich viel mehr von äußeren Merkmalen ablenken und beeinflussen, anstatt wie Physiker sich an abstrakten Konzepten zu orientieren. Daher ist also für Schüler/innen ein Experiment nicht gleich ein Beleg für einen bestimmten Zusammenhang sein, sondern für sie muss das Experiment nicht unbedingt etwas mit dem demonstrierten Zusammenhang zu tun haben. Diese Art der Kontextabhängigkeit, folgert dass es Kontexte gibt, die eine physikalische Idee für Schüler/innen liefern kann. Daher ist es besonders wichtig für die Didaktik, immer wieder nach genau solchen Kontexten zu suchen. Davon ausgehend kann man physikalische Konzepte aufbauen.

### **2.1.2 Umgang mit Schülervorstellungen**

Jung (1986)<sup>6</sup> befasst sich intensiv mit den Alltagsvorstellungen und gibt sehr hilfreiche Tipps, wie man unter Berücksichtigung der Schülervorstellungen den Unterricht besser gestalten kann. Bei den Tipps unterscheidet er zwischen indirekten und direkten Hilfen. Zu den indirekten Hilfen zählen unter anderem, dass die Lehrpersonen durch Studieren der Forschungsergebnisse eine andere Einstellung zum Unterricht erhalten. Sie können also den Konflikt zwischen Alltagsvorstellungen der Schüler/innen und den physikalischen Vorstellungen ernst nehmen.

Jung (1981) schreibt zwar, dass viele Lehrpersonen wissen, dass man an das Vorwissen der Schüler/innen anknüpfen soll. Was allerdings dabei in Vergessenheit gerät, ist dass Schüler/innen kurzfristig das Vorwissen verdrängen, also die physikalisch richtige Vorstellung annehmen, allerdings längerfristig wieder auf ihre Alltagsvorstellung zurückgreifen. Das bedeutet, dass man niemals aufhören darf, eine Beziehung zwischen Alltagsvorstellungen und wissenschaftlichem Wissen herzustellen.

Diese Beziehung lässt sich nur dann aufbauen, wenn sich die Lehrperson intensiv mit den auftretenden Alltagsvorstellungen beschäftigt und die Schüler/innen ständig damit konfrontiert. Es muss also über die Vorstellungen der Lernenden gesprochen werden, auch wenn viele Schüler/innen Probleme damit haben, ihre Vorstellungen zu verbalisieren. Jung (1981) meint damit, dass die Lehrperson ständig am Ball bleiben muss, da die einmalige Erklärung oder Widerlegung eines Sachverhalts nicht von jedem/r Schüler/in sofort angenommen und verstanden wird. Geht man mit diesen Einstellungen in den Unterricht, so hat man langfristig Hoffnung auf bessere Erfolge.

Forschungsergebnisse liefern nicht nur indirekte Hilfen für den Unterricht, sondern geben auch direkte Hilfen an. Dazu gibt Jung (1986) ein Beispiel:

---

<sup>5</sup> nach Wodzinski (1996)

<sup>6</sup> nach Müller et al. (2007)

*„Ein verbreitetes Alltagsverständnis von Batterien besteht in der Vorstellung, in ihnen sei Strom gespeichert, der dann verbraucht wird. Will man diese Gefahr einer Fehlvorstellung vermeiden, wird man nicht mit Batterien beginnen, sondern mit Spannungsquellen, die nicht erschöpflich sind, etwa Solarzellen oder mit einem Unipolargenerator oder einem Thermoelement“. (Jung (1986), Alltagsvorstellungen und das Lernen von Physik und Chemie,6)<sup>7</sup>*

Es gibt nun zwei Möglichkeiten mit diesem Beispiel umzugehen. Einerseits kann man die Konfrontationstaktik anwenden, das heißt man beginnt den Elektrizitätsunterricht gerade mit diesem Beispiel, allerdings so, dass sofort auf die Fehlvorstellung (gespeicherter Strom, Verbrauch) hingewiesen wird. Eines muss man sich auch hier wieder bewusst sein: einmal erklärt und für immer verstanden funktioniert leider nicht.

Als zweite Möglichkeit wird die Umdeutungstaktik angeführt. Jung (1986) liefert dazu folgendes Beispiel:

*„Viele Schüler haben die Vorstellung, ein Körper bewege sich aufgrund einer in ihm sitzenden „Kraft“.“ (Jung (1986), Alltagsvorstellungen und das Lernen von Physik und Chemie,6)<sup>8</sup>*

Der Schüler/die Schülerin haben hier bereits ein erstes physikalisch richtiges Konzept. Dieser Begriff wird in der Physik nicht als Kraft bezeichnet, sondern als Impuls. Dabei ist aber zu bedenken, dass es sich hier nicht um Wortbedeutungen handelt, sondern es bedarf einer umfassenden Umstrukturierung.

Auf oben angeführtes Beispiel angewendet erklärt Jung (1981) dies folgendermaßen:

*„So gehört zur Vorstellung einer die Bewegung bewirkenden Kraft, die im bewegten Körper sitzt, sowohl eine Kausalvorstellung, als auch die, daß sich diese Kraft allmählich verbraucht. Beides gehört sicher nicht in den physikalischen Verstehensrahmen für Impuls.“ (Jung (1986), Alltagsvorstellungen und das Lernen von Physik und Chemie,6)<sup>9</sup>*

Das Ziel sollte allerdings nicht zu einer Ausrottung der Alltagsvorstellungen führen, sondern weißt lediglich darauf hin, dass dieser Prozess aus dem Unterricht nicht wegzudenken ist. Dieser Konflikt soll den Kindern dabei helfen, ihre richtige physikalische Vorstellung zu erlangen.

Sieht man nun das Lernen der Schüler/innen als einen selbstgesteuerten, aktiven und konstruktiven Prozess, so ist es die Aufgabe der Lehrperson eine angenehme Lernsituation zu schaffen, bei der ein hohes Maß an Freiräumen und Platz zum Austausch mit anderen gewährleistet wird. Scott, Asoko und Driver (1992)<sup>10</sup> ordnen die Strategien in folgender Weise: Strategien, bei denen ein kognitiver Konflikt und dessen Lösung im Vordergrund steht, und Strategien, bei denen es in erster Linie um den Aufbau und die Entwicklung von physikalischen Konzepten geht (nach Wodzinski(1996), *Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten*)<sup>11</sup>.

Im ersten Fall wird versucht, einen kognitiven Konflikt zu erzeugen. Dies kann einerseits durch das Vorführen eines Versuchs, der ein unerwartetes Phänomen präsentiert, erfolgen oder man stellt mehrere verschiedene, nicht vereinbare Sichtweisen eines Problems einander gegenüber. Dieser Konflikt könnte als Ausgangspunkt für den Unterricht genommen werden. Als Kontrast dazu schlagen

---

<sup>7</sup> nach Müller et al. (2007). S.19

<sup>8</sup> nach Müller et al. (2007). S19

<sup>9</sup> nach Müller et al. (2007). S19

<sup>10</sup> nach Wodzinski (1996)

<sup>11</sup> nach Müller et al. (2007). S.28

Rowell und Dawson (1985)<sup>12</sup> vor, zunächst die physikalischen Konzepte in Grundzügen zu betrachten und erst danach den Präkonzepten gegenüberzustellen. Dieser Annahme wird zugrunde gelegt, dass Präkonzepte nicht einfach verworfen, sondern durch neue Konzepte ersetzt werden. Um dies zu erreichen, empfehlen die Autoren zuerst die Vorstellungen der Schüler/innen niederzuschreiben, um darauf zurückgreifen zu können. Somit kann man später diese Vorstellungen, mit den physikalischen Konzepten konfrontieren.

Die andere Strategie, baut nicht auf diesen Konflikt auf, sondern möchte an die bestehenden Vorstellungen anknüpfen. Hier schlagen Clement und Brown (Clement, 1993, Clement et al., 1989)<sup>13</sup> vor, dass man den Bereich, der sich mit den physikalischen Vorstellungen überschneidet, findet und an diesem anknüpft. Dies wird Brückenstrategie genannt, in dem Sinne, dass Brücken gebaut werden, damit Schüler/innen von ihrer Ankervorstellung wegkommen und zur gewünschten Vorstellung übergeführt werden.

Den verschiedenen Strategien liegen unterschiedliche Zielvorstellungen zugrunde und haben Einfluss darauf, inwiefern die Schülervorstellungen berücksichtigt werden sollen, ob der kognitive Konflikt eine große Bedeutung für den Lernprozess hat und wie das eigentliche Ziel des Unterrichts ist. Einerseits kann man die Schülervorstellungen direkt ansprechen und sie mit den physikalischen Vorstellungen konfrontieren. Somit erreicht man eine Veränderung der Schülervorstellung, wenn man sich der Präkonzepte bewusst wird. Haben sich die Schüler/innen noch nicht intensiv mit dem Phänomen beschäftigt, also nicht bewusst darüber nachgedacht, so kann dies zu keinem Erfolg führen. Das heißt, wird die Fehlvorstellung erzeugt, da die Schüler/innen aufgefordert werden ihre Vorstellungen zu verbalisieren. Unbewusste Fehlvorstellungen sind jene, die über die Sprache vermittelt werden. Hier könnte möglicherweise die Konfrontationsstrategie funktionieren. Die Angst, dass Fehlvorstellungen von Schülern/innen weiter ausgearbeitet werden, sobald sie damit konfrontiert werden, ist durchaus berechtigt. Dies kann die Akzeptanz der physikalischen richtigen Vorstellung durchaus erschweren. Jung(1986)<sup>14</sup> spricht sich gegen eine generelle Konfliktstrategie aus. Der Autor bezweifelt die Sinnhaftigkeit, die Schülervorstellungen zunächst zu erheben, um sie anschließend zu widerlegen. Nicht immer ist es möglich, oder man hat nicht die nötige Zeit, die Schülervorstellungen experimentell zu widerlegen. Auch ohne die Schülervorstellungen explizit im Unterricht anzusprechen, können diese berücksichtigt werden. Der Unterricht kann also so gestaltet werden, dass man eine Aktualisierung der Schülervorstellungen hinauszögert, beziehungsweise ganz vermeidet. Dies kann auf mehreren Ebenen der Unterrichtsgestaltung funktionieren. Hilfreich hierfür helfen neue Unterrichtsmedien und Aufgaben, die sich an Schülervorstellungen orientieren.

Noch einmal auf die Konfliktstrategie zurückzukommen, stellt sich die Frage, wie wichtig der kognitive Konflikt für das Lernen ist. Eine Reihe von Untersuchungen zeigt, dass die Konfliktstrategie nicht in jeder Altersstufe einsetzbar ist. So stellen Champagne, Gunstone und Klopfer (1985)<sup>15</sup> fest, dass ältere Teilnehmer /innen viel mehr davon profitieren, als etwa jüngere. Dies führen sie darauf zurück, dass möglicherweise bei jüngeren Teilnehmern/innen die Fähigkeit zur Selbstreflexion noch

---

<sup>12</sup> nach Wodzinski (1996)

<sup>13</sup> nach Wodzinski (1996)

<sup>14</sup> nach Wodzinski (1996)

<sup>15</sup> nach Wodzinski (1996)

nicht so ausgeprägt ist. Champagne, Gunstone und Klopfer (1985) kommen zum Ergebnis, dass die älteren Schüler/innen, obwohl sie beim Tutoring wahrscheinlich nichts Neues lernen, trotzdem durch die Erkenntnis, dass jüngere Schüler/innen in Teilbereichen mehr wissen als sie selbst, noch zusätzlich motiviert werden. Daraus kann geschlossen werden, dass es nicht nur um die kognitive Auseinandersetzung mit den eigenen Vorstellungen geht. Das Erkennen eines kognitiven Konflikts führt auch nicht unbedingt sofort auf das gewünschte Ziel, das in diesem Fall das Erkennen von physikalischen Konzepten wäre. (Dreyfuß et al., 1990)<sup>16</sup> Nur in Einzelfällen kann man durch die Konfrontation und Diskussion der Schülervorstellungen einen Erfolg erzielen.

In der Physik geht es nicht nur um das Erkennen von Fakten sondern man möchte die Lernenden in komplexe Sichtweisen einführen. Dies kann nur mit sehr viel Hilfe von außen passieren, Schüler/innen werden diese komplexen Sichtweisen bestimmt nicht selbst finden. Kritik findet hier, dass bei der Findung der richtigen Unterrichtsstrategie die Verunsicherung der alten Konzepte gegenüber der Neuen vernachlässigt wird. Die Konfliktstrategie hängt von äußeren Faktoren ab. So finden etwa Schüler/innen, die erfolgreich sind, mehr Gefallen an der Strategie als Schüler/innen, die weniger erfolgreich sind. Diese sind eher verunsichert, und möglicherweise wird ihr negatives Bild gegenüber der Schule dadurch verstärkt. Die Strategie kann also nur dann erfolgreich angewendet werden, wenn das Klassenklima durch gegenseitigen Respekt, Offenheit und Vertrauen erfüllt ist. Ein weiterer Punkt dieser Theorie ist der hohe Zeitfaktor. Man braucht wesentlich mehr Zeit als im traditionellen Unterricht.

Die Ziele der beiden Strategien sehen sehr unterschiedlich aus. Die Konfrontationsstrategie setzt sich das Ziel, dass die Schüler/innen einen wahren Konzeptwechsel erreichen. Also ihre alten Vorstellungen ganz durch die physikalischen Konzepte ersetzen. Wobei die Brückenstrategie nur eine Akzeptanz erreichen möchte. Diese Strategie hat das Ziel, dass Schüler/innen die Sichtweise nachvollziehen können und mit dieser auch argumentieren können, müssen aber dafür, ihre alte Sichtweise nicht unbedingt aufgeben. Solomon (1983)<sup>17</sup> vertritt diese Position, da sich Präkonzepte im Alltag bewähren. Sie fordert daher, dass Schüler/innen in beiden Welten, der Alltagswelt und der wissenschaftlichen Welt argumentieren lernen, diese aber voneinander unterscheiden. Auch Jung vertritt diese Ansicht, dass man den Schülern/innen die physikalische Sichtweise nicht aufdrängt, sondern sie als diejenige ansieht die in der Physik akzeptiert wird. Jung (1986) möchte uns damit sagen, dass man schon zufrieden ist, wenn Schüler/innen die Welt mit der ‚physikalischen Brille‘ betrachten und diese als bewährt erachten.

Der Physikunterricht verfolgt aber auch allgemeinere Ziele. So heißt Physiklernen auch, etwas über diese allgemeineren Ziele zu erfahren. Man möchte also eine neue Einstellung gegenüber dem eigenen Lernprozess gewinnen. Dies sind Ziele auf die sehr oft verwiesen wird, wenn der Unterricht nach der Konfliktstrategie mit dem traditionellen Unterricht verglichen wird. Unbedingt noch zu erwähnen ist, dass es nicht *die* Unterrichtsstrategie gibt, mit der man die Probleme der Schülervorstellungen eliminieren kann. Man muss sehr vorsichtig und differenziert argumentieren.

---

<sup>16</sup> nach Wodzinski (1996)

<sup>17</sup> nach Wodzinski (1996)

### **2.1.3 Kategorien und Arten von Schülervorstellungen**

Niedderer & Schecker (1992)<sup>18</sup> unterscheiden zwei verschiedene Kategorien von Schülervorstellungen, die sie mit „*deep structure*“ und „*current construction*“ charakterisieren. Einerseits können Schüler/innen ihre Vorstellungen aufgrund von Ähnlichkeiten zu anderen bereits vorhandenen Vorstellungen spontan erzeugen. Andererseits können die Vorstellungen aber auch schon tief verankert sein und daher immer wieder zum Vorschein kommen. Gauld (1986)<sup>19</sup> gibt an, dass dadurch eine Differenzierung möglich ist, zwischen dem was Schüler/innen wissen oder verstehen, möglicherweise aber nicht glauben und dem, wovon sie überzeugt sind. So ist es möglich, dass Schüler/innen ein physikalisches Konzept richtig wiedergeben, ohne davon überzeugt zu sein. Um nun diese Bedeutungsvielfalt zu differenzieren, formulieren Dykstra et al. (1992)<sup>20</sup> folgendes:

„ 1. Fehlkonzepte im Sinne von ‚falschen‘ Schülerantworten

2. Fehlkonzepte im Sinne von Vorstellungen über bestimmte Phänomene, die zu ‚falschen‘ Antworten führen

3. grundlegende Überzeugungen, die in verschiedenen Situationen immer wieder zum Tragen kommen.“  
(Wodzinski (1996), Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten)<sup>21</sup>

Diese Präkonzepte oder Schülervorstellungen bilden allerdings nur einen Teil der Lernschwierigkeiten. Daher kann man nun Lernschwierigkeiten unterscheiden in sachbedingte, lehrbedingte und innenbedingte Lernschwierigkeiten. Zu den sachbedingten Lernschwierigkeiten zählen z. B. solche, die sich aus der Komplexität der Inhalte ergeben. Die lernbedingten Lernschwierigkeiten finden ihre Ursache in einer nicht optimalen Elementarisierung. Unter den innenbedingten Lernschwierigkeiten zählen all jene Lernschwierigkeiten, die mit dem kognitiven Apparat zu tun haben. Hier spielen nicht nur die Präkonzepte eine bedeutende Rolle, sondern z. B. auch die Gedächtniskapazität oder das Konzentrationsvermögen. Die entscheidende Frage ist, ob und wie solche Konzepte aufgebaut werden. Der Umgang und das Training mit diesen Konzepten ist dann nur mehr der Feinschliff.

### **2.1.4 Rolle der Schülervorstellungen beim Lernen**

Die Rolle der Schülervorstellungen hat beim Lernen eine Doppelfunktion. Einerseits sind Schülervorstellungen ein notwendiger Anknüpfungspunkt, andererseits stellen sie aber auch Lernhindernisse dar.

„Lernen in der Physik, so zeigt sich in allen Studien, ist vor allem deshalb so schwierig, weil die tief in Alltagserfahrungen verankerten Schülervorstellungen das Verstehen der physikalischen Begriffe und Prinzipien nicht ohne weiteres erlauben.“(Duit, Piko-Brief, 2004, 1)

Unser Gehirn versucht immer eingehende Sinneseindrücke zu interpretieren. Dieses Interpretieren kann nur auf einer Basis bereits vorhandenen Wissens und zugrunde liegender Erfahrungen erfolgen. Somit kann also „Neues“ nur aus der Perspektive des bereits „Vorhandenen“ verstanden werden. Das kann auf eine Menge von Missverständnissen führen. Hierzu formuliert Duit (2004) folgendes:

---

<sup>18</sup> nach Wodzinski (1996).

<sup>19</sup> nach Wodzinski (1996)

<sup>20</sup> nach Wodzinski (1996)

<sup>21</sup> nach Müller et al. (2007), Schülervorstellungen in der Physik, 23

*„ (1) Jede Schülerin, jeder Schüler macht sich ihr bzw. sein eigenes Bild von allem, was im Unterricht präsentiert wird – was die Lehrkraft sagt oder an die Tafel schreibt, was bei einem Experiment zu beobachten ist, was auf einer Zeichnung zu sehen ist, usw.*

*(2) Das Bemühen der Lehrkraft, alles fachlich richtig zu erklären, führt insbesondere am Beginn des Unterrichts über ein neues Thema häufig dazu, dass die Schülerinnen und Schüler etwas aus der Sicht der Physik Falsches lernen. „(Duit, Piko-Brief, 2004, 2)*

Die zweite Formulierung von Duit (2004) spricht genau das Problem an, dass Schülerinnen und Schüler das von der Lehrkraft Erklärte „falsch“ interpretieren. Sie verstehen es dadurch anders als es gemeint war. Um dieses Problem zu lösen, erzwingt man einen Wechsel der Vorstellung. Damit ist gemeint:

*„..., dass die Schülerinnen und Schüler von ihrem Konzept (ihren Schülervorstellungen) zu einem neuen Konzept (der physikalischen Sichtweise) wechseln müssen.“(Duit,Piko-Brief, 2004, 2)*

*„Wenn von Konzeptwechsel die Rede ist, steht in der Regel die Entwicklung der Schülervorstellungen zu den naturwissenschaftlichen Phänomenen, Begriffen und Prinzipien im Mittelpunkt.“ ( Widodo et al. (2005), „Konstruktivistische Lehr-Lern-Sequenzen und die Praxis des Physikunterrichts“, In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 132)*

### **2.1.5 Konstruktivistische Sicht des Lernens**

*„... die Lernenden sich ihr Wissen auf der Grundlage der bereits vorhandenen „Vorstellungen“ selbst konstruieren müssen.“ (Duit, Piko-Brief, 2004, 2)*

Duit (2004) beschreibt hier, dass Schüler/innen sich ihr Wissen selbst aktiv erarbeiten sollen. Dies kann allerdings nur funktionieren, wenn sie einen Wechsel ihrer Vorstellungen durchleben. Sie müssen also auf der Basis ihrer Vorstellungen einen Wandel zu den „physikalischen richtigen“ Vorstellungen durcharbeiten. Somit kann man nicht einfach als Lehrkraft, das Wissen an die Schüler und Schülerinnen weitergeben. Schüler und Schülerinnen müssen also aktiv am Prozess der Wissenskonstruktion beteiligt sein. Insbesondere heißt dies, dass die Lernenden eine aktive Rolle, die eines Konstrukteurs erhalten. Dies, kann allerdings nur Schritt für Schritt erfolgen. Zunächst möchten die Schüler und Schülerinnen ihre Vorstellungen nicht aufgeben, da sie ja bis jetzt mit ihren Vorstellungen gute Erfahrungen gesammelt haben. Man muss also als Lehrkraft eine Situation erzeugen, bei denen die Lernenden unzufrieden sind. Das heißt dass sie mit ihren Vorstellungen nicht mehr weiterkommen. Ist diese Situation geschaffen, kann man versuchen den Lernenden eine alternative Situation anbieten, die ein Schritt in die richtige physikalische Sichtweise bietet. Man versucht also in einer gewissen Art die Schüler und Schülerinnen auf einen neuen Weg zu bringen. Als Lehrkraft möchte man eine Situation erzeugen, dass die Lernenden überzeugt werden ihre Vorstellungen abzulegen und die „neuen“ Vorstellungen anzunehmen. In dieser Situation befindet sich die Lehrkraft in der Position des Überzeugenden. Duit (2004) schreibt:

*„Dabei knüpft man an Vorstellungen an, deren Alltagsverständnis nicht oder möglichst wenig mit dem physikalischen Verständnis kollidiert.“(Duit, Piko-Brief, 2004, 4)*

Das heißt, wir versuchen an Schülervorstellungen anzuknüpfen, diese anschließend umzudeuten und danach die Schüler und Schülerinnen damit zu konfrontieren. Es reicht also nicht nur aus, die Schülervorstellungen umzudeuten, sondern man muss die Lernenden auch damit konfrontieren. Den Schülern und Schülerinnen muss klar werden, dass sie mit ihren Vorstellungen nicht weiterkommen.

Als Unterrichtschema gibt Duit (2004) folgendes an:

- „- Vertraut machen mit den Phänomenen
- Bewusstmachen der Schülervorstellungen
- Einführung in die physikalische Sichtweise
- Anwendung der neuen Sichtweise
- Rückblick auf den Lernprozess“ (Duit, Piko-Brief, 2004, 4)

Weiter schreibt Duit (2004), dass es ein Erfolgsrezept für guten Unterricht nicht gibt. Man kann allerdings kurz zusammenfassen:

- „- Die Schülervorstellungen ernst nehmen, sie ausdrücklich bei der Unterrichtsplanung berücksichtigen, sie im Unterricht ggf. zur Sprache bringen.
- Die Themen des Unterrichts in sinnstiftende Kontexte einbetten, damit sie den Schülerinnen und Schülern als lernenswert erscheinen.
- Nicht allein Lernangebote machen, sondern diese nachhaltig unterstützen. Freiräume für eigenständiges Erarbeiten des eigenen Wissens schaffen.“ (Duit, Piko-Brief, 2004, 5)

Um eine konstruktivistisch orientierte Lernumgebung zu schaffen, müssen zwei Aspekte besonders beachtet werden. Einerseits die Position zur „Natur“ der Erkenntnis und Erkenntnisgewinnung und andererseits die Anwendung konstruktivistischer Sichtweisen in Lehr- Lern-Situationen. Widodo et al. (2004) geben dafür fünf Kategorien an:

- (A) Konstruktion des Wissens ermöglichen
- (B) Relevanz und Bedeutung der Lernerfahrung
- (C) Soziale Interaktionen
- (D) Unterstützung der Schüler beim eigenständigen Lernen
- (E) Wissenschaft, Wissenschaftler und wissenschaftliches Wissen

Die Autoren gehen davon aus, dass Schüler/innen mit gewissen Alltagsvorstellungen in den Unterricht kommen, an die angeknüpft werden soll, damit sie ihr Wissen konstruieren können. Die nächste Kategorie B basiert auf der Annahme, dass das Konstruieren von Wissen auch in einen sozialen und materialen Kontext eingebettet ist. (Phillips ,2000,<sup>22</sup>) In dieser Kategorie werden die geeigneten Materialien ausgewählt. Die soziale Interaktion (vgl. C) erfasst, in welchem Maße Schüler/innen mit anderen Schülern/innen, sowie mit der Lehrperson, in soziale Organisationsformen treten. Die Idee dieser Kategorie ist, dass Gelegenheit zur Diskussion geboten wird. Kategorie D geht davon aus, dass Schüler/innen für ihr eigenes Lernen selbst verantwortlich sind (Driver, 1989; Watts, 1994). Es wird also erfasst, inwieweit den Lernenden die Verantwortung für ihr Lernen gegeben wird und wie gut sie dabei gefördert werden. Die letzte Kategorie geht davon aus, dass das wissenschaftliche Wissen vom Menschen konstruiert wird. Dabei wird erfasst, in welchem Rahmen der naturwissenschaftliche Unterricht den Schüler/innen diese Möglichkeiten bietet, ihr Wissen ständig selbst weiter zu entwickeln.

Die dazu durchgeführte Studie hat gezeigt, dass die Schüler/innen von ihren Lehrpersonen nur in sehr eingeschränktem Maße konstruktivistisch orientiert unterrichtet werden. In den Interviews mit den Lehrkräften wurde deutlich, dass diese noch der Meinung sind, Wissen wird von der Lehrperson an die Lernenden weitergegeben und damit selbst noch wenig über die konstruktivistische Sichtweise des Lernens informiert sind.

---

<sup>22</sup> nach Widodo et al. (2004)

## 2.2 Schülervorstellungen zu Licht und Schatten

### 2.2.1 Licht und Sehen

In einer schriftlichen Befragung, unterstützt von Jung, Wiesner und Blumör (1986, 1988), wurden die Assoziationen zu Reizwörtern wie ‚Licht‘, ‚Strahlung‘ und ‚Helligkeit‘ untersucht. Dabei ergab sich zusammenfassend Folgendes: Zu den Reizwörtern ‚Licht‘ und ‚Helligkeit‘ wurden sehr selten theoretische Begriffe wie ‚Strahlung‘ assoziiert, hingegen zu dem Reizwort ‚Strahlung‘ kamen sehr häufig Assoziationen im Umfeld Licht.

Blumör (1993) beschäftigt sich mit Fragen zur Ausbreitung des Lichts. Dabei stellt er sich unter anderem die Frage, ob Grundschüler/innen eine Strömungsvorstellung besitzen, nach der Licht etwas von der Lichtquelle Wegströmendes ist. Folgende Untersuchungen von Wiesner und Claus (1985b) sowie Jung, Wiesner und Blumör (1986, 1988) widmen sich diesen Fragen. Hierbei ergibt sich eine geeignete Problemstellung, die sich in unterschiedlichen Kontexten als besonders gut erweist:

*„Taschenlampen-Aufgabe: Was tut sich beim Einschalten einer Taschenlampe, die auf eine Wand gerichtet ist?“ (Blumör, 1993, 45)*

*"Hügel-Aufgabe: Ein Junge steht mit der Taschenlampe auf einem Hügel. Auf einem weit entfernten Hügel steht ein Mädchen. Es ist finstere Nacht. Der Junge kann das Mädchen nicht sehen. Was tut sich, wenn der Junge die Taschenlampe einschaltet?" (Blumör, 1993, 46)*

Bei der oben angeführten Studie wurden einerseits Interviews geführt und andererseits gab es eine schriftliche Befragung. Es stellte sich heraus, dass die Strömungsvorstellung am wenigsten vertreten ist. Allerdings auffällig bei der Hügel-Aufgabe ist, dass 67% antworten, dass Licht Zeit braucht. Allerdings liegt das Hauptantwortverhalten darin, dass Inge das Licht nicht sehen kann, da die Taschenlampe eine zu geringe Reichweite hat. Auch begründen die Kinder ihre Antworten damit, dass ‚es dunkel ist‘ und die ‚Entfernung zu groß‘ ist.

Blumör (1993) fasst nun die Ergebnisse wie folgt zusammen:

*„Fast ein Viertel der Befragten in Interviews und fast ein Drittel in schriftlichen Befragten gehen bei Beantwortung der Fragen zum ‚Hügel‘-Problem nicht von einer Vorstellung aus, nach der von einer Lichtquelle, die gesehen wird und schon gar nicht von einer Person, die man sieht, Licht zum Betrachter kommen muß. Für diese Schüler reicht es für das Sehen von Gegenständen aus, daß sie hell sind (Taschenlampe) oder im Hellen stehen (Junge).“ (Blumör, 1993, 51)*

Folgende naive Konzepte kann man zum Sehen und Licht bei folgenden Befragungen beobachten: Licht wird mit Lichtquellen (Kerze, Sonne, Taschenlampe, ...) und Helligkeit (Lichtfleck, ...) gleichgesetzt. Zum Sehvorgang kann man folgendes Konzept entdecken: Man braucht einen Beobachter, der seine Augen auf Licht richtet und diese offen hält. Dann kann dieser Licht sehen. Schüler/innen glauben, dass Licht auf mit Licht beleuchteten Gegenständen liegt, somit können diese gesehen werden. Sie selbst können andere Gegenstände nicht beleuchten. Das heißt, die Schüler/innen haften diesen Zustand des Beleuchtens an den Gegenstand an. Daraus erklärt Blumör (1993) nun Folgendes:

- i. Es muss keine Zeit zwischen dem Einschalten und dem Beleuchten vergehen.
- ii. Helle Gegenstände (z.B.: weiße Wand) können auch ohne Licht gesehen werden.
- iii. Ein weit entfernter Betrachter kann Licht sehen, obwohl es gar nicht bis zu ihm kommt.
- iv. Licht ist nur solange vorhanden, solange es eingeschalten ist (z.B.: Taschenlampe ist eingeschaltet), danach verschwindet es.
- v. Licht ist rund um die Lichtquelle, so eine Art Aura oder Schein, der gesehen werden kann.

Guesne (1986) hat eine Studie durchgeführt, bei der Kinder im Alter von 10-11 und 13-14 mit der Frage: „Wo ist das Licht?“ konfrontiert wurden. Dabei kamen unter anderem folgende Antworten: Auf der Decke oder in der Glühbirne. Diese Antworten deuten darauf hin, dass die Kinder Licht mit der Lichtquelle gleichsetzen. Andere wiederum setzen Licht mit ihren Ursachen gleich, also weil die Sonne scheint oder sie sehen das Licht als etwas statisches an, etwa mit der Helligkeit gleichzusetzen. Kinder im Alter von 10-11 Jahren setzen Licht mit der Lichtquelle gleich, wohingegen Kinder im Alter von 13-14 Jahren diese Vorstellungen bei vielen nicht mehr existieren, aber man kann auch hier noch einige Kinder finden, die Licht mit ihrer Quelle oder ihren Ursachen gleichsetzen. Guesne (1986) hat sich auch besonders intensiv mit der Sehvorstellung befasst.

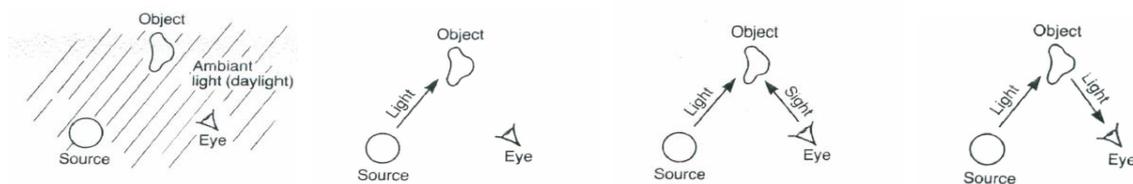


Abbildung 1: Unterschiedliche Sehvorstellungen (nach Guesne, 1986)

Nach Guesne (1986) zeigt Abbildung 1. die unterschiedlichen Sehvorstellungen. Zuerst stellen sich die Kinder eine Art Lichtsee vor. Dabei besteht weder eine Verbindung von der Lichtquelle zum Objekt, noch eine Verbindung vom Objekt zur Lichtquelle. Im nächsten Schritt gelingt es den Kindern schon eine Verbindung zwischen der Lichtquelle und dem Objekt zu erkennen. Das Auge spielt hier aber weiterhin keine Rolle. Erst in einem weiteren Schritt bringen die Kinder bringen auch das Auge mit dem Sehen in Verbindung. Allerdings gehen die Kinder dabei von einem aktiven Auge aus. Also das Licht scheint auf das Objekt und ich schaue drauf, daher kann ich es sehen. Und schlussendlich die physikalisch richtige Vorstellung, das Licht scheint auf das Objekt, wird dort gestreut und ein ausgezeichneter Strahl gelangt in mein Auge.

### 2.2.1.1 Sender-Empfänger-Vorstellung

Im Folgenden werden grundsätzlich zwei Arten von Lichtquellen unterschieden. Zuerst wird die Sender-Empfänger-Vorstellung bei selbstleuchtenden Körpern (Lichtquellen) besprochen.

*„Die Lampe, die Sonne, die Kerze,... strahlen Licht nach allen Seiten ab. Wenn ein Teil davon in das Auge oder in das Augenmodell fällt, entsteht auf der „Netzhaut“ ein Abbild des Gegenstandes, der das Licht abstrahlt.“* (Wiesner et al., 1995, 16)

Dann werden die nicht selbstleuchtenden Körper behandelt. Wir wissen bereits, dass Licht von den selbstleuchtenden Körpern abgestrahlt wird. Nun stellt sich noch die Frage: Wie funktioniert das mit nicht selbstleuchtenden Körpern? Unbedingt notwendig für die Erklärung, dass wir auch nicht selbstleuchtende Körper sehen können, ist eine Lichtquelle. Das heißt wir brauchen also die Unterstützung von selbstleuchtenden Körpern. Dieses Licht trifft auf nicht selbstleuchtenden Körper und wird dort in alle Richtungen gestreut (vgl. Abbildung 2).

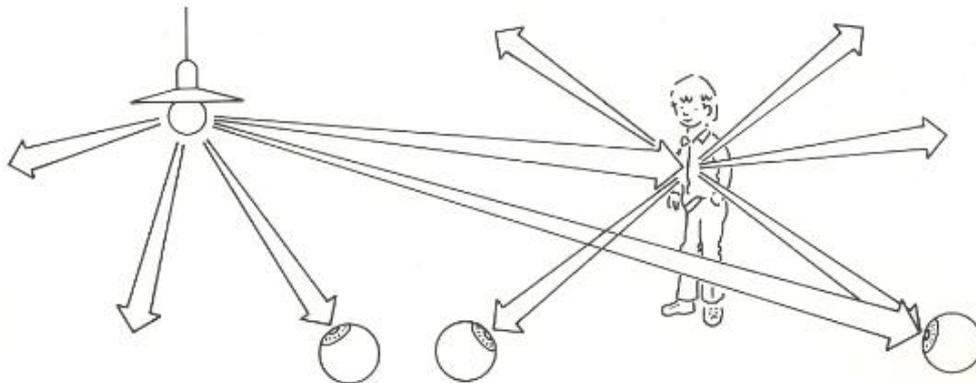


Abbildung 2: Sende-Empfänger-Vorstellung nicht selbstleuchtender Gegenstände

Zusammenfassend kann man also sagen:

*„Wenn das Licht der Sonne, einer Lampe o.ä. auf einen Körper fällt, dann strahlt auch dieser Licht ab, d.h., er wird zu einem Zwischensender von Licht.“* (Wiesner et al., 1995, 17)

Dabei ist besonders zu beachten, dass der nicht selbstleuchtende Körper ein sogenannter Zwischensender (also auch ein Sender von Licht) ist. Hier wird das Licht von nicht selbstleuchtenden Körpern abgelenkt (vgl. Abbildung 2). Dieses Ablenken nennen wir in der Physik Streuung von Licht. Das heißt auch ein Buch, das mit Licht beleuchtet wird, sendet wieder Licht in alle Richtungen aus. Fällt nun Licht vom Buch in unser Auge, so können wir es wahrnehmen, also sehen.

### 2.2.1.2 Strömungsvorstellung von Licht

Schüler/innen haben Probleme, Licht als eine kontinuierliche Strömung anzusehen. Viele dieser Kinder glauben, dass sich das Licht nur kurz, während des Betätigens des Lichtschalters, bewegt, danach ruht es. Das heißt Schüler/innen sehen Licht als etwas Statisches. Wiesner et al. (1995) erläutern mögliche Schritte, wie man sehr schnell zum gewünschten Konzeptwechsel gelangt. Hierfür wird das Beispiel eines Lichtblitzes zu Hilfe genommen. Bei einem Lichtblitz bewegt sich das Licht von

der Lichtquelle durch den Raum. Dies ist auch sehr einleuchtend für Schüler/innen. Darauf aufbauend wird nun die kontinuierliche Ausbreitung von Licht vertieft und weitergeführt. Um nun dieses Argument zu unterstreichen, kann man folgende zwei Argumente zu Hilfe nehmen: Einerseits kann der Vorgang nur dann kontinuierlich sein, wenn irgendetwas verbraucht wird und andererseits wird dieser kontinuierliche Vorgang nur dann aufrecht erhalten, wenn ständig Licht nachgeliefert wird.

Als Beispiele für einen Verbrauch werden hier unter anderem die Kerzenflamme oder Holzfeuer angeführt. Um die ständige Nachlieferung von Licht zu verdeutlichen, betrachtet man ein Solarmobil, das ohne ständigen Nachschub von Licht keine Bewegung erfährt. Das heißt das Solarmobil bewegt sich nur solange, solange es mit Licht angestrahlt wird.

Wir wissen nun also, dass Licht konstant strömt, was kann man nun aber über die Ausbreitungsrichtung sagen?

Einer der wohl zentralen Sätze im Projektdurchlauf war: **Licht breitet sich geradlinig aus.**

Anhand unterschiedlicher Versuche, kann man dies sehr schnell nachprüfen. Besonders gut sieht man dies auch am Beispiel des Schattens, da diese immer in einer Linie mit Lichtquelle und Objekt liegt.

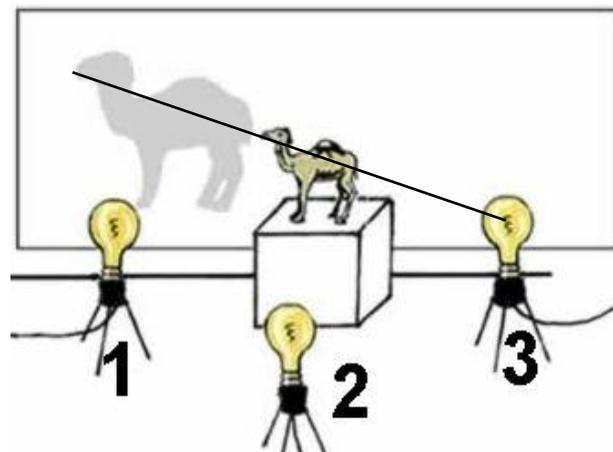


Abbildung 3: Geradlinige Lichtausbreitung

*„Das von einer Lichtquelle abgestrahlte Licht breitet sich geradlinig aus. Der Lichtweg ist umkehrbar.“*  
(Wiesner et al., 1995, 21)

Die geradlinige Ausbreitung von Licht zeigt uns Abbildung 3 sehr schön. Man kann hier von jedem Randpunkt des Schattens eine Gerade zur Lichtquelle ziehen. Dies wirft uns gleich die nächste Frage auf.

### **2.2.2 Licht und Schatten**

Bereits Blumör (1993) vermutet, dass die Alltagsredeweisen wie, ‚Das ist mein Schatten‘ oder ‚Gegenstände haben einen Schatten‘, auf Probleme hindeuten könnten. Diese Redewendungen könnten darauf schließen lassen, dass der Schatten eine Art Besitz ist, das würde heißen, dass der Schatten zum Gegenstand gehört. Diese Vorstellung möchte ich an einer späteren Stelle noch einmal

näher erläutern. Der Zusammenhang zwischen Licht, Gegenstand und Schatten ist für ein Vor- und Volksschulkind nicht selbstverständlich. Einleuchtender hingegen ist es, eine Beziehung zwischen der Bewegung des Objekts mit der Bewegung des Schattens herzustellen. Damit hat sich Piaget (1926/1970)<sup>23</sup> insbesondere beschäftigt und Verständnisse zu Schattenphänomenen erhoben. In dieser Untersuchung, erhob Piaget (1926/1970)<sup>24</sup> die Vorstellungen von 5-9 jährigen Schülern/innen. Dabei wurden diese in der über die Entstehung, Orientierung und Permanenz des Schattens befragt. Die Antworten konnte Piaget in vier entwicklungsbedingte Stufen einordnen:

(1) Schatten als Substanz: (Durchschnittsalter 5)

Das Objekt ‚dünstet‘ den Schatten aus, oder wird von der Nacht bzw. Dunkelheit erzeugt. Die richtige Position des Schattens konnten die Kinder nicht vorhersagen.

(2) Die erste Stufe wird weiterentwickelt, die Kinder halten an der Substanz fest, allerdings wird der Schatten hier nicht mehr von der Nacht erzeugt, sondern strömt nur aus dem Körper. Die Vorhersage über die Position bereitet noch Schwierigkeiten. (Durchschnittsalter 6-7)

(3) Auf dieser Stufe ist bereits eine Angabe über die Schattenorientierung möglich, die Substanz bleibt allerdings unverändert. (Durchschnittsalter 8)

(4) Hier erreichen die Kinder bereits die physikalische richtige Erklärung. Dass in der Nacht ein Schatten zu sehen ist, wird gänzlich ausgeschlossen. (Durchschnittsalter 9)

Piaget (1955) und Inhelder (1977)<sup>25</sup> greifen das Thema noch einmal auf und rücken die Schattenprojektion auf einer Leinwand in den Vordergrund. Die Kinder sollen hier mit ungleich großen, kreisrunden Scheiben gleich große Schatten erzeugen. Kinder im Alter von 7-8 Jahren haben damit Probleme. Für sie verändert sich die Schattengröße nicht durch den unterschiedlichen Abstand sondern lediglich durch die Scheibengröße. Bereits im Alter von 9-10 Jahren können die Schüler/innen eine Tendenz zur Beziehung zwischen Abstand Scheibe-Leinwand und Schattengröße erkennen. Dabei beschreiben Piaget (1955) und Inhelder (1977), dass dies auf ein anderes Verständnis von Licht hinführen könnte. Die Kinder haben hier ein Verständnis im Sinne von auseinanderstrebenden Strahlen. Im Alter von 11 Jahren gelingt es den Kindern die physikalisch richtige Erklärung abzuliefern. Sie können also die richtige Beziehung zwischen Abstand Scheibe-Leinwand und Schattengröße erkennen und berechnen.

Bei den naiven Konzepten müssen zwei Fälle unterschieden werden:

(1) Licht ist nicht notwendig für die Existenz eines Schattens

- Objekte besitzen einen Schatten
- Selbst in Nacht hat man einen Schatten, dieser verbleibt in der Nähe und ist unsichtbar
- Schatten kommt aus dem Gegenstand heraus. Strömungsbegriff ist hier nicht vorhanden
- Andere Faktoren sind für die Schattenentstehung verantwortlich, z.B.: magische

---

<sup>23</sup> in Blumör, 62

<sup>24</sup> in Blumör, 62

<sup>25</sup> in Blumör, 63

## (2) Licht ist notwendig für die Existenz eines Schattens

- Ist es hell, so werfen Objekte einen Schatten. Man braucht Licht für die Existenz eines Schattens.
- Schatten ist dem Gegenstand ähnlich, quasi ein Abbild
- Der Schatten ist in der Nähe des Objekts lokalisiert, er haftet allerdings nicht am Objekt (nicht nur die Projektion an der Leinwand)
- Der Schatten verschwindet in der Dunkelheit. (Er ist nur dort, wo viel Helligkeit ist)
- Schatten können von Schatten anderer Gegenstände ‚versteckt‘ werden.

Guesne (1985) fragt 13-14 Jährige: „ Erklär mir was ist ein Schatten und wie er zustande kommt?“

Einige Antworten deuteten darauf hin, dass Kinder den Schatten mit der Form des Gegenstands gleichsetzen und die Lichtquelle nicht miteinbeziehen. Wie kommt es nun aber zu einem Schatten? Aus physikalischer Sicht ist Schatten das Fehlen von Licht. Diese Erkenntnis ist für Schüler/innen im ersten Moment aber meist nicht so klar. Die Existenz eines Schattens wird nicht angezweifelt, allerdings sehen die Schüler/innen den Schatten als etwas Vorhandenes an. Dass ein Schatten das Fehlen von Licht ist, lässt sich nicht sofort aus der Wahrnehmung schließen.

Schüler/innen haben nicht nur Probleme mit der Schattenentstehung, sondern es fällt ihnen auch besonders schwer, den Schatten im Sinne der Projektion an der Wand vom Schattenraum, der ja sofort hinter dem Gegenstand anfängt, zu unterscheiden. Durch dieses Konzept gelangen daher die Schüler/innen häufig zu der Vorstellung, dass der Schatten am Objekt „klebt“. Betrachtet man den Schatten in der Horizontalen ist diese Vorstellung korrekt. Der Schatten beginnt am Objekt. Stellt man nun aber eine Wand auf und betrachtet den Schatten in der vertikalen Ebene, schließt der Schatten nicht direkt an das Objekt an. Das Objekt und sein Schatten scheinen nun voneinander ‚unabhängig‘ zu sein. Völlig unabhängig ist der Schatten natürlich vom Objekt nicht; die Verbindung zwischen Objekt und Schatten bezeichnen wir als Schattenraum. Dieser ist immer mit dem Objekt verbunden. Besonders wichtig ist es, dass man hier die Begriffe scharf trennt. Ansonsten vermischen die Schüler/innen diese Begriffe und erkennen auch keinen markanten Unterschied zwischen den beiden Begriffen.

### **2.2.3 Schülervorstellungen in der Optik aus der Sicht von Jung**

Nicht nur Blumör (1993), sondern auch Jung(1981) beschäftigt sich mit Schülervorstellungen in der Optik. Sein Untersuchungsansatz handelt von mehreren Problemen. Den Anfang findet die *Feststellungsanalyse*, bei dieser sollen die Vorstellungen erhoben werden. Mögliche Fragen wären hier: Was ist mit Sehen gemeint? In welchem Rahmen wird es verstanden? Mit dieser Form möchte also Jung (1981) einen Rahmen über die Schülervorstellungen aufstellen, mit dem die Lehrperson im Unterricht rechnen muss. Im nächsten Schritt wendet Jung die *Kausalanalyse* an. Hier wird versucht die Entstehung der Vorstellungen aufzuklären. Und letztlich die Funktionsanalyse, bei der gezeigt werden soll, welche Rolle Schülervorstellungen beim Verstehen spielen und wie man in den Verhaltensprozess gezielt eingreifen kann. Um nun die Untersuchung erfolgreich durchführen zu können, braucht man eine Vielzahl an Zugängen, da es nicht einfach ist, in die Köpfe der

Schüler/innen hineinzusehen. Des Weiteren muss man zwischen Schüleräußerungen und ihren zugrunde liegenden Vorstellungen gut unterscheiden. Jüngere Kinder etwa haben große Probleme sich auszudrücken und äußern dies auch häufig. Meist antworten sie in Interviewsituation auch anders, als in gewöhnlichen Lernsituationen. Um dies so gut wie möglich zu umgehen, verwendet Jung eine Vielzahl an Zugängen und besondere Vorsicht in der anschließenden Interpretation. Einige Beispiele der verwendeten Methoden sind: Freie oder gebundene Assoziationen, Interviews oder lautes Denken; ...

Jung (1981) erläutert anhand von drei Vorstellungen die unterschiedlichen Rahmen, in denen nicht einfach nur Wörter, sondern Erscheinungen unterschiedliche Bedeutungen haben.

### **A Sehen**

Sehen ist im Rahmen des Alltagsverständnisses eine Wahrnehmung von Körpern mit farbigen Oberflächen. Es hat also den Charakter der Feststellung. Dieser Rahmen tritt dann in Kraft, wenn man etwa einen Zeugen fragt, was er gesehen hat. Im Gegensatz dazu steht, der elementare Optikunterricht. Hier ist das Sehen eine Abbildung räumlicher Objekte durch Lichtstrahlung, die in mein Auge fällt und dort in verschiedenen Zentren verarbeitet werden. Als Beispiel dafür, ob Schüler/innen Erfahrungen und andere Informationen im physikalischen Rahmen auffassen, zeigt die Pilot-Untersuchung von Stephan (1978)<sup>26</sup> zu der Erklärung des virtuellen Bildes. Untersucht wurden zwei 7. Hauptschulklassen, die im vorangegangenen Unterricht die Entstehung des Spiegelbildes und die optische Hebung behandelt hatten. Die weiterführenden Fragen, waren nun:

*„In welchem Rahmen deuten diese Schüler nun neue Erfahrungen mit virtuellen Bildern?“ (Stephan (1978))<sup>27</sup>*

Um diese Frage zu beantworten wurden die Schüler/innen beauftragt, eine weit entfernte Lampe, durch einen Doppelspalt zu betrachten und in diesem Kontext noch einmal das virtuelle Bild in Erinnerung zu rufen. Jung (1981) beschränkt sich in der näheren Betrachtung nun auf die Ergebnisse der zweiten Gruppe, da hier von jedem Schüler/jeder Schülerin noch Befragungen zu ihren schriftlichen Äußerungen vorliegen. Die Ergebnisse zeigten, dass 17 der 28 Schüler/innen etwas „sahen“, dass sie als seitliche Strahlen bezeichneten. Diese beschrieben sie, als seitlich abgestrahlte Strahlen von der Lichtquelle. Aus den Interviews zeigt sich, dass diesen Schüler/innen nicht bewusst ist, dass das Licht nicht von der Lampe direkt kommen kann. Dadurch verschiebt sich der Erklärungsrahmen von der physikalischen in die unwissenschaftliche Sichtweise. Somit wird auch das Sehen im Sinne der Alltagsvorstellung gesehen. Es wundert daher auch nicht, dass im physikalischen Sinne keine Erklärungen stattfinden. Diese Ergebnisse zeigten sich für die gesamte Gruppe, mit zwei Ausnahmen. Einem Schüler gelang es den Weg der Lichtstrahlen und die rückwärtige Verlängerung richtig darzustellen. Dieses bestätigt sich auch im Interview, dort tritt allerdings etwas anderes, überraschendes auf. Auch dieser Schüler sieht die seitliche Ablenkung des Lichts. Somit stehen hier die beiden Rahmenvorstellungen weiterhin unverbunden nebeneinander. Diesem Schüler ist es also nicht gelungen, sein Alltagswissen durch Physiklernen umzustrukturieren. Ein weiterer Schüler,

---

<sup>26</sup> nach Jung (1981)

<sup>27</sup> in Jung (1981), „Erhebungen zu Schülervorstellungen in Optik“, In: Physica didactica, 140

unterschied sich zwar in der schriftlichen Befragung nicht durch die anderen, konnte aber dann im Interview, eine richtige Antwort liefern. Das Bemerkenswerte bei diesem Schüler war, dass er auch nicht in die Vorstellung der seitlichen Abstrahlung von Licht verfallen ist. Dies zeigt also, dass die Schüler/innen unterschiedlich weit mit ihrer Gedankenarbeit sind. Das bedeutet, der Schüler kam während des Interviews auf die physikalische richtige Vorstellung. Es gelang ihm also, durch die Beschäftigung mit Physik sein Alltagswissen aufzulockern, (Skekely (o.c.)<sup>28</sup> beziehungsweise ist dies die Vermutung, die uns die allgemeine psychologische Theorie nahelegt.

Im Anschluss daran hat Jung (1981) eine Reihe von klinischen Interviews durchgeführt. Dabei fiel sehr stark auf, dass eine intensive Phase fehlt, bei der die Alltagsvorstellungen aufgelockert werden und man Beziehungen zwischen den beiden Rahmen diskutiert und erfahrbar macht. In dieser Phase soll also verdeutlicht werden, in welchem Zusammenhang der Eine oder Andere sinnvoll ist. Durch das Fehlen dieser Phase, lässt sich die Vermutung formulieren, dass der Unterricht das Ziel nicht erreicht, die Welt anders zu betrachten.

### **B Licht, Farbe und Dunkelheit**

Jung (1981) greift zunächst auf die Vorstellung der Farben von Aristoteles zurück, dieser beschreibt den Zusammenhang in etwa so:

*„Was man sieht, sind die Farben auf den Oberflächen; sie reichen von schwarz bis weiß, Licht bedeutet nicht irgendeine Strahlung oder etwas Körperliches, sondern Helligkeit im Sinne der Sichtbarkeit oder Erkennbarkeit. Lichtmachen bedeutet, die latente Farben zu wirklichen Farben machen. Dies geschieht, indem bestimmt Körper, wie die Sonne, oder Feuer u. ä. m. anwesend sind.“ (Jung (1981), „Erhebungen zu Schülervorstellungen in Optik“<sup>29</sup>)*

Jung (1981) erwähnt dies aus diesem Grund, da Schüler/innen ähnliche Äußerungen zur Erklärung heranziehen. Sie sprechen auch von dem hereinlassen der Sonne u. ä. m. , damit der Versuch etwa funktioniert. Es lassen sich Unterschiede zwischen Helligkeit und Dunkelheit, oder Erscheinungen beim Beleuchten vom Spiegel erklären. Dies ist die Grundlage mehr über das Verständnis von Licht, Farben und Dunkelheit herauszufinden. Für jemanden, der diese Fragen nicht im Rahmen des physikalischen versteht, sind solche Fragen sinnlos oder im Sinn der Alltagsrahmen verstanden und beantwortet. Daraus schließt Jung (1981) nun einen didaktischen Aspekt:

*„Das Lernen von Physik bedeutet u.U. nicht einfach eine Vermehrung von Wissens-elementen oder ihre Umordnung. Es kann völlig neue Dimensionen des Verständnisses eröffnen: Fragen werden als sinnvoll angesehen, die es zuvor nicht waren; Antworten werden möglich, die zuvor völlig außerhalb des Horizonts möglicher Antworten lagen.“ (Jung (1981), „Erhebungen zu Schülervorstellungen in Optik“<sup>30</sup>)*

Als Beispiel liefert Jung (1981) eine Interviewpassage, die von einem Mädchen aus der 8. Klasse Gymnasium stammt. Dabei wurde nach einer Erklärung gefragt, warum man eine Lampe vom einem Fenster aus sehen kann und vom anderen Fenster aus nicht. Ihre Erklärung dazu war, dass das eine Fenster über der Mauer ist und das andere darunter. Das Mädchen hat also hier das Problem auf Lampe, Mauer und Fenster reduziert und dabei eine Seh-Episode, wenn man sich unter den unteren

---

<sup>28</sup> nach Jung (1981)

<sup>29</sup> in: *Physica didactica* 8, 142

<sup>30</sup> in: *Physica didactica* 8, 142

Fensterrand duckt, kann man nichts mehr sehen, übersehen. Die Interviewpassage die Jung (1981) beschreibt, handelt im Speziellen vom Sehvorgang. Das Mädchen wird hier gefragt, wie es den Aschenbecher sieht und was passiert wenn es dunkel ist, ob sie dann auch den Aschenbecher sehen kann. Da sie darauf nichts erwidert, macht der Lehrer einen möglichen Vorschlag, das ja Licht vom Aschenbecher in das Auge fallen muss. Daraufhin rebelliert die Schülerin und äußert sich in dieser Art:

*„Das glaub‘ ich nicht! Das (der Aschenbecher) ist ja keine Lampe! Da ist ja die Birne (Im Raum ist eine Lampe an), durch die geht Strom. Das haben Gegenstände ja nicht!“ (Jung (1981), „Erhebungen zu Schülervorstellungen in Optik“<sup>31</sup>)*

Während des gesamten Interviews, gibt es kein Anzeichen dafür, dass die Schülerin versteht, dass die Lichtstrahlen des Gegenstandes in das Auge fallen müssen. Sie kann sich zwar an die Reflexion erinnern, fällt aber auch da in die Alltagsvorstellung zurück.

Die nächste Interviewaufgabe ist die Dunkelkammeraufgabe:

*„In einem völlig abgedunkelten, staubfreien Zimmer mit völlig schwarzen Wänden etc. fällt ein schmaler Lichtstrahl mitten auf einen Spiegel. Ein Betrachter steht dem Spiegel genau gegenüber. Kann er sehen, daß an der Wand gegenüber ein Spiegel hängt? Was sieht er?“ (Jung (1981), „Erhebungen zu Schülervorstellungen in Optik“<sup>32</sup>)*

Das Mädchen erklärt hier, dass der Beobachter den Spiegel sieht, wenn ein Lichtstrahl auf den Spiegel trifft. Jung (1981) kommt an dieser Stelle noch einmal auf das Beispiel mit dem Taschenrechner zurück, ihr Argument hingegen ist, dass dieser ja kein Licht reflektiert. Dies geschieht auch bei anderen Beispielen, wie etwa bei einem weißem Blatt Papier. Er lässt sich nun erklären warum sie dann das weiße Blatt sieht. Die Antwort fällt auf die Farbe, daraufhin schließt Jung (1981), dass dieses Mädchen eine aristotelische Auffassung von Licht besitzt. Dies bestätigt sich auch im Laufe seiner Studie.

Als weiteres Beispiel führt Jung (1981) nun einen Interviewausschnitt mit einem Jungen aus der 6. Klasse. Dieser hatte noch keinen vorangegangenen Optikerunterricht. Die beiden unterhalten sich darüber, dass „richtiges Schwarz“ Licht verschluckt. Darüber ist der Schüler sehr erstaunt. Er glaubt es nicht wirklich und ist verunsichert. Laut seinen Äußerungen kann er im Dunkeln auch noch alles erkennen. Auf die Frage nach dem Unterschied zwischen einer hellen und einer dunklen Wand, lacht er und antwortet mit der die eine ist heller und die andere dunkler. Jung (1981) fordert ihn erneut heraus und fragt was passiert, wenn er im Dunkeln mit einer Taschenlampe gegen die beiden Wände leuchtete. Der Schüler erlebt daraufhin ein Aha-Erlebnis. Jung (1981) weist auf zwei Aspekte hin:

a) Man kann den Intentionen des Interviewers erst dann folgen, wenn man versteht, was physikalisches Schwarz bedeutet. Hat man dieses Verständnis noch nicht, so kann man nur aufgrund seiner Erfahrung antworten.

b) Das Aha-Erlebnis des Jungen ist deshalb besonders wichtig, da Jung (1981) glaubt, dass richtige Physiker dieses nicht mehr nachvollziehen können. Der Schüler beschreibt also, was passiert wenn er

---

<sup>31</sup> in: *Physica didactica* 8, 145

<sup>32</sup> in: *Physica didactica* 8, 145

eine helle (weiße) Wand anleuchtet, nämlich das sie strahlend weiß aussieht und die dunkle (Schwarze) Wand, die einfach schwarz bleibt. Er erfindet hier zwei Arten, einerseits das Dunkle, das die Wirklichkeit von hell und dunkel nicht erkennen lässt und andererseits die Schwärze, das die Farbe der Wand angibt. Der Schüler verwendet hier nicht explizit den Begriff „Farbe“, aber es kommt darauf an was er mit seinen Äußerungen meint.

### **C Spiegelung und Spiegelbild**

Die dritte Vorstellung beschreibt Jung (1981) anhand Spiegelungen und dem Spiegelbild. Dieses Themengebiet bietet sehr viele Bereiche, wie etwa das virtuelle Bild, Licht, Lichtstrahlen und Sehen. Dafür verwendete der Autor die Frage, wo das Kind sein Spiegelbild sieht. Hier gibt es auch bei Erwachsenen sehr interessante Fallstudien, die zeigen wie komplex es ist, Alltagserfahrungen im physikalischen Rahmen zu verstehen. Jung (1981) führt hier als Beispiel einen Physiklehrer an, der damit argumentiert, dass in Wahrheit das Spiegelbild auf der Spiegeloberfläche liegt, da sich hinter dem Spiegel nur ein virtuelles Bild befindet. Die Argumentation begründet der Physiklehrer mit Hilfe eines Landschaftsbildes, da dieses auch auf der Bildoberfläche ist. Es handelt sich aber hierbei um zwei getrennte Mechanismen der Erzeugung eines Wahrnehmungsurteils.

Jung (1981) war auch besonders überrascht wie wenig der Sehvorgang im Unterricht gelehrt wird. Eine weitere Aufgabe, ist das man in einem Taschenspiegel nicht sein ganzes Gesicht sehen kann. Was kann man dagegen tun? Die Mehrheit antwortet auf diese Frage, man müsse den Spiegel einfach weiter weg halten. Doch was die Kinder hier übersehen ist, dass ja der Gegenstand der Spiegel ist und dieser auch immer kleiner wird. Darüber hinaus rückt das virtuelle Bild auch immer weiter weg. So können allerdings viele Schüler/innen nicht argumentieren, da diese glauben das Bild befindet sich auf der Spiegeloberfläche. Einen möglichen Erklärungsansatz führt Jung (1981) nun an. Er beschreibt, dass viele Schüler/innen sich in den Standpunkt des Spiegels setzen und überlegen, was sieht der. Und mit diesem Hintergedanken die Aufgabe lösen. Das bedeutet, Schüler/innen argumentieren, ist das Gesicht weiter weg, sieht es der Spiegel kleiner, das hier aber der Spiegel auch kleiner wird, fällt nicht auf. Der Spiegel hat doch nur die Fähigkeit, den Betrachter sehen zu lassen, was er sieht. Jung (1981) liefert eine Andeutung, dass dies nicht erfunden sondern von Schülern/innen von sich gegeben wurde.

*„Weil der Spiegel ja alles spiegelt, was er sieht; Der Spiegel kann ja nicht um die Ecke schauen; Der Spiegel ist kein Lebewesen, er kann nicht rechts oder links schauen. [...]“ (Jung (1981), „Erhebungen zu Schülervorstellungen in Optik“<sup>33</sup>)*

Die Schüleraussagen stammen alle von der Dunkelkammeraufgabe. Ähnliche Ergebnisse erhält man, wenn man etwa Items und Interviews zum Spiegel durchführt. Jung (1981) kommt zu dem Schluss, dass gerade beim Spiegel Vorstellungsrahmen vermengt werden und nur wenigen es gelingt den physikalischen Verständnisrahmen einigermaßen gut aufzubauen.

*„Im Übrigen wird ja durch eine Vielzahl von Aufgaben und Fragen versucht, zu erproben, ob und unter welchen Umständen der physikalische Rahmen, falls im Befragten überhaupt entwickelt, aktiviert wird,*

---

<sup>33</sup> in: *Physica didactica* 8, 148

unter welchen Umständen der Befragte im Sinne Wertheimers „hinüberkippt“. (Jung (1981), „Erhebungen zu Schülervorstellungen in Optik“<sup>34</sup>)

Jung (1981) betont in seinen didaktischen Schlussfolgerungen, dass ein Dialog zwischen naiven und dem zu vermittelnden physikalischen Rahmen stattfinden muss. Dieser Umstrukturierungsprozess braucht Zeit, damit der Aufbau neuer Rahmenvorstellungen zusammen mit ihrem Verwendungsbereich stattfinden kann.

Kurz möchte ich an dieser Stelle die Ergebnisse von Jungs (1981) Dunkelkammeraufgabe anführen, da ich oben sehr oft diese Aufgabe vorgestellt habe. Die Ergebnisse wurden in zwei unterschiedlichen Gruppen durchgeführt, einerseits in zwei sechsten Klassen und einer siebten Klasse, wobei eine sechste Klasse noch keinen Optikunterricht hatte. Die andere Gruppe bestand aus einer neunten Gymnasiums Klasse, einer achten Klasse eines Gymnasiums, einer neunten Hauptschulklasse und einer achten Realschulklasse, wobei alle schon Optikunterricht hatten. Die Kinder wurden jeweils vor und nach dem Unterrichten befragt. Es wurde eine Reihe von Items gefragt, wobei ich mich hier nur auf das Dunkelkammeritem beschränken möchte.

Item 4A:  
Ein völlig verdunkeltes Zimmer ist mit völlig schwarzer Tapete versehen, ebenso mit schwarzer Decke und ganz schwarzem Fußboden. Die Luft im Zimmer ist völlig staubfrei. Nimm an, Du stehst bei x in diesem Zimmer. In der Ecke A ist, für Dich nicht sichtbar, eine Lampe angebracht, die einen feinen Lichtstrahl in die angedeutete Richtung sendet. Das Licht fällt mitten auf einen Spiegel an der Wand genau Dir gegenüber.

Folgende Fragen wurden den Kindern gestellt:

- Du kannst den Spiegel sehen?
- Du kannst im Spiegel die Lampe sehen?
- Du kannst dich selbst im Spiegel sehen?

Alle Fragen waren entweder mit Ja oder Nein zu beantworten.

Tabelle 1: Dunkelkammeraufgabe von Jung (1981)

Jung (1981) wertet seine Daten mittels eines Chi-Quadrat-Tests aus und kommt auf folgende Ergebnisse: In allen drei Fällen kann man keinen signifikanten Unterschied erkennen, d. h. der Unterricht hat auf die Ergebnisse keinen Einfluss. Man kann weder eine Verbesserung noch eine Verschlechterung feststellen. Die zweite Gruppe wertet Jung (1981) nicht mit dem Chi-Quadrat-Test aus, sondern kategorisiert die Antworten der Schüler/innen folgendermaßen: 1 physikalische Begründung, 2 Mischung physikalischer und alltagsmäßiger Begründung, 3 alltagsmäßige Begründung, 0 unwissenschaftliche Begründungen und keine Antwort. Jung (1981) beschränkt sich nun auf die Fragen b und c (vgl. Tabelle 1), und überprüft hierbei die Häufigkeit der Kombinationen x, 1, 2 und x, 2, 2 in den vier Klassen c, d, e und f.

|         | c  |     | d  |     | e |     | f  |     |
|---------|----|-----|----|-----|---|-----|----|-----|
| x, 1, 2 | 8  | 25% | 3  | 10% | 9 | 32% | 4  | 17% |
| x, 2, 2 | 15 | 47% | 17 | 59% | 8 | 29% | 13 | 54% |

Er stellt fest, dass in drei von den vier Klassen, nämlich in c, d, und f die zweite Kombination häufiger gewählt wird.

Tabelle 2: Ergebnisse der zweiten Gruppe

<sup>34</sup> in: *Physica didactica* 8, 149

|   | c |    | d |    | e |    | f |    |
|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| 1 | 0 | 2  | 0 | 2  | 0 | 0  | 0 | 0  |
| 2 | 1 | 5  | 1 | 8  | 1 | 7  | 1 | 2  |
| 3 | 3 | 16 | 1 | 13 | 5 | 14 | 3 | 17 |
| 4 | 4 | 9  | 1 | 6  | 3 | 6  | 0 | 3  |
| 5 | 0 | 0  | 0 | 0  | 0 | 1  | 0 | 0  |

Differenziert nach Schulnoten (vgl. erste Spalte in Tabelle links) ergibt sich für die Klassen c, d, e und f die Verteilung der Kombinationen x, 1, 2 (jeweils in der linken Spalte) und x, 2, 2 (jeweils in der rechten Spalte).

Tabelle 3: Notenverteilungen der getesteten Klassen

Im anschließenden Gruppenvergleich folgert Jung (1981), dass diese Ergebnisse, auf eine unwissenschaftliche bzw. physikalische Vorstellung hindeuten, die nicht konsistent ist, zu Gunsten der zweiten Kombination ausgeht, wobei der Unterschied nicht signifikant ist. Im Falle der Notenverteilung liegt allerdings ein signifikanter Unterschied vor, das mag aber daran liegen, dass Noten nicht direkt vergleichbar sind, sondern recht Unterschiedliches bedeuten können.

## 2.3 Phänomenografische Zugänge zur Aufklärung von Verstehensprozessen

*„... Sachunterricht die SchülerInnen dabei unterstützen soll, ihr Wissen und ihre Erfahrungen zu ordnen und zu erweitern, sie in Beziehung zueinander zu setzen, Zusammenhänge zu verstehen, Regelmäßigkeiten zu entdecken und zu begründen...“ (Murmann (2004), 2)*

Dies alles sind bildungsorientierte Ansprüche, allerdings so Murmann (2004) kann dies nicht das wichtigste Ziel sein. Der Sachunterricht soll kinderorientiert und den Bildungsansprüchen der Kinder gerecht gestaltet werden, damit er ihnen auch zu den Wissenschaften und den konkreten Wissensbeständen, die Teil ihrer Lebenswelt sind, Zugänge ermöglicht. Im Sachunterricht sind die Naturwissenschaften und ihre Fachdidaktik als Ressourcen zu nutzen und dabei unterstützend für die Verstehensprozesse der Schüler/innen sein. Damit ist gemeint, dass Sachverhalte erschlossen werden, Zusammenhänge zwischen verschiedenen Beobachtungen und Erfahrungen geschlossen werden, diese Erfahrungen zu ordnen und beobachtete beziehungsweise erlebbare Regelmäßigkeiten von Phänomenen zunehmend konsistent begründet werden. Die Bezugnahme auf die Naturwissenschaften sollte aber nicht den schülerzentrierten Unterricht gefährden. Sie sollte eine Voraussetzung schaffen, damit wissenschaftliche Aussagen für Lernende sinnstiftend werden, bevor fachlich ‚richtige‘ Aussagen erarbeitet werden. Laut Autorin werden die eigenen Erfahrungen aus der Alltagswelt, die sehr oft in Widersprüchen mit den physikalischen Erklärungen liegen, enorm unterschätzt. Damit möchte sie sagen, dass selbst die allerausführlichste Phänomenerkundung nicht automatisch zur Physik führt.

Damit allerdings der Sachunterricht erfolgreich gestaltet wird braucht man eine didaktische Strukturierung. Dazu liefern Kattmann und Gropengießer (1997) ein Modell der „Didaktischen Rekonstruktion“.

In Abbildung 4 sieht man sehr gut, dass die didaktische Rekonstruktion auf sowohl einer Fachlichen Klärung als auch auf dem Erfassen

von Schülervorstellungen basiert. Beide Aspekte müssen aufeinander bezogen werden. Gropengießer (1997)<sup>35</sup> formuliert folgendes:

*„Die Frage, wann und inwiefern die erhobenen Schülervorstellungen für das Lernen fachwissenschaftlicher Inhalte förderlich oder hinderlich sein können, soll nicht durch einseitigen normativen Vergleich mit wissenschaftlichen Konzepten, sondern in wechselseitiger Betrachtung beantwortet werden, die beide Bereiche nicht unverändert bestehen lässt [...] Im besten Falle kommt es zu einer wechselseitigen Neuinterpretation der lebensweltlichen und fachlichen Vorstellungen.“ (Gropengießer (1997))<sup>36</sup>*

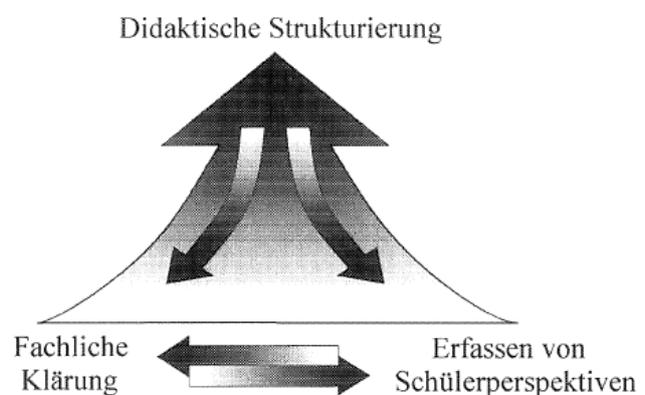


Abbildung 4: Didaktische Rekonstruktion

<sup>35</sup> nach Murmann (2004)

<sup>36</sup> Murmann(2004), Phänomene erschließen kann Physiklernen bedeuten, 4

Seitz (2004)<sup>37</sup> spricht davon, dass durch die didaktische Rekonstruktion die Vorstellungen der Schüler/innen in den Vordergrund rücken und sich so vor die Sachstruktur stellen. Man hat hier also einen Wandel vom traditionellen ‚Primat der Schule‘ hin zum ‚Primat des Kindes‘. Um diesen Wandel zu erreichen, müssen Schülervorstellungen erhoben werden, so Murmann (2002). Auch Kattmann und Gropengießer (1997)<sup>38</sup> sprechen bereits davon, dass Schülervorstellungen erhoben werden müssen. All diese Äußerungen beziehen sich auf ein konstruktivistisches orientiertes Arbeiten. Des Weiteren wird Murmann (2004) allerdings die Begriffe wie ‚Schülervorstellungen‘ oder ‚Konzeptwechsel‘ nicht verwenden. So erklärt die Autorin, dass man die Phänomendeutungen der Schüler/innen nicht einfach so erheben kann, sondern dass dies immer eine Interpretationen von erhobenen Äußerungen und Handlungen sind. Murmann (2004) zieht Jung (1989)<sup>39</sup> heran, der als Alternative einen „Phänomenologischen Verstehensrahmen“ vorschlägt. Die Herausforderungen liegen allerdings darin, dass bei der Rekonstruktion von Schülervorstellungen vom eigenen fachlichen Erfahrungshintergrund abstrahiert werden muss, sprich vorerst ausgeklammert wird. Auch Murmann (2004) spricht von einer Schaffung einer Lernumgebung, bei der es den Schülern/innen möglich ist ausgehend von ihren Erfahrungen zu den wissenschaftlichen Konzepten zu gelangen. Das bedeutet jede/r Schüler/in soll sich dies eigenständig konstruieren. Kritik übt Murmann (2004) daran, dass bei diesen unterschiedlichen Deutungen immer die Erklärungen der Phänomene im Vordergrund stehen. Sie glaubt aber daran, dass die Ursachen tiefer liegen. Zum Beispiel kann eine fachliche Deutung relevant sein, sie aber am Phänomen nicht bewusst ersichtlich ist. Als Resultat der Wahrnehmung, so Murmann (2004), werden Zusammenhänge zwischen verschiedene, wahrgenommene Aspekte zum Begriff Phänomendeutungen zusammengefasst. Dies kann ein möglicher Ansatz zur Aufklärung von Verstehensprozessen darstellen und ergiebiger sein, als etwa der konstruktivistische Ansatz. Einige Phänomene werden auch einfach aufgrund ihrer Vorerfahrung als gegeben erlebt, als Beispiel gibt Murmann (2004) jenes an:

*„ ..., dass die Tischnachbarin, deren Hocker und Beine durch eine Tischplatte verdeckt sind, sodass nur ihre obere Körperhälfte zu sehen ist, geschrumpft oder halbiert ist, sondern dass sie sitzt.“ (Murmann (2004), Phänomene erschließen kann Physiklernen bedeuten, 6)*

Murmann (2004) geht nun im Folgenden auf zwei Perspektiven der Phänomenografie ein. Die erste nennt sich Perspektive 2. Ordnung und bedeutet, dass man hier zur Interpretation der Daten eine Perspektive 2. Ordnung einnimmt. Also hier ist das Hauptaugenmerk auf dem Gegenstand und dessen Auseinandersetzungen der Person mit dem Gegenstand. Genauer bedeutet das, dass hier nicht über den Lernenden interpretiert wird, sondern der Lernende eine Auskunft über etwas Drittes gibt. Hier werden zunächst die Äußerungen der Lernenden gesammelt und aus dieser Vielzahl an Äußerungen Beschreibungskategorien entwickelt. Diese Kategorien haben unterrichtlich relevante Unterschiede, daher ist ein rekursives Verfahren nötig, um Erlebniswelten möglichst knapp und kontrastierend zu beschreiben. Dies bezeichnet Murmann (2004) als phänomenografische Kategorien. Also wie oben beschrieben sind das Ergebnis einer phänomenografischen Untersuchung die Beschreibungskategorien. Der Kategoriensatz ist dann vollständig, wenn alle erhobenen

---

<sup>37</sup> nach Murmann (2004)

<sup>38</sup> nach Murmann (2004)

<sup>39</sup> nach Murmann (2004)

Äußerungen und Handlungen einer dieser Kategorien zugeteilt werden kann. Als Schluss lässt sich nun folgendes zusammenfassen:

*„Der Nutzen phänomenografischer Kategorien im Modell der didaktischen Rekonstruktion ist es, erwartbare(und plausible) Verständnisse von SchülerInnen zu kennen, die zusammen mit der fachlichen Klärung eine didaktische Strukturierung begründen können.“ (Murmann (2004), Phänomene erschließen kann Physiklernen bedeuten, 7)*

Würde man einen Raum vollkommen abdunkeln, also die Schüler/innen in absolute Dunkelheit setzen, so erwarten diese, dass sich unser Auge langsam an die Dunkelheit gewöhnen und man nach kurzer Zeit wieder etwas sieht. Diese Vorstellung könnte daher existieren, da Schüler/innen so gut wie keine Erfahrung mit absoluter Dunkelheit haben. Selbst am Abend herrscht nie absolute Dunkelheit, da fast immer noch von draußen das Licht einer Straßenlaterne ins Zimmer fällt. Man kann daher, selbst im abgedunkelten Zimmer noch Umrisse erkennen. Weiter gewöhnen sich die Augen auch nicht an die Dunkelheit, allerdings geht man von der Sonne ins Haus, so müssen sich die Augen erst an die „Dunkelheit“ gewöhnen. Dieses an die Dunkelheit gewöhnen ist nicht gleichbedeutend mit der absoluten Dunkelheit, in der sich die Augen nicht an die Dunkelheit gewöhnen können, da man ohne Licht bekanntlich nichts sieht. Dies wird allerdings sehr schwer von den Kindern akzeptiert.<sup>40</sup>

Die didaktische Rekonstruktion wendet Murmann (2004) im Bereich der Optik, genauer bei Licht und Schatten, an. In ihrer Studie beschreibt die Autorin drei mögliche Kategorien.

**1) Schatten als Abbild:** Schatten gehören zu Gegenständen oder Personen

Diese Kategorie beschreibt, dass Schüler/innen als einzigen Zusammenhang die Verbindung zwischen dem Objekt (Gegenstand oder Person) und dem Schatten sehen. Das Licht ist hier nicht von großer Bedeutung und hat keine Bedeutung für die Schattenentstehung. Das zentrale Merkmal dieser Kategorie ist, dass der Schatten immer mit dem Objekt verbunden ist. Das heißt der Schatten klebt am Objekt.

Einige der Beispiele von Lydia Murmann (2004) sind folgende: *„mein Schatten ist immer ganz nah bei mir“ (Murmann, 2004, 9)* oder *„Schatten gibt es auch im Dunklen, nur kann man sie nicht sehen.“ (Murmann, 2004, 10)*

**2) Schatten als Effekt:** Schatten werden durch eine Lichtquelle und einen von ihr beleuchtenden Gegenstand verursacht

- Variante a: Schatten wird mit *Lichtwegen zum Gegenstand* in Beziehung gesetzt.
- Variante b: Schatten wird einer Lichtquelle und einem Gegenstand zugeordnet.

In dieser Kategorie erkennen die Schüler/innen bereits einen Zusammenhang zwischen Lichtquelle, Objekt und Schatten. Dieser Zusammenhang ist hier meist schon linear. Sie wissen hier also bereits, dass eine Lichtquelle notwendig ist, um überhaupt einen Schatten beobachten zu können. Allerdings, so erklärt Frau Murmann (2004), die Position des Schattens richtig vorherzusagen hängt von den Erfahrungen der Kinder ab. Also haben sich die Kinder bereits sehr viel mit dem Thema Schatten

---

<sup>40</sup> Nach Guderian(2006), Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lerntorte

beschäftigt und viele Erfahrungen gesammelt, so können sie die richtige Position leichter vorhersagen, als Kinder die noch nicht so viele Erfahrungen dazu gesammelt haben. Weiterbeschreibt Frau Murmann (2004) hier, dass Schüler/innen bereits über eine beleuchtete und unbeleuchtete Seite des Objekts sprechen, allerdings über die Helligkeit um den Schatten herum zu sprechen fällt ihnen sehr schwer.

**3) Schatten als Lichtlücke:** *Der Gegenstand wirkt als Schablone für das Licht. Der Schatten ist identisch mit fehlendem Licht*

Diese Kategorie, wäre das wünschenswerte Ziel. Jede/r Schüler/in die man in dieser Kategorie einordnen kann, hat den Begriff des Schattens verstanden. Hier beschreibt Frau Murmann (2004), dass die Schüler/innen den Schatten als beleuchtete Projektionsfläche ansehen. Nicht nur die beleuchtete Projektionsfläche wird hier herausgestrichen, sondern auch der Schattenraum. Dieser ist ein Bereich hinter dem Objekt, zu dem kein Licht kommt. Weiter beschreibt Frau Murmann (2004) hier, dass die Schüler/innen auch die Randstrahlen, also jene Strahlen die gerade noch am Licht vorbei gehen, beobachten und als wichtig erkennen. In früheren Kategorien beobachten die Schüler/innen noch die Lichtstrahlen, die zum Objekt hingehen.

*„Qualitativ unterscheidbare Erlebensweisen sagen wenig über die fachliche Haltbarkeit damit verbundener Aussagen aus, allerdings sagen sie viel über die Verstehensmöglichkeiten aus, die die jeweilige Phänomenstrukturierung bietet. Lernen findet selbstverständlich nicht nur im Übergang zwischen den verschiedenen Erlebensweisen statt, sondern in vielfältigen Varianten innerhalb der Erlebensstufen. Innerhalb einer Erlebensstufe werden insbesondere Zusammenhänge zwischen den Aspekten hergestellt, verworfen oder verändert und ausgeschärft, die das jeweilige Erleben des Phänomens konstituieren.“(Murmann, 2004, 11)*

Damit Schüler/innen ihre eigenen Erfahrungen sammeln können, muss ihnen genügend Platz zum eigenen Experimentieren gegeben werden. Farbige Schatten würden sich hierfür sehr gut eignen. Diese bieten eine hervorragende Gesprächsbasis, da man farbige Schatten am besten in Partnerarbeit durchführen lässt, sondern sind auch höchst interessant, da die unterschiedliche Färbung eines Schattens, den direkten Zusammenhang zur Lichtquelle und weiter auch die Richtungsbeziehung zum anders farbigen Schatten darstellt. Auf den ersten Blick wirkt alles vertraut, allerdings sind hier die Farben vertauscht. Lässt man hier die Schatten wandern, erkennt man dass sich der Schatten mit der anderen Färbung mitbewegt. Auch ein Ausschalten einer Lichtquelle führt zu neuen Erkenntnissen, da durch das Ausschalten einer Lichtquelle die Färbung verschwindet und man wieder einen „normalen“ Schatten vorfindet. All diese neuen Erkenntnisse bieten Gesprächsstoff.

Licht wird mit Helligkeit, beleuchteten Flächen und Lichtquellen selbst gleichgesetzt (Guesne, 1985; Jung, 1989; Murmann, 2002). Schatten und Licht werden nicht direkt in Verbindung gebracht, d.h. die Kinder sehen die dringende Notwendigkeit für Licht zur Schattenentstehung nicht.

## 2.4 Cross-Age-Peer-Tutoring (CAPT)

Cross-Age-Peer-Tutoring ist eine Methode, bei der ältere Kinder/Studierende jüngere Kinder/Studierende unterrichten. Bereits sehr verbreitet ist das Peer-Tutoring. Hierbei teilt die Lehrperson die Lernenden in Gruppen, die dann gemeinsam eine Problemstellung bearbeiten, z. B. ein mathematisches Problem.. In diesen Gruppen werden keine Tutoren (Person, die anderen etwas beibringt) und Tutees (Personen, denen etwas beigebracht wird) bestimmt. Es regelt sich von selbst. Anders ist es beim Cross-Age-Peer-Tutoring. Hier ist von Beginn an klar, welche Rollen die jeweiligen Personen einnehmen. In Schulen ist dies ein jahrgangsstufenübergreifendes Projekt, bei dem die jeweils älteren Schüler/innen den jüngeren Schüler/innen etwas beibringen.

Gaustad (1993) erklärt hierbei den Unterschied zwischen den beiden Arten folgendermaßen: Peer Tutoring bedeutet, dass Tutor und Tutee gleich alt sind. Cross-Age-Peer-Tutoring bedeutet hingegen, dass die Tutoren/innen älter ist als die Tutees. Weiter stellt er sich die Frage, welcher Grund dahinter steckt, dass diese Methode effektiver ist und findet dabei folgende ‚Antworten‘: Tutoren sind den Tutees näher. Sie verstehen eher die Probleme der Tutees. Sie haben ähnliche Denkweisen und können daher einfacher die Themengebiete weitergeben, also „schülergerechter“. Gaustad (1993) verweist auf Cohen, der herausgefunden hat, dass „schwierigere“ Kinder lieber mit Tutoren arbeiten als mit Lehrern. Dieser Aspekt beruht auf dem Alter. Den Kindern gefällt es besser, wenn die „Lehrperson“ nicht zu alt ist. Die Tutoren sind ja meist nur ein paar Jahre älter. „In den anderen hineinversetzen“ könnte ein weiterer Grund sein. Die Tutoren verstehen die Tutees besser, da sie vor ein paar Jahren möglicherweise die gleichen Probleme hatten. Sie können also die Schwierigkeiten schneller erkennen und zeigen für sie auch größeres Verständnis. Auch wird hier vermutet, dass Tutoren während ihrer Tutoring-Aktivität sehr viel dazu lernen. Sie arbeiten gewissenhafter und vertiefen sich besser in die Experimente.

Allerdings reicht es nicht aus nur zwei Schüler/innen zusammenzugeben und darauf zu hoffen dass alles glatt läuft. Tutoren brauchen eine Vorbereitung. Häufig kommt es auch vor, dass die Tutoren selbst nicht wirklich das Material verstehen, daher schlägt Cohen vor nur exzellente Schüler/innen zu Tutoren auszubilden. Harris (1973)<sup>41</sup> weist auf ein sehr weit verbreitetes Problem hin. Cross-Age verlangt ja danach, dass man Klassen aus unterschiedlichen Jahrgangsstufen vereint. Dies stellt sich an Schulen als sehr großes logistisches Problem heraus, für deren Lösung viele Schulen wahrscheinlich noch gar nicht bereit sind. Damit das Programm möglichst gut und ohne Probleme läuft, gibt es einige Punkte die man unbedingt beachten soll: Ziel ist es, dass die Tutoren eigene, freie Entscheidungen treffen. Um dies zu erreichen brauchen die Tutoren ein gutes Basistraining und gut strukturierte Materialien. Sie brauchen also sehr viel Unterstützung. Noch mehr Aufmerksamkeit muss man den jüngeren Tutoren schenken. Sie brauchen eine Struktur und klare Anforderungen. Auch empfohlen wird, dass sich die jüngeren Tutoren noch einmal mit den älteren Tutoren treffen, damit sie sich einfach darüber unterhalten. Somit können Tutoren voneinander lernen. Um allerdings ein sehr gutes Ergebnis zu erhalten ist es besonders wichtig, dass das Zusammenspiel Eltern, Lehrer/innen und Schüler/innen funktioniert.

---

<sup>41</sup> nach Dineen et al. (1977)

Nur wenn alle an einem Strang ziehen, kann man zum gewünschten Ziel gelangen. Dazu gibt es bereits einige Studien, unter anderem eine von Dineen et al. (1977), der eine Peer-Tutoring Studie durchgeführt hat. Als Rahmenbedingungen wurden hier drei Kinder beobachtet, die aus einer normalen Klasse stammen, allerdings ein zweijähriges Defizit in Lesen und eine einjähriges Defizit in Mathematik besitzen. Mit diesen Dreien starteten sie ein spezielles Programm, zum Thema Lesen und Schreiben von Wörtern. Diese Kinder erhielten vorerst ein Tutoring-Training, dabei wurde ihnen erklärt was zu tun ist und wie das spätere Tutoring aussehen sollte. Jedes dieser drei Kinder durchlief das gleiche Setting. Dazu gab es drei Listen mit Wörtern. Zunächst absolvierte jedes Kind über die drei Listen einen Pretest. Das Tutoring wurde in zwei Durchläufe aufgeteilt. Im ersten Durchgang war jede/r acht Einheiten lang ein Tutor, über eine Liste mit Wörtern. Danach folgten acht Einheiten mit einer zweiten Wörterliste bei der sie nun Tutees waren. Die dritte Liste kam im Setting nicht vor, sie war eine Art Kontrollliste. Nach diesem Durchlauf machten alle drei einen Posttest über alle drei Listen. Im zweiten Durchlauf kamen nun drei neue Listen und diese mussten sie sich wieder gegenseitig beibringen. Nur diesmal war es so, dass die erste Liste Schüler/in 1 an Schüler/in 2 weitergab. Im nächsten Schritt gab nun Schüler/in 2 die zweite Liste an Schüler/in 3 weiter. Nun schließt sich der Kreis wieder in dem Schüler/in 3 die dritte Liste an Schüler/in 1 weitergibt. Zusammenfassend kann man nun hier folgende Lernerfolge erkennen, alle drei Schüler/innen haben im Laufe dieses Settings einen guten Lernerfolg, was in Abbildung 5 übersichtlich dargestellt ist.

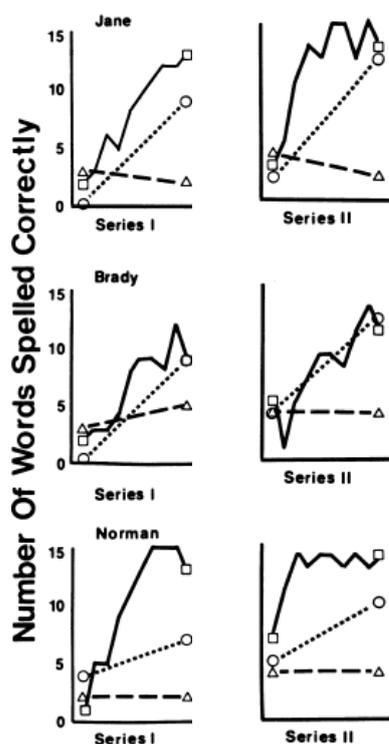


Abbildung 5: Ergebnisse der richtig geschriebenen Wörter

Die Dreiecke stellen die Kontrollliste dar, die in den unterschiedlichen Durchläufen nicht durchgenommen wurde. Die Rechtecke zeigen die Ergebnisse nach dem Tutoring. Bei jedem Tutoring wurden noch separat Prä- und Posttests gemacht, das heißt, diese Ergebnisse sind aus der Rolle der Tutees zu betrachten. Die Kreise stellen den Lernzuwachs aus der Position der Tutoren dar. Die Darstellungen zeigen, dass alle drei Schüler/innen ihr Wissen steigern konnten.

Die besten Lernerfolge zeigen sich in der Rolle der Tutees, aber auch als Tutoren lassen sich Verbesserungen darstellen. Dies lässt vermuten, dass auch Tutoren bei ihrer Tätigkeit etwas lernen.

### 2.4.1 Lernen durch Lehren

Im folgenden Absatz werde ich nun näher auf die Polituntersuchung „Lernen und Lehren“ von Zinn (2009) eingehen. Dies ist eine Interessensuntersuchung, bei der Schüler/innen aus dem Gymnasium, Schüler/innen der Volksschule physikalische Phänomene weitervermitteln. Das Treffen mit der Volksschule und dem Kindergarten musste von den Schüler/innen des Gymnasiums selbstständig organisiert werden. Theoretisch liegt diese Untersuchung der „Lernen und Lehren“ Methode zugrunde. Hanel(1991)<sup>42</sup> formuliert dazu folgendes didaktisches Prinzip:

*„Wenn Schüler einen Lernstoffabschnitt selbständig erschließen und ihren Mitschülern vorstellen, wenn sie ferner prüfen, ob ihre Informationen wirklich angekommen sind, und wenn sie schließlich durch geeignete Übungen dafür sorgen, dass der neue Stoff verinnerlicht wird, dann entspricht dies der Methode ‚Lernen und Lehren‘.“(Hanel, 1991,31)<sup>43</sup>*

Zunächst unterscheidet Zinn (2009) zwei Interessenskonstrukte. Einerseits das situationale Interesse und andererseits das individuelle Interesse. Unter dem individuellen Interesse versteht man als persönlichkeitspezifisches Merkmal des Lernalers. Also wo die persönlichen Vorlieben für ein bestimmtes Wissens- oder Handlungsgebiet liegen. Im Gegensatz dazu ergibt sich das situationale Interesse aus der (Lern-)Situation oder einem (Lern-)Gegenstand, der bei jedem/r Schüler/in einen Zustand der intensiven Zuwendung bewirkt. Als Beispiel wäre hierfür, wenn sich ein Schüler nicht für das Fach Physik interessiert, aber an der Lernsituation (Durchführung eines Experiments) Interesse zeigt. Somit hat man dadurch eine ideale Lernsituation erschaffen können. Der Pädagogischen Interessentheorie zufolge, kann sich aus einem situationalen Interesse ein individuelles Interesse entwickeln.

*„Nach Krapp(1992)<sup>44</sup> stehen situationale Interessen häufig am Anfang einer längerfristigen Entwicklung, aus der individuellen Interessen hervorgehen können.“ (Zinn 2009, Ergebnisse einer Pilotstudie zur Unterrichtsmethode „Lernen durch Lehren“)*

Auf folgender Pilotuntersuchung wurde der Fokus nun auf das situationale Interesse gelegt, da während dieser kurzfristigen Intervention keine Veränderungen des individuellen Interesses erfolgten. Diese Untersuchung wurde auf drei Ebenen durchgeführt. Zunächst gab es Fragebögen, die 286 Schüler/innen und 32 Lehrer/innen ausgefüllt haben. Auf der nächsten Ebene gab es Leitfadeninterviews, wobei hier 24 Schüler/innen und 11 Lehrer/innen befragt wurden. Zuletzt gab es eine Studie über die Unterrichtseinheiten, bei der eine Lehrkraft in ein und derselben Klassenstufe mit weitgehend konstanten Rahmenbedingungen untersucht wurde. Hier wurde quasi eine Vergleichsstudie angestellt, da man hier die Messungen jeweils vor und nach dem traditionellen Unterricht und vor und nach dem untersuchten Unterricht durchführte. In beiden Fällen wurde versucht, für das Interesse die wesentlichen Aspekte zu minimieren. Begleitend wurden in der ersten und dritten Ebene unterschiedliche quantitative Instrumente zur Interessensforschung verwendet. Die Ergebnisse von Zinn (2009) ergaben einige sehr interessante Aspekte. So wurde etwa bei der empirischen Untersuchung festgestellt, dass „Lernen durch Lehren“ naturwissenschaftliche

---

<sup>42</sup> nach Zinn (2009)

<sup>43</sup> Aus Zinn(2009), Ergebnisse einer Pilotuntersuchung zur Unterrichtsmethode „Lernen und Lehren“, 326

<sup>44</sup> nach Zinn (2009)

Aufgabenstellungen ein signifikantes größeres situationales Interesse besitzt als vergleichsweise der traditionelle Physikunterricht. Ein weiterer Punkt ist, dass durch diese neue Unterrichtsmethode vor allem das Interesse bei den Mädchen gesteigert wird. Hier zeigt sich sogar ein höchst signifikantes größeres situationales Interesse im Vergleich zu den Jungen. Einen sehr großen Erfolg erzielte die Studie beim Erwerb von Kompetenzen. Hierbei liegt ein wesentlicher Fokus auf der Förderung von Kompetenzen im Bereich des Prozesswissens. Darunter nannten die Befragten als positive Aspekte: Selbstständige Auswahl von Experimenten, eigene Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Experimenten, eigene Modellbildung und Erkennen von Anknüpfungspunkten zum eigenen „physikalischen Alltag“. Dadurch werden hier als das methodisch-problemlösende Lernen und das sozial-kommunikative Lernen unterstützt. Den allergrößten Erfolg sehen die Befragten allerdings in der Unterrichtsmethode, da durch die eigenständige Auseinandersetzung mit physikalischen Sachverhalten, die Auseinandersetzung mit dem Gegenstand intensiver wird.

Sarbin (1976)<sup>45</sup> glaubt, dass in Tutoring-Situationen die Tutor-Tutee-Beziehung eher ein freundschaftliches Geben und Nehmen ist. Geht man davon aus, dass es ein Geben und Nehmen ist, folgert Fogarty et al. (1982) dass möglicherweise mehr positive als negative Aussagen von den Tutoren getätigt werden. Der Tutor und der Tutee beteiligen sich gleichermaßen. Also keiner ist ein passiver Zuhörer, sondern beide sind gefordert. Beide, also Tutor und Tutee, haben eine aktive Rolle. Dies ist das Charakteristische an diesem Geben und Nehmen Tutoring-Prozess, das man im traditionellen Unterricht nicht so leicht zustande bringt. Robinson et al.(2005) hingegen impliziert, dass ein Kind das beide Rollen durchmacht, sprich ein Tutor und ein Tutee ist, einen größeren Erfolg erzielt. Das würde bedeuten ein Kind, dass also seine Rolle im Laufe des Tutoringprozesses ändert, maximiert seinen positiven Erfolg. Ein weiterer positiver Beitrag zum Erfolg kann der geringe Altersunterschied sein. Da Tutoren und Tutees meist im ähnlichen Alter sind. Bereiter(2002)<sup>46</sup> spricht weiter einen besonders wichtigen Aspekt an, um ein erfolgreiches Peer bzw, Cross-Age Peer Tutoring durchzuführen. Das Geheimnis hinter jedem erfolgreichen Tutoring ist die Qualität des Gespräches zwischen den Lernenden. Brophy (2002)<sup>47</sup> schlägt daher vor, Gesprächssimulationen durchzuführen, bei denen die Kinder erklären, was war problematisch, verwirrende, ... .Diesen Ansatz unterstützt auch Collins et al. (1987), er betont auch besonders, den Diskussionen höchste Priorität beizumessen. Auch der Rollenwechsel zwischen Lehrenden und Lernenden oder gemeinsam Lösungen für Gruppenprobleme zu finden, darf man nicht außer Acht lassen um eigenen Ideen zu generieren. Damit dies erfolgreich verläuft, schlagen Collins et al. bestimmte Methoden vor. Unter anderen etwa, ein Modelling, bei dem gezeigt wird, wie man am besten an eine Aufgabe herangeht. Dabei wird etwa lautes Denken vorgeschlagen. Eine weitere Methode sei noch kurz skizziert, etwa das Coaching, hier wird von außen ständig beobachtet und Rückmeldungen und Fortschritte gegeben. Hier sollten ständig Hilfestellungen oder weiterführende Aufgaben zur Verfügung stehen. Renkl und Schworm (2002) mit Verweis auf Stark et al. (2001), weisen darauf hin, dass das Selberklären von besonderer Bedeutung für den eigenen Lernerfolg ist. Weniger positiven Einfluss haben etwa Erklärungen von Lehrpersonen und Tutoren. Dazu beschreibt Martin (2000) folgende Methode: Befassen sich

---

<sup>45</sup>nach Fogarty et al. (1982)

<sup>46</sup>nach Thurston et al. (2007)

<sup>47</sup>nach Thurston et al. (2007)

Schüler/innen mit einem Lernstoff selbständig und müssen diesen auch ihren Mitschülern vorstellen, prüfen sie auch, ob der Lernstoff wirklich angekommen ist und mit anschließenden Übungen für eine Verinnerlichung sorgen, dann entspricht dies der Methode des „Lernen durch Lehren. Es handelt sich hier also nicht um den vom Lehrer vorbereiteten Stoff nachvollziehen zu können, sondern um eine Konstruktion von eigenem Wissen. Diese Konstruktion erfolgt durch permanente Hypothesenbildung und Prüfung (Martin, 2002).

## 2.5 Qualitative Inhaltsanalyse

Flick (2007) liefert eine Definition der qualitativen Inhaltsanalyse. Er beschreibt dabei, dass die qualitative Inhaltsanalyse nicht mehr länger den Gegensatz zur quantitativen Auswertung darstellt, sondern sie hat sich zu einer eigenen Identität entwickelt. Allerdings ist es nicht so einfach eine allgemeine Definition abzuliefern, da es eine Vielzahl an Unterschieden gibt. Trotz dieser Vielzahl, kann man einige gemeinsame Eigenschaften feststellen. Eine davon ist, dass die qualitative Inhaltsanalyse die Wirklichkeit abbilden möchte, also nicht konkret durchgeführte Untersuchungen in Labors. Man möchte hier also verstehen, beschreiben und manchmal auch soziale Phänomene erklären. Dies kann in einer Vielzahl an unterschiedlichen Möglichkeiten geschehen: Analysiert man den Erfahrungsaustausch der individuellen Gruppen, so kann man bei diesem Austausch möglicherweise Alltagsvorstellungen identifizieren. Möchte man die Interaktionen analysieren, sollte man Beobachtungen oder Videoaufnahmen tätigen. Auch schriftliche Dokumente (Texte, Bilder) kann man qualitativ analysieren. Wichtig bei diesen Arten der Analyse ist es, dass man genau darauf achtet, wie sich die Person die Welt konstruiert. Was machen sie, damit sie zu ihrem Ergebnis kommen und was passiert, dass dies unter Umständen beeinflusst. All dies sind Hinweise zu einer Hypothese sozialer Prozesse, die man finden kann. Dies kann mit Hilfe unterschiedlicher qualitativer Methoden passieren, die dabei hilft, Modelle, Begriffe und Theorien zu sozialen und eventuelle auch psychologischen Angelegenheiten zu entwickeln und zu beschreiben. Im Folgenden beschränke ich mich auf die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2008). Als zentralen Punkt führt Mayring (2008) die Festlegung eines konkreten Ablaufmodells der Analyse an. Allerdings ist die Inhaltsanalyse kein Standardinstrument, das immer gleich aussieht. Man muss dies hier auf den jeweiligen Kontext adaptieren. Wichtig hierbei ist es aber fixe Regeln zu haben, da man keine „freie“ Interpretation haben möchte, sondern jeder Analyseschritt, jede Entscheidung im Auswertungsprozess, auf eine begründete und getestete Regel zurückgeführt werden kann. In meiner Arbeit werte ich mit Hilfe deduktiver Kategorien aus.

*„Eine deduktive Kategoriendefinition bestimmt das Auswertungsinstrument durch theoretische Vorüberlegungen. Aus Voruntersuchungen, aus dem bisherigen Forschungsstand, aus neu entwickelten Theorien oder Theoriekonzepten werden die Kategorien in einem Operationalisierungsprozeß auf das Material hin entwickelt.“ (Mayring 2008, Qualitative Inhaltsanalyse, 74)*

Das Ziel ist hier also mit einer qualitativen Inhaltsanalyse Kategorien zu konkretisieren. Diese Orientierung an Kategorien stellt einen entscheidenden Punkt der Vergleichbarkeit der Ergebnisse dar. Besonders in der qualitativen Forschung müssen immer wieder theoretische Argumente herangezogen werden. Mayring (2008) formuliert dies folgendermaßen:

*„Mit Theoriegeleitetheit ist gemeint, daß der Stand der Forschung zum Gegenstand und vergleichbaren Gegenstandsbereichen systematisch bei allen Verfahrensentscheidungen herangezogen wird.“ (Mayring 2008, Qualitative Inhaltsanalyse, 45)*

Bei Inhaltsanalysen sollen also immer die inhaltlichen Argumente Vorrang gegenüber den Verfahrensargumenten haben. Mayring (2008) fasst nun das Interpretieren in drei Grundformen zusammen. Der erste Schritt ist es eine Zusammenfassung zu gestalten. Das bedeutet das ganze

Material so zu reduzieren, dass nur mehr die wesentlichen Inhalte über bleiben. Diese Inhalte werden nun durch Abstraktion zu einem überschaubaren Corpus zusammengefasst, der immer noch ein Abbild des Grundmaterials ist. Danach erfolgt die Explikation, hierbei ist es Ziel zu den einzelnen fraglichen Textteilen zusätzliches Material heranzutragen. Dadurch kann das Verständnis erweitert werden und die Textstelle erläutert bzw. erklärt werden. Anschließend erfolgt eine Strukturierung, hierbei werden bestimmte Aspekte aus dem Material herausgefiltert und unter vorher festgelegten Ordnungskriterien ein Querschnitt durch das Material gelegt oder auch das Material aufgrund bestimmter Kriterien eingeschätzt.

In meinem Fall ist die strukturierte Inhaltsanalyse ein gutes Beispiel. Das Verfahren erfolgt in drei Schritten:

*“1. Definition der Kategorien: Es wird genau definiert, welche Textbestandteile unter eine Kategorie fallen.*

*2. Ankerbeispiele: Es werden konkrete Textstellen als Beispiele angeführt, die die Kategorie beschreiben*

*3. Kodierregeln: Es werden dort, wo Abgrenzungsprobleme zwischen Kategorien bestehen, Regeln formuliert, um eindeutige Zuordnungen zu ermöglichen.“ (Mayring 2008, Qualitative Inhaltsanalyse, 83)*

Der weitere Vorgang wird in zwei Teilstücke unterteilt. Als erstes werden die Textstellen im Material markiert. Dies bezeichnet Mayring (2008) als „Fundstellen“, die durch Notierung der Kategoriennummer oder durch färbiges Unterstreichen markiert werden. Danach wird das gekennzeichnete Material je nach Ziel der Strukturierung bearbeitet und herausgeschrieben. Diese Ergebnisse müssen anschließend noch zusammengefasst und aufgearbeitet werden. Des Weiteren beschäftigt sich Mayring et al. (2005) mit „Auswertung von Videoaufnahmen mit Hilfe der Qualitativen Inhaltsanalyse – ein Beispiel aus der Unterrichtsforschung“. Hier beschreibt der Autor nicht nur zahlreiche Vorteile, sondern führt auch einige Punkte an die unbedingt bedacht werden müssen. Da wäre zum Beispiel, dass man meist nur einen Ausschnitt des Unterrichtsgeschehens erfassen kann, da man meist nur eine Kamera zur Verfügung hat. Den entscheidenden Punkt spielt hier die Kameraperspektive, da sie wohl überlegt sein muss, um zum gewünschten Erfolg zu kommen. Nicht nur das Bild sondern auch der Ton spielt eine wichtige Rolle. Auch sollte man die Kinder schrittweise an die Kamera gewöhnen, um eine möglichst objektive Videoaufnahme erhält. Mayring et al. (2005) führt nun anhand eines Beispiels die Auswertung von Videoaufnahmen an. Die Videoaufnahmen werden hier mit dem Videographen (Rimmele, 2002<sup>48</sup>) ausgewertet. Dies ist eine kategoriengeleitete Analyse, wobei deduktiv die Kategorien gefunden wurden. Somit wurde ein Kategorienleitfaden erstellt, der genaue, theoriegeleitete entwickelte Kategoriendefinitionen und Kodierregeln enthält. In dieser Studie werden vier Schüler/innen in der ersten Reihe des Physiksaals untersucht. Das Vorgehen der Auswertung erfolgt in mehreren Schritten, so wird etwa jeder Schüler/in einzeln mit Hilfe des Videographen ausgewertet.

*„Dieses Vorgehen stellt zudem sicher, dass Kodierungen nicht unabhängig von den Handlungen im Unterricht vorgenommen wurden, denn ein inhaltlicher Zusammenhang war für die Kodierungsentscheidung eine zentrale Bedingung.“ (Mayring et al., 2005, Auswertungen von Videoaufnahmen mit Hilfe der Qualitativen Inhaltsanalyse – ein Beispiel aus der Unterrichtsforschung, 7)*

---

<sup>48</sup> nach Mayring (2005)

Ein weiterer Vorteil dieses Vorgehens ist, dass den Kodierenden die jeweiligen Personen vertraut werden. Zur weiteren Vereinfachung der Auswertung wird unterstützend das Transkriptionsfenster des Videographen genutzt. Somit können ergänzende Informationen festgehalten werden. Eines der Ergebnisse sieht folgendermaßen aus: Während der Physikstunde wird nur fünfmal das Gefühl der Freude notiert, am häufigsten tritt dies, während der Gruppenarbeitsphase auf. Allerdings wurden nicht nur positive Gefühle notiert, sondern auch negative Gefühle, wie zum Beispiel Angst, beobachtet. Ein zentraler Aspekt dafür ist, dass sich die vier Schüler/innen über ein Thema, das nicht zum Stoff passt, unterhalten. Als der Lehrer kommt, übernimmt dieser sofort die Kontrolle, hier kann man weit geöffnete Augen und eine angespannte Körperhaltung beobachten. Im Anschluss an diese Szene stellt sich bei zwei Schülern das Gefühl der Ärger ein. So wurde die ganze Stunde kodiert. Diese gewonnenen Ergebnisse kann man nun analysieren und somit zu jedem Schüler/in eine Einschätzung der Ausprägungen der einzelnen beobachteten Emotionen über die gesamte Unterrichtsstunde angeben. Dies wird mit Hilfe der skalierenden Strukturierung ausgearbeitet. Als Unterstützung ziehen hier Mayring et al. noch Tagebucheinträge heran. Diese werden auch mit Hilfe der skalierten Strukturierung ausgewertet. In der Diskussion kommt der Autor nun auf den Schluss, dass die Qualitative Inhaltsanalyse auch für Beobachtungsstudien gut anwendbar ist.

*„Qualitative Video-Inhaltsanalyse [...] versucht möglichst theoriegeleitet Kategorien definieren, genaue Zuordnungsregeln und Analyseablaufmodelle festzulegen und schliesslich auch die Beobachterübereinstimmung zu überprüfen.“ (Mayring et al., 2005, Auswertungen von Videoaufnahmen mit Hilfe der Qualitativen Inhaltsanalyse – ein Beispiel aus der Unterrichtsforschung, 13)*

### 3. Ziele und Forschungsfragen

Ziel meiner Arbeit ist es, Lernprozesse interessanter Fälle darzustellen. Es soll dabei untersucht werden, wie sich die Methode CAPT auf den Lernprozess der Schüler/innen im Laufe dieses Projektes auswirkt. Mit dem Fokus auf die Lernprozesse der Schüler/innen formulierte ich die folgenden zwei Forschungsfragen:

F1: Wie wirkt sich das Engagement der Tutoren/innen auf den gesamten Tutoring-Prozess und die Lernaktivitäten der Tutees aus?

F2: Lassen sich auch bei den Tutoren/innen im Verlauf der Tutoring-Aktivitäten Lernprozesse identifizieren?

Aus diesen Forschungsfragen leitete ich die folgenden Hypothesen ab:

H<sub>1F1</sub>: Engagierte Tutoren initiieren höhere kognitive Lernaktivitäten bei den Tutees.

H<sub>2F2</sub>: Die Interaktion in den Lerngruppen fördert das Engagement bei Tutoren mit mangelndem Vorwissen.

H<sub>1F1</sub>: Während der Interaktionen zwischen Tutoren/innen mit unterschiedlichen fachlichen Voraussetzungen werden Tutoren/innen mit mangelndem Vorwissen dazu angeregt, ihre eigenen Vorstellungen zu adaptieren.

H<sub>2F2</sub>: Durch die Fragen der Tutees werden die Tutoren/innen dazu angeregt, sich mit ihren eigenen kognitiven Strukturen intensiver auseinanderzusetzen.

## 4. Forschungsdesign

### 4.1 Klärung der Begriffe

**Engagement** Der Begriff Engagement wurde in folgender Weise definiert: Schüler/innen zeigen Interesse, nehmen die Aufgabe ernst, fühlen sich herausgefordert und bereiten sich auf die Aufgabe zielorientiert vor. Der Begriff umfasst folgende Dispositionen: Interesse/Freude an der Tätigkeit, Ernsthaftigkeit, Herausforderung, und zielorientierte Vorbereitung für das Tutoring bzw. kognitive Aktivitäten im Tutoring. Die genannten Dimensionen wurden mit Hilfe quantitativer und qualitativer Daten erhoben: Fragebögen, Interviews und Mentoring - Videos

**Lerngruppe** Eine Lerngruppe bezeichnet eine Anzahl von Schüler/innen die unter Berücksichtigung verschiedener Gesichtspunkte ausgewählt wurden. Im Hinblick auf Gender und kognitive Fähigkeiten wurden die Einzelgruppen für das Mentoring, sowie die Gruppenpaarungen für das Tutoring, nach der Lehrerempfehlung gestaltet.

### 4.2 Forschungsdesign des Cross-Age-Peer-Tutoring-Projektes

Cross-Age-Peer-Tutoring sieht im Allgemein folgendermaßen aus: Ältere Schüler/innen (Sekundarstufe I) erhalten ein Mentoring. Anschließend unterrichten diese mittels der Tutoring-Aktivität jüngere Schüler/innen (Volksschule). Diese wiederum erhalten ein Mentoring und unterrichten dann weiter Kindergartenkinder.

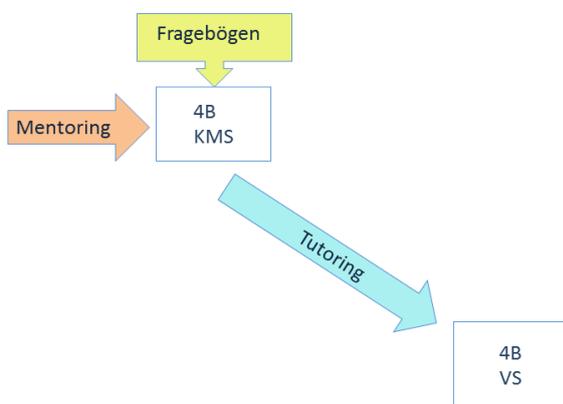


Abbildung 6: Vorgegebenen Interventionen

Das Forschungsdesign wurde zum Teil vorgegeben, da gewisse Interventionen in allen teilnehmenden Standorten abgehalten wurden. Das Ziel dahinter war, unter annähernd gleichen Bedingungen eine große Menge an vergleichbaren Daten aufzunehmen. Abbildung 6 zeigt schematisch die durchgeführten Interventionen. Der folgende dargestellte Standort, ist eine KMS (Kooperative Mittelschule), daher beginnen die Interventionen erst in der Sekundarstufe eins.

Andere Standorte hingegen, können durchaus in der Sekundarstufe zwei beginnen. Jedes Setting beginnt zunächst mit einem Mentoring, Dauer im Normalfall zwei Schulstunden, bei dem eine Projektmitarbeiterin den Schülern/innen die theoretischen Themengebiete näher bringt. Ein Mentoring läuft in allen Standorten annähernd gleich ab, zunächst werden in den höheren Schulstufen, sprich ab der Sekundarstufe eins, Fragebögen durchgeführt. Diese Fragebögen umfassen einerseits einen Prätest, bei diesem das Vorwissen der Schüler/innen erhoben wird und andererseits Fragebögen zur aktuellen Motivation, Einstellung zum Lernen im Fach Physik und einer zur Selbstwirksamkeitserwartung. Nach dem Ausfüllen der Fragebögen, bekamen die Schüler/innen eine allgemeine Einführung durch eine Projektmitarbeiterin. Die zweite Schulstunde hatten die Schüler/innen Zeit selbstständig die vorgegebenen Items zu erarbeiten. Dazu wurden ihnen folgende

Materialien zur Verfügung gestellt: Taschenlampe, Legofiguren (klein und groß), Legosteine, Schattenwände und kleine Spielfiguren.

Nach etwa 30 Minuten unterbrach die Projektmitarbeiterin die selbstständige Arbeitsphase und besprach im Plenum die richtigen Lösungen der Items. Somit hatten am Ende des Mentoring alle Schüler/innen die richtigen Lösungen. Diese gemeinsame Besprechung, hatte nicht nur einen sehr starken Fokus auf die richtigen Lösungen, sondern sollte auch den Auftrag an die Schüler/innen weitervermitteln, dass diese nun selbst zu Forscher/innen werden und die etwaigen Schülervorstellungen der Tutees herausfinden. Dieser Aspekt wurde allerdings zu wenig hervorgehoben.

Im Normalfall findet das Tutoring, in einer Dauer von etwa zwei Schulstunden, kurze Zeit nach dem Mentoring statt, etwa eine bis zwei Wochen später. Es läuft in allen Schulstufen annähernd gleich ab. Einzig zu unterscheiden ist, dass wiederum in den höheren Schulstufen, also ab der Sekundarstufe eins, Fragebögen am Ende des Tutoring ausgefüllt werden. In der Volksschule fällt dies weg. Die erste Schulstunde widmet sich einer kurzen Wiederholung. Die Schüler/innen haben hier noch einmal die Möglichkeit, etwaige Unklarheiten zu klären. Weiter werden in dieser Stunde die Tische zurechtgerückt und dieselben Materialien wie beim Mentoring ausgeteilt. Um nun den Durchlauf beim Tutoring so einfach wie möglich zu gestalten, hat eine Projektmitarbeiterin laminierte Kärtchen erstellt. Auf den Kärtchen befinden sich auf der Vorderseite die durchzunehmenden Items, also jene Aufgaben, die die Schüler/innen während der Arbeitsphase mit den jüngeren Schüler/innen durchnehmen sollen. Auf der Rückseite befindet sich bei fast allen Aufgaben eine Lösung, diese ist etwa für Schüler/innen die sich noch einmal kurz vergewissern möchten. Sind alle Vorbereitungen abgeschlossen und der Großteil der Unklarheiten beseitigt, können die jüngeren Schüler/innen geholt werden, zweite Schulstunde. Diese werden nun gleichmäßig auf die Tutoren aufgeteilt. Der Idealfall wäre ein eins-zu-eins Verhältnis, also dass ein Tutor einen Tutee hat. Meist hat man allerdings unterschiedliche Schüler/innenanzahlen in den Klassen, dass etwa ein Tutor zwei Tutees hat oder auch das zwei Tutoren einen Tutee haben. Sind nun alle Kinder an ihren richtigen Plätzen, startet die eigentliche Arbeitsphase. Hier sind nun die Schüler/innen gefordert.

Die Lehrkraft tritt während dieser Zeit in den Hintergrund und steht helfend dem Tutor/der Tutorin zur Seite. Die Hilfestellung der Lehrkraft wird nur sehr selten in Anspruch genommen, meist wenn die Schüler/innen die Aufgaben bereits einmal durchbesprochen haben und nicht mehr wissen, was sie in der restlichen Zeit noch machen sollen. Hier kann etwa unterstützend eingegriffen werden und es können Anregungen zur weiteren Vertiefung des Stoffes gegeben, bzw. es kann vorgeschlagen werden, das Verständnis der Tutees noch einmal genau zu überprüfen. Während dieser Arbeitsphase, erklären also nun die Tutoren/innen den Tutees, die im Mentoring durchgenommenen, Aufgaben. Die Tutees kommen ohne vorangehenden Unterricht in diese Situation. Das Wissen, das die Tutees zu diesem Zeitpunkt besitzen ist also einzig und allein das Vorwissen. Die Aufgabe der Tutoren/innen war es hier, dieses Vorwissen herauszufinden und mit ihren vorbereitenden Aufgaben etwaige Unklarheiten zu beseitigen. Besonders sollte hier das anschließende Verständnis im Vordergrund stehen. Es soll also eine angenehme Lernsituation aufgebaut werden, bei dem ein Zusammenspiel zwischen Tutor/Tutorin und Tutee entsteht. Diese Form von Unterricht, hat den

besonderen Aspekt, dass Tutoren/innen und Tutees keinen so großen Altersunterschied, wie etwa Lehrer/in und Schüler/innen, haben. Es ist also nicht in dem Sinne eine Lernsituation, sondern eher ein Gespräch mit einem Freund, der in der gleichen Alltagssprache zu einem spricht und unter Umständen vor kurzer Zeit die gleichen Probleme hatte. Nach etwa 30 Minuten wird die eigenständige Arbeitsphase unterbrochen. Die Tutees dürfen nun wieder in ihre Klasse zurückkehren.

Nun erfolgt ein gemeinsames Zusammenräumen, der verwendeten Materialien und anschließend füllen die Tutoren/innen, ab der Sekundarstufe eins, wieder alle Fragebögen aus. Diese Fragebögen umfassen wieder das gleiche Ausmaß wie vor dem Mentoring, nur anstatt des Prätests wird nun ein Posttest ausgefüllt. In der Volksschule werden die restlichen 20 Minuten anders gestaltet, da diese Kinder in der Volksschule keine Fragebögen ausfüllen. Hier erfolgt nach dem gemeinsamen Zusammenräumen, ein Abschlussgespräch. Dabei haben die Schüler/innen die Möglichkeit, ihre Arbeit mit den Kindergartenkindern zu reflektieren. Besonders interessant bei diesen Gesprächen war, dass sich fast alle Schüler/innen darüber beschwert haben, dass die Kinder nicht zugehört haben, mit den Autos gespielt oder getratscht haben. Die Volksschulschüler/innen erkannten durch diese Art des Unterrichts die Schwierigkeiten, denen sich auch ihre Lehrer/in täglich stellen muss. Dadurch wird mit dieser Unterrichtsmethode auch einmal auf die Probleme des Lehrens aufmerksam gemacht und die Schüler/innen sehen ihre Lehrperson vielleicht dann mit anderen Augen.

### 4.3 Mixed-Methods-Research

Der Begriff Mixed-Methods-Research beschreibt die Triangulation qualitativer und quantitativer Methoden. Kardorff (2006)<sup>49</sup> betont besonders die Evaluationspraxis, die zeigt, dass je nach Fragestellung qualitative und quantitative Methoden pragmatisch miteinander kombiniert werden. Sehr selten findet man allerdings methodologische Reflexionen über die Verbindung qualitativer und quantitativer Forschung. Flick (2006) betrachtet die Verknüpfung der beiden Ansätze auf verschiedenen Ebenen:

- „ - Erkenntnistheorie (und erkenntnistheoretische Unvereinbarkeiten) und Methodologie
- Forschungsdesigns, die qualitative und quantitative Daten und/oder Methoden kombinieren
- Forschungsmethoden, die sowohl qualitativ als auch quantitativ sind
- Verknüpfung von Ergebnissen qualitativer und quantitativer Forschung
- Verallgemeinerung
- Bewertung der Qualität der Forschung: Anwendung von Kriterien aus der quantitativen Forschung auf qualitative Forschung oder vice versa“ (Flick 2006, Qualitative Evaluationsforschung, 15)

Hammersley (1996)<sup>50</sup> unterscheidet drei Formen der Verknüpfung von qualitativer und quantitativer Forschung. Einerseits spricht er von einer Triangulation beider Ansätze, wobei der Schwerpunkt auf der wechselseitigen Überprüfung der Ergebnisse liegt und nicht auf der wechselseitige Ergänzung der Erkenntnismöglichkeiten. Eine unterstützende Funktion des jeweils anderen Ansatzes nennt Hammersley Facilitation. Hier liefert der eine Ansatz eine Hypothese für die weiterführende Analyse mit dem anderen Ansatz. Beide Ansätze lassen sich schlussendlich als komplementäre Forschungsstrategie kombinieren. Bryman (1992)<sup>51</sup> identifiziert elf Varianten der Integration von

---

<sup>49</sup> nach Flick (2006)

<sup>50</sup> nach Flick (2006)

<sup>51</sup> nach Flick (2006)

qualitativer und quantitativer Forschung, wobei seine erste Kategorie die Logik der Triangulation heißt. Darin sieht er eine Überprüfung qualitativer durch quantitative Ergebnisse. Zur Herstellung eines allgemeineren Bildes des untersuchten Gegenstands, kann einerseits qualitative Forschung die quantitative Forschung unterstützen und andererseits gilt dies auch umgekehrt. Durch quantitative Forschung werden strukturelle Aspekte erfasst, während Prozessaspekte durch qualitative Zugänge aufgezeichnet werden. In der qualitativen Forschung steht die Sicht der Subjekte im Vordergrund, während bei quantitativer Forschung die Perspektive des Forschers als treibende Kraft angesehen wird. Bryman (1992) löst das Problem der Generalisierbarkeit der qualitativen Forschung durch das Hinzuziehen von quantitativen Erkenntnissen. Jedenfalls können qualitative Erkenntnisse die Interpretation von Zusammenhängen zwischen Variablen, die aus quantitativen Datensätzen gewonnen wurden, erleichtern.

Durch die Kombination qualitativer und quantitativer Forschung kann auf der Mikro- und Makroebene eine Beziehung in einem Gegenstandsbereich hergestellt und geklärt werden. Diese Kombination kann in verschiedenen Phasen des Forschungsprozesses eingesetzt werden und daher wird die Verwendung qualitativer Forschung in quasiexperimentellen Designs häufig auch als Hybridform bezeichnet. Bryman (1992) liefert damit ein breites Spektrum, wobei in manchen Aspekten qualitative Forschung im Gegensatz zu quantitativer Forschung durch andere Aspekte erfasst wird. Die Kombination wird in der Unterschiedlichkeit begründet, wobei theoretische Überlegungen kaum eine Rolle dabei spielen. Der Ansatz von Bryman (1992) wird sehr stark von der Forschungspragmatik dominiert, bei der die Rolle der Triangulation wenig konkret bleibt. Dies wird sehr stark an der Überprüfung der Ergebnisse festgemacht.

Durch ‚mixed methodologies‘ soll eine pragmatische Verknüpfung von qualitativer und quantitativer Forschung ermöglicht werden und der so genannte ‚paradigm wars‘ aus früheren Zeiten, also der Kampf zwischen qualitativer und quantitativer Forschung beendet werden. Tashakkori & Teddlie (2003b)<sup>52</sup> erklären diesen Ansatz der ‚mixed methodologies‘ zu einem ‚third methodological movement‘, wobei nun als die erste Bewegung die quantitativen Methoden und die zweite die qualitativen Methoden verstanden wird. Das Ziel einer methodologischen Auseinandersetzung mit diesem Ansatz soll der Klärung von Begrifflichkeiten dienen. Weiter werden Design- und Anwendungsfragen der Mixed-Methodology-Forschung, sowie Fragen des Schlussfolgerns geklärt. Mixed-Methodology-Forschung ist unter methodologischen Gesichtspunkten eine paradigmatische Begründung. Jedoch wird durch die Verwendung paradigmatischer Begriffe von zwei geschlossenen Ansätzen ausgegangen, die entweder differenziert, kombiniert oder abgelehnt werden können. Es muss allerdings keine Auseinandersetzung mit den konkreten methodologischen Problemen der Verknüpfung erfolgen. Dabei wird der Begriff der Triangulation eher abgelehnt, um das Konzept der Mixed-Methodology-Forschung durchzusetzen. Tashakkori & Teddlie (2003b) umreißen dies folgendermaßen, dass viele Betrachtungsweisen in allen Bereichen der Studie berücksichtigt werden. Also bei der Problem- Identifikation, der Datenerfassung, Datenanalyse und schlussendlich bei der Interpretation. Weiter verschafft dieser neue Ansatz auch eine neue Sichtweise auf die Daten und

---

<sup>52</sup> nach Flick (2006)

deren Analyse. Um nun diesen Ansatz der Integration von qualitativer und quantitativer Verfahren umzusetzen, wird an der Entwicklung neuer integrativer Forschungsdesigns (Kluge, 2001) und an der Integration von qualitativen und quantitativen Ergebnissen (Kelle & Erzberger, 2000) gearbeitet. Der Begriff der Integration ist allerdings nur sehr wenig klar definiert. Flick (2007) möchte mit diesem kurzen Kapitel einen knappen Überblick darüber geben, in welchen Kontexten die Verbindung qualitativer und quantitativer Ansätze aktuell diskutiert wird. Das Verhältnis zwischen qualitativer und quantitativer Forschung soll weiter geklärt und auf eine theoretische-methodologische Basis gestellt werden. Dies gelingt etwa über die weitere Ausarbeitung des Konzepts der Triangulation (vgl. Flick 2004).

## 5. Datenerhebung

### 5.1 Organisatorisches

Anfang Oktober 2011 wurde in einer ersten Besprechung mit der Betreuerin der Ablauf meiner Arbeit besprochen. Des Weiteren klärten wir die Frage nach der Wahl des Standortes für meine Untersuchungen, welcher auf eine KMS (Kooperative Mittelschule) fiel. Der theoretische Rahmen wurde auf das Themengebiet des Schattens eingeschränkt. Der Schwerpunkt meiner Arbeit wurde auf das Tutoring der KMS-Schüler/innen mit den Volksschulschüler/innen gelegt. Am 20.10.2011 fand ein Steuergruppentreffen statt, bei diesem von alle teilgenommenen Standorten Lehrpersonen zusammentrafen und das letzte Jahr (CAPT- Elektrizitätslehre) Revue passieren ließen und ihnen wurde ein Ausblick für das neue Jahr gegeben. Bei diesem Treffen knüpfte man erste Kontakte zu den Lehrpersonen, die anschließend zu einer sehr engen Zusammenarbeit führten. Eine Woche später wurden die ersten acht Interviews, mit ausgewählten Schülern/innen, durchgeführt. Die Auswahl der Schüler/innen wird an einer späteren Stelle noch näher erläutert. Diese Interviews erfolgten noch vor dem ersten Optikunterricht der Schüler/innen. Anfang November wurde durch eine Projektmitarbeiterin das erste Mentoring durchgeführt. Die anfangs acht interviewten Schüler/innen wurden in zwei Kleingruppen geteilt und mit zwei Kameras videographiert. In der folgenden Woche wurden nun acht Zwischeninterviews in der KMS und acht Anfangsinterviews in der VS geführt. Wiederum waren die acht Volksschulkinder ohne vorangegangenen Optikunterricht. Das anschließende Tutoring sollte bereits am 17.11.11 stattfinden wurde aber aus organisatorischen Gründen auf den 14.12.11 verschoben. An diesem Termin, wurde mit vier Kameras, die in vier Gruppen zusammensortierten 16 Schüler/innen aufgenommen. Noch vor den Weihnachtsferien wurden die Abschlussinterviews mit den acht KMS-Schüler/innen und die Zwischeninterviews mit den VS-Schülern/innen durchgeführt. Abbildung 7 zeigt schematisch den Ablauf der Datenerhebungsphase bis Jahresende.

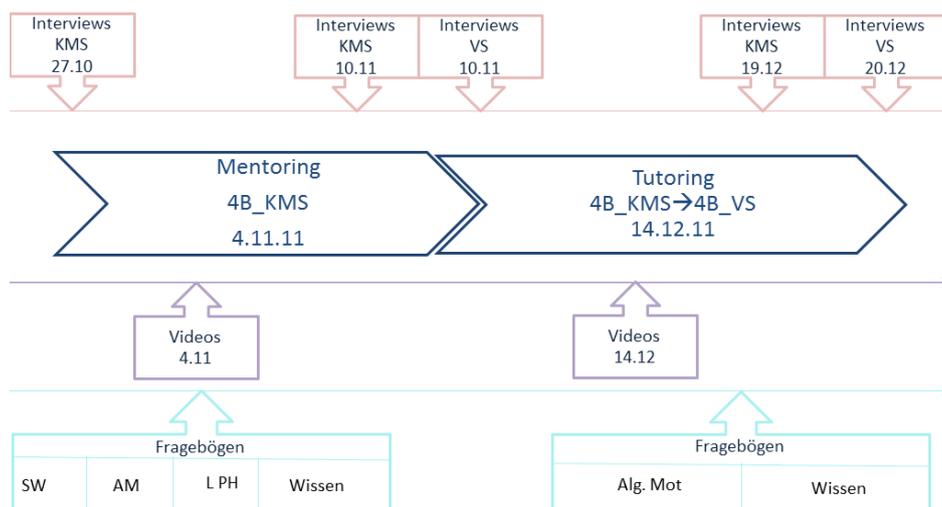


Abbildung 7: Überblick über den zeitlichen Ablauf

Um nun die Arbeit abzurunden wurden auch im neuen Jahr neue Daten erhoben. Diese Datenerhebungsphase begann Ende Februar 2012, mit dem erstem Termin des Menotrings in der Volksschule, am 22.2.2012. Zu diesem Termin wurden drei ausgewählte Schüler/innen mit zwei

Kameras videographiert. Auf ein Zwischeninterview wurde an dieser Stelle verzichtet, dadurch war der nächste wichtige Termin das Tutoring zwischen der Volksschule und dem Kindergarten am 27.2.2012. Hier wurde mit drei Kameras, die zuvor im Mentoring beobachteten Schüler/innen, mit ihrem Kindergartenkind videographiert. Im Anschluss an das Tutoring erfolgt mit diesen drei Schüler/innen am 15.3.2012 jeweils ein Tiefeninterview. Vorerst wurde mit diesem Termin die Datenerhebung abgeschlossen. Um nun die Auswertungen zu ergänzen und vervollständigen, wurden am 16.5. 2012 und am 24.5.2012 Follow-Up Interviews mit zwei Schülerinnen der VS und einem Schüler, einer Schülerin der KMS durchgeführt. Weiter wurden bei diesen Terminen die jeweiligen Lehrpersonen, also einerseits die Physiklehrerin und die Klassenlehrerin der VS interviewt. Abbildung 8 zeigt einen schematischen Überblick über den weiteren zeitlichen Ablauf. In dieser Zeitspanne rückte der Fokus auf die Volksschule.

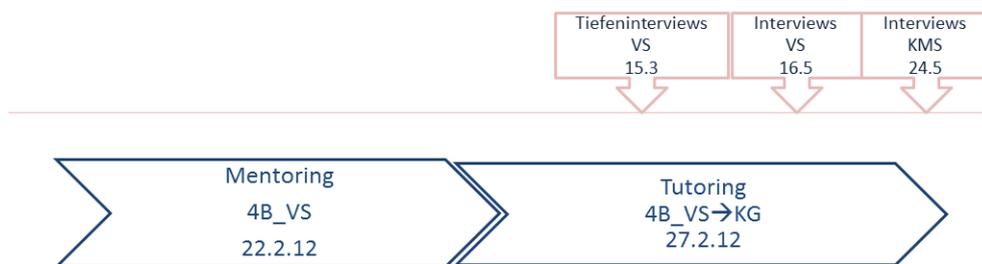


Abbildung 8: Zeitlicher Überblick Februar 2012-Mai 2012

Anschließend wurde die Fülle der Daten sortiert und mit unterschiedlichen Hilfsmitteln, einerseits die Fragebögen, die nur in der KMS ausgefüllt wurden, und andererseits dem Videographen ausgewertet.

## 5.2 Durchführung und Erhebungsinstrumente

Der folgende Abschnitt beschäftigt sich mit der Wahl der Schüler/innen, den unterschiedlichen Interviewleitfäden und beschreibt die unterschiedlichen Fragebögen, welche zur Auswertung verwendet wurden.

### 5.2.1 Auswahl der Schüler/innen und Gruppenkonstellation

Die Arbeit beschäftigt sich mit 16 Schüler/innen. Dabei stammen acht Schüler/innen, darunter fünf Burschen und drei Mädchen, aus der KMS. Ein Mädchen der KMS erkrankte am Tag des Tutorings, somit fällt diese Schülerin aus dem Datensatz heraus. Acht weitere Schüler/innen, darunter vier Burschen und vier Mädchen, besuchen die vierte Klasse der Volksschule. Die Auswahl dieser Schüler/innen erfolgte durch die jeweilige Lehrerin. In der KMS wurde die Wahl der acht Schüler/innen durch die Physiklehrerin durchgeführt, wohingegen in der Volksschule die Klassenlehrerin die Wahl vornahm. Die jeweiligen Lehrerinnen hatten als einziges Kriterium möglichst vier gute und vier schwache Schüler/innen auszuwählen. In der KMS funktionierte dies, da aber die Volksschulklasse insgesamt eine sehr gute Klasse ist, fiel die Wahl auf durchwegs gute Schüler/innen.

Das Grundsetting für den Ablauf der Interventionen, erfolgte in Kleingruppen. Diese Kleingruppen wurden bewusst eingeteilt. Etwa beim Mentoring in der KMS, ergaben sich dadurch zwei Gruppen. Eine Lerngruppe umfasste jeweils vier Schüler/innen, die nach ihrem Wissensstand sortiert waren. Abbildung 9, der Schüler/innen während des Tutorings. Die Farbkodierung ist folgendermaßen zu verstehen, grün bedeutet ein/e guter Schüler/in, blau bedeutet ein/e mittelmäßige Schüler/in und rot bedeutet Schüler/in mit mangelndem Vorwissen.

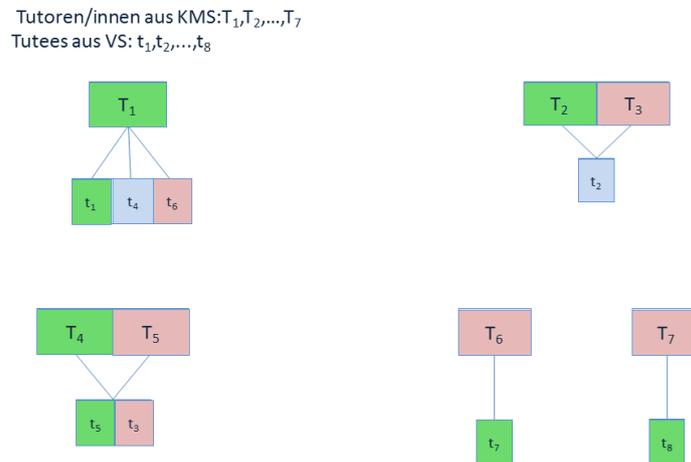


Abbildung 9: Gruppenkonstellationen, Tutoring KMS→VS

Der Fokus dieser Arbeit liegt auf drei Gruppen, wobei hier ein sehr guter Tutor drei Tutees unterrichtet. In dieser Gruppe wurde der Fokus während der Auswertung auf  $T_1$  und  $t_1$  gelegt, folglich interessieren uns in diesem Rahmen  $t_4$  und  $t_6$  nicht. Die beiden weiteren Gruppen entstanden formativ am Tag des Tutoring, da eine Schülerin erkrankte und damit die vorhandene Gruppeneinteilung überarbeitet werden musste. Diese Überarbeitung beschränkte sich auf die zwei folgenden Gruppen, zwei Tutorinnen unterrichten ein Tutee und zwei Tutoren kümmern sich um zwei Tutees. Die nun entstandene Einteilung gelang nicht ohne Hintergedanken. Sehr großes Interesse lag daran, wie sich die Interaktion zwischen den Tutoren/innen entwickelt. Nun stellt man einem Tutor/in mit mangelndem Vorwissen einen Tutor/in mit gutem Vorwissen zur Seite. Durch dieses neue Zusammenfügen, lässt sich  $H_{2F1}$  formulieren. Somit lässt sich auch überprüfen, ob die Tutoren/innen mit mangelndem Vorwissen während ihrer Lehrtätigkeit noch etwas Neues dazulernten und welche Faktoren für den Lernzuwachs ausschlaggebend waren.

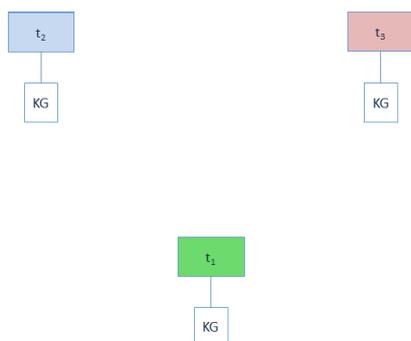


Abbildung 10: Gruppenkonstellation Tutoring VS→KG

Eine durchgeführte Gruppeneinteilung in Lerngruppen gab es nicht nur in KMS, sondern auch die Volksschulkinder, also die drei ausgewählten, wurden in drei unterschiedliche Lerngruppen eingeteilt. Abbildung 10 zeigt die Gruppenkonstellationen für die Zusammenarbeit zwischen der Volksschule und dem Kindergarten. Bei dieser Intervention waren nur die abgebildeten drei Gruppen von Besonderen Interesse. Die Farbkodierung ist wieder wie oben erwähnt zu verstehen. Der Umfang der Lerngruppe beschränkte sich nun auf ein Volksschulkind, das ein Kindergartenkind betreute.

Dabei traten bei  $t_2$  einige Probleme auf, da ihr Kindergartenkind nicht gewillt war, etwas Neues zu lernen. Aber dies bildet nur die Wirklichkeit ab, da man im normalen Schulalltag immer wieder mit Kinder zu tun hat, die nicht gewillt sind zu lernen. Dieses Tutoring wurde wieder videographiert. Weiter wurden mit diesen drei Schüler/innen Tiefeninterviews durchgeführt. Allerdings sollen diese Aufzeichnungen nur eine Abrundung der Arbeit darstellen. Diese unterschiedlichen Gruppeneinteilungen erfolgten durch mich, da die Interviews immer laufend ausgewertet wurden und daher konnte man also je nach neuen interessanten Aspekten die Gruppen unterschiedlich einordnen.

### 5.2.2 Erhebungsinstrument Interview

Das Interview ist eines der zentralsten Erhebungsinstrumente dieser Arbeit, da diese sehr stark auf qualitativen Auswertungen basiert. Durch das Interviewen lernt man die Kinder näher kennen, kann also eine Vertrauensbasis aufbauen und somit vieles aus ihnen herausholen, das etwa nur durch Videos verborgen bliebe. Schafft man es während des Interviewens eine Atmosphäre zu schaffen, bei der sich die Kinder wohl fühlen, so erzählen sie einem allerhand, dieser Aspekt ist vor allen Dingen bei den kleinen Kindern (Volksschüler/innen) besonders wichtig. Die Zeitpunkte der einzelnen Interviewtermine findet man in den beiden oben eingefügten Abbildungen, Abbildung 7 und Abbildung 8. Insgesamt wurden also 49 Interviews durchgeführt. Es wurde formativ gearbeitet, dadurch haben sich die Interviewleitfäden im Laufe dieser Zeitspanne immer wieder verändert. Es wurde also die Interviewleitfäden den jeweiligen Situationen angepasst. Auch individuell auf die Bedürfnisse der einzelnen Schüler/innen angepasst. Jedes Interview wurde sofort ausgewertet, somit konnte man etwaige Fehler ausbessern und das nächste Interview besser gestalten. Wie bereits erwähnt, hat dieses ständige Auswerten nicht nur positive Aspekte auf die folgenden Interviews, sondern auch die Gruppen konnten demnach ideal eingeteilt werden.

#### 5.2.2.1 Interviews in der Kooperativen Mittelschule

Das Einstiegsinterview wurde anhand eines Interviewleitfadens (siehe Anhang A, Unterpunkt Warm-Up) geführt und diente zu einem ersten kurzen Kennenlernen der Schüler/innen aus der KMS. Die Schüler/innen wurden darum gebeten, kurz das eigene Interesse am Fach Physik zu beschreiben. Diesem Kennenlernen folgte ein kurzes Wissensinterview, bei diesem das Vorwissen der jeweiligen Schüler/innen erhoben wurde. Um möglichst sanft in das Wissensinterview überzugleiten, wurde zunächst die Frage was Licht sei (siehe Anhang A Unterpunkt Schülervorstellungen) gestellt. Die in kursiv geschriebenen Anmerkungen, waren mögliche Antworten, die erwartet wurden.

Im Anschluss daran, wurden die unterschiedlichen Items abgefragt. Hierzu wurden diese auch im A4 Format ausgedruckt und den Schüler/innen als Bilder vorgelegt.

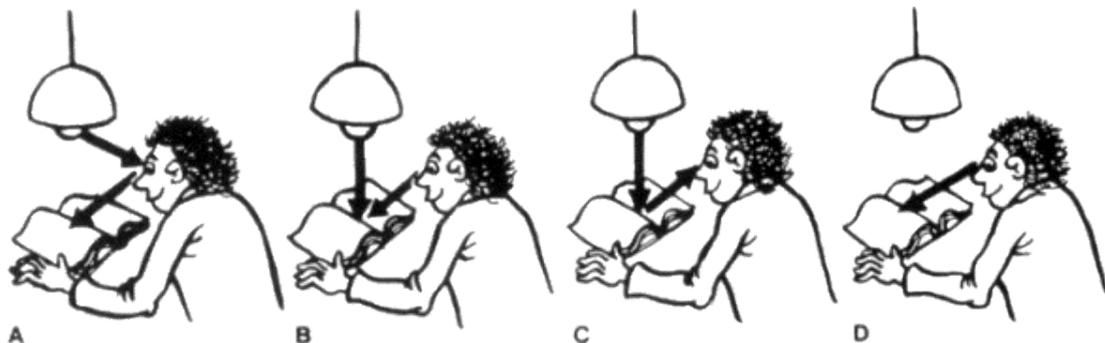


Abbildung 11: Zusammenhang Schatten und geradliniger Lichtausbreitung

Mit Abbildung 11 wird die Sehvorstellung der Schüler/innen erhoben. Dieses Bild ist allerdings sehr umstritten, da man nicht eindeutig sagen kann, ob B oder C richtig sind. In der Physik ist eindeutig klar, dass C die richtige Antwort ist. Das Licht muss auf das Buch treffen, wird dort gestreut und fällt in unsere Augen. Die Kinder etwa, sprechen von einem aktiven Auge, das hinschauen muss. Natürlich müssen unsere Augen auf das Buch gerichtet sein. Der Unterschied liegt darin, dass wir keine Sehstrahlen aussenden, sondern das Licht in unser Auge trifft.

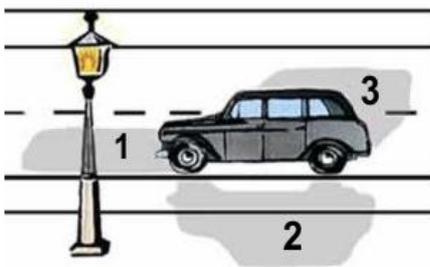


Kann man über seinen Schatten springen?

- Man kommt vor dem Schatten auf.
- Man kommt auf dem Schatten auf.
- Man kommt hinter dem Schatten auf.
- Wie weit man über den Schatten kommt hängt von der Sprunggeschwindigkeit ab.

Abbildung 12: Vorstellung über die Eigenschaften des Schattens

Mit der Abbildung 12 werden die Kinder nun zum Thema Schatten übergeführt. Die Frage zu diesem Bild, ob man über seinen eigenen Schatten springen kann, führt auf die Vorstellung dass der Schatten eigenständig existiert. Also einerseits kein Zusammenhang zum Objekt, aber auch andererseits nicht zur geradlinigen Lichtausbreitung besteht. Bei diesem Bild ist klar, dass das Licht von oben kommt, also egal wie weit ich springe, ich werde immer auf meinem Schatten landen.

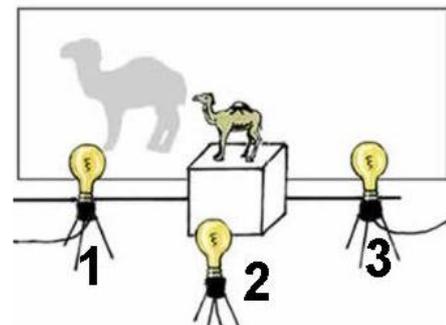


Welcher der drei Schatten stammt von der Laterne?

Zeichnung aus <http://www.paed.uni-muenchen.de>

- Schatten 1.
- Schatten 2.
- Schatten 3.

Abbildung 13: Zusammenhang Schatten und geradlinige Lichtausbreitung



Von welcher Lampe stammt der Schatten des Kamels?

Zeichnung aus <http://www.paed.uni-muenchen.de>

- Lampe 1.
- Lampe 2.
- Lampe 3.

Abbildung 14: Zusammenhang Schatten und geradlinige Lichtausbreitung

Die nächsten beiden Abbildungen, Abbildung 13 und Abbildung 14, beschäftigen sich mit dem Zusammenhang zwischen der geradlinigen Lichtausbreitung und der Schattenentstehung. Mit diesen beiden Items möchte man die Schüler/innen dazu führen, selbst zu erkennen, dass die Lichtquelle, das Objekt und der Schatten immer auf einer geraden Linie liegen. Der Grund dafür ist die geradlinige Lichtausbreitung. Natürlich ist auch eine Frage nach der Schattenentstehung in diesem Interviewleitfaden nicht wegzudenken. Hier sind die Kinder gefordert, sich selbst mit ihrem derzeitigen Wissenstand, dieses Phänomen zu erklären. Jedes dieser Kinder kennt den Schatten aus der Alltagswelt, doch die Entstehung zu beschreiben regt sichtbar zum Denken an.



Abbildung 15: Mehrere Lichtquellen, mehrere Schatten

In Abbildung 15 sieht man leider das gewünschte Ziel sehr schlecht. Allerdings konnte kein besseres Bild gefunden werden. Das Bild stellt einen Screenshot aus einem YouTube-Video dar. Mit dem „darauf Aufmerksam machen“ und dem kleinen Hinweis auf Beobachtungen, die die Schüler/innen vielleicht schon selbst bei einem Stadiumbesuch gemacht haben, wird es den Schülern/innen aber trotzdem leicht fallen, zu erkennen, dass der Fußballspieler mehrere Schatten hat. Die Frage richtete sich beim Interview nach dem möglichen Grund für die Tatsache, dass mehrere Schatten zu sehen sind. Mit diesem Item sollte daher eine Eigenschaft des Schattens herausgefunden werden, nämlich dass mehrere Lichtquellen je nach ihrer Position auch zu mehr als einem Schatten führen können.



Auch wenn Lucky Luke schneller als der Schatten ist, hat der Zeichner Fehler gemacht. Welche?

- Die Hutkrempe ist verkehrt.
- Die Pistole ist auf der falschen Seite.
- Die Haarlocke ist auf der falschen Seite.

OK

Abbildung 16: Eigenschaften des Schattens

Die Zusatzaufgabe, dass letztendlich alle Kinder beantwortet haben, war Abbildung 16. Diese Aufgabe überprüfte, ob die Kinder den Fehler, dass sich die Hutkrempe auf der falschen Seite befindet entdecken. Das heißt es wird also überprüft ob die Kinder den Schatten als Projektion des Gegenstands erkennen.

Damit das Interview einen runden Abschluss findet, werden die Kinder noch darum gebeten ihre eigene Meinung (vgl. Anhang A Unterpunkt Abschluss) kundzutun. Also wie es ihnen gefallen hat, ob die Aufgaben leicht oder schwer waren und ob sie sonst noch irgendetwas anmerken möchten. Im Anschluss daran findet als nächster Termin das Mentoring statt. Im Anschluss an das Mentoring wurden alle acht Schüler/innen einem kurzen Zwischeninterview unterzogen. Dieses beschränkte sich vor allen Dingen darauf, ob sie durch das Mentoring, ihrer Meinung nach, schon erste positive Lernerfolge erzielt haben. Des Weiteren wie sie sich selbst einschätzen, also sie sich die Arbeit mit den Volksschulkinder schon zutrauen. Die folgenden Fragen sollten die Kinder darauf hinführen sich erste Gedanken über die Vorstellungen der Volksschulschüler/innen zu machen. Also was wissen diese, was muss ich ihnen beibringen und welche Probleme können sich während des Tutorings aufmachen. Das Abschlussinterview, war im Großen und Ganzen das Einstiegsinterview. Der einzige Unterschied war, dass nun das Warum-Up weglief, allerdings am Ende zusätzliche Fragen über das Tutoring gestellt wurden. Diese wurden individuell angepasst. (Vgl. Anhang A Abschlussinterview) Bei diesen Abschlussinterviewleitfäden, werden nur die fünf interessanten Tutoren vorgestellt. Die beiden anderen wurden natürlich auch interviewt, sind aber für diese Arbeit nicht von besonderem

Interesse. Einige Zeit später folgte auf das Abschlussinterview noch ein Follow-Up-Interview. Dieses Interview soll noch einmal gezielt bei einigen ausgewählten Schüler/innen das Verständnis abprüfen. Dieses erfolgte aus der Überlegung heraus, dass viele Schüler/innen einfach die Floskeln, die sie vorgesagt bekamen, geschluckt haben und beim Abschlussinterview aus dem Kurzzeitgedächtnis nachplappern.

### 5.2.2.1 Interviews in der Volksschule

Nicht nur die KMS-Schüler/innen wurden reichlich interviewt, sondern auch die Volksschüler/innen absolvierten fleißig Interviews. Auch hier startet die Interviewreihe mit einem Einstiegsinterview, dies wurde sehr offen gestaltet.

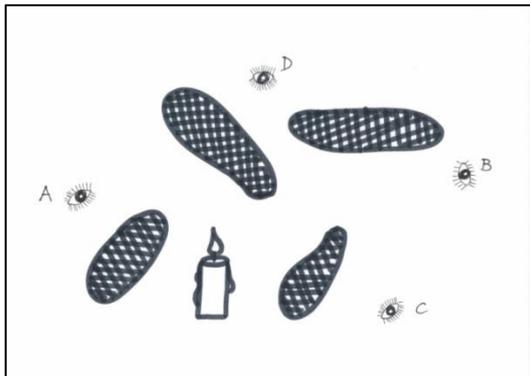


Abbildung 17: Legofiguren/geradlinige Lichtausbreitung

Den Einstieg bildet, wie im Interview der KMS, die geradlinige Lichtausbreitung. Da die **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** relativ komplex ist, wurde das Bild mit Legofiguren und einer Kerze nachgebaut. Die Kinder sollten antworten, welche Legofigur nun die Kerze sehen kann. Mit dieser nachgestellten Situation wurde die geradlinige Lichtausbreitung überprüft.

Im weiteren Interviewverlauf wurde zunächst der Begriff des Schattens nicht explizit verwendet.

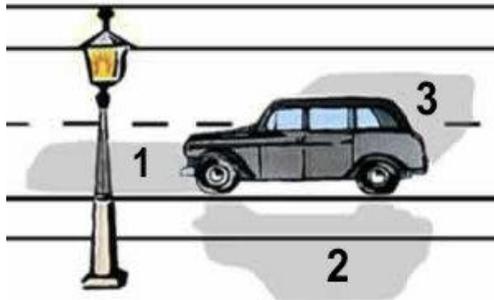


Abbildung 18:  
Zusammenhang Schatten/geradlinige Lichtausbreitung

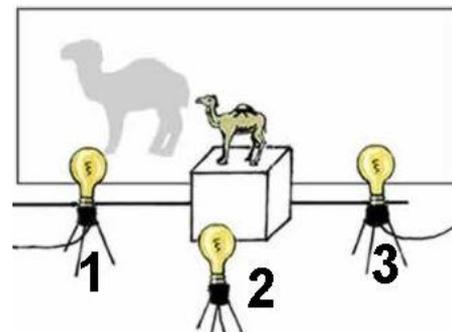


Abbildung 19:  
Zusammenhang Schatten/geradlinige Lichtausbreitung

Bei den Abbildungen Abbildung 18 und Abbildung 19 wurde zunächst gefragt, was sich die Kinder unter den grauen Flächen vorstellen. Erst danach wurde näher auf den Schatten eingegangen. Dieses Item findet sich auch im Interviewleitfaden der KMS wieder und soll den Zusammenhang zwischen der geradlinigen Lichtausbreitung und der Schattenentstehung abprüfen.

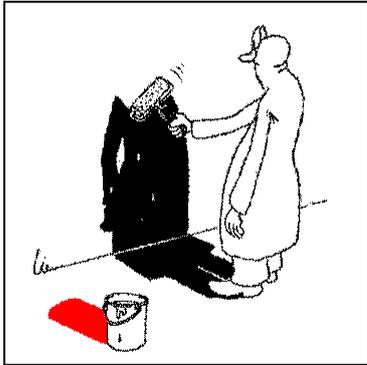


Abbildung 20: Schatten übermalen



Abbildung 21: Eigenschaften des Schattens

Abbildung 21 prüft die Eigenschaften des Schattens ab. Als richtige Antwort erwartet man hier etwa, den Füßen beginnen. Dasselbe wird auch in Abbildung 20 abgeprüft. Dabei soll der Schatten als Fehlen von Licht erkannt werden, den man nicht selbst übermalen kann. Als Zusatz ist hier noch der rote Schatten, der in diesem Zusammenhang nicht bestehen kann, da der Schatten an sich immer schwarz ist.

In der Volksschule wurde beim Mentoring zusätzlich noch farbiger Schatten durchbesprochen, allerdings kann dieser nur mit Partnerarbeit „entstehen“, da man zwei Lichtquellen mit unterschiedlich farbigen Lichtquellen braucht. Der einzig merkbare Unterschied zu den Interviews in der KMS ist, dass bei den Interviews in der Volksschule noch explizit auf den Unterschied zwischen dem horizontalen und vertikalen Schatten eingegangen wurde. Die Idee für diese Differenzierung geht auf den „*The formation of a shadow: the case of the position of a light source in relevance to the shadow*“ zurück (Ravanis et al., 2010). Dieser Artikel wurde adaptiert und für die Volksschule abgeändert. Hier wurde die Frage nach dem Schatten, mit Hilfe einer Legostange geklärt. Die Kinder konnten also die Legostange zur Hilfe nehmen, um die Situation nachzustellen. Damit sollte überprüft werden, ob die Kinder den Unterschied zwischen den unterschiedlichen Arten des Schattens verstehen und ob sie den Schatten vom Schattenraum unterscheiden können. Man möchte somit die Kinder darauf hinführen, dass der Schatten nicht immer sichtbar mit dem Gegenstand verbunden ist.

Das Abschlussinterview erfolgte in der Volksschule im Anschluss an das Tutoring. Hier wurde noch einmal das Einstiegsinterview wiederholt, damit der positive Lernzuwachs des Tutorings überprüft wurde, mit ein paar kleinen Zusatzfragen, ob sie sich schon freuen mit dem Kindergarten zusammenzuarbeiten. Brauchen die Kinder ihrer Meinung nach noch einmal Informationen von einer Projektmitarbeiterin, oder fühlen sie sich durch das Tutoring vorbereitet genug. Hat es ihnen Spaß gemacht. Was denken sie wissen die Kindergartenkinder und was müssen sie ihnen Neues beibringen. Im Anschluss an das Abschlussinterview, gab es noch mit drei ausgewählten Schüler/innen Tiefeninterviews. (Leitfäden siehe Anhang A Unterpunkt Tiefeninterview) Die Interviewleitfäden wurden wieder formativ entwickelt und individuell an die einzelnen Schüler/innen angepasst. Im Anschluss an jedes dieser Interviews wurde mit jedem Kind noch einmal das Einstiegsinterview durchgeführt. Diese Tiefeninterviews sollten ergänzende Informationen bieten und ergänzend für die Auswertungen verwendet werden. Auch bei den Volksschülern gab es zwei

Follow-Up-Interviews. Dies erfolgte im Mai, also wiederum nach einer kurzen Zeit um das Verständnis abzuklären. Dabei wurde der gleiche Interviewleitfaden wie in der KMS verwendet. Um nun die Arbeit auch für den schulischen Einsatz und Ausblick abzurunden wurden die beiden Lehrpersonen nach ihrer persönlichen Meinung kurz befragt. Diese Gespräche waren sehr aufschlussreich auch im Hinblick der einzelnen Schüler/innen ( Interviewleitfäden siehe Anhang A).

### 5.2.3 Erhebungsinstrument Video

Die Datenmenge der Videos wurde sehr stark eingeschränkt. Alle Videos wurden angeschaut und interessante Stellen transkribiert. Diese Transkripte wurden dafür verwendet Schüler/innenaussagen in die jeweiligen Tabellen zusammenzufassen. Mit ihrer Hilfe kann man sehr viele Lernprozesse genau nachverfolgen.

Die weiteren Auswertungen beschränken sich auf drei Tutoring-Videos der Interaktion zwischen der KMS und der VS. Diese drei Videos wurden nun mit Hilfe des Videographen ausgewertet.

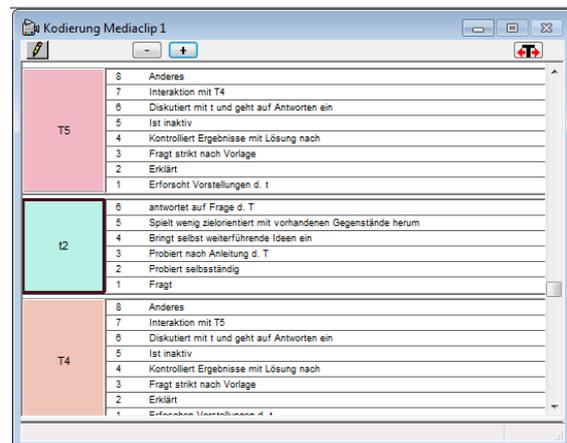


Abbildung 22 Kodierungsfenster

Bevor man mit dem „Klicken“ anfangen kann, braucht man Kodierungskategorien. Diese wurden deduktiv entwickelt und induktiv auf die Basis der erwünschten Aktivitäten angepasst. Startet man nun die Auswertungen mit dem Videographen, so öffnet man zunächst den gewünschten Clip. Danach klickt man auf das den Button Fenster → Kodierfenster. Anschließend öffnet sich das Kodierfenster und die Leiste verändert sich. Nun kann man eine neue Kodiervariable definieren. Dafür klickt man auf den Begriff Kodierung → neue Kodiervariable definieren. Man erhält ein Fenster, wo man die Kodiervariable erzeugen kann, d. h. man die gewünschte Variable bezeichnen, indem man ihr einen Namen gibt, etwa  $T_1$ . Hier muss man sich auch entscheiden wie viele Kategorien die gewünschte Variable hat. Wichtig noch zu erwähnen ist, dass man lieber zu viele Kategorien definiert, als zu wenig, da man im Anschluss Kategorien löschen kann aber keine weitere hinzufügen kann. Zum Beispiel definiert man nun acht Kategorien. Dafür tippt man den Zahlenwert in das Feld Anzahl der Kategorien rein, das bedeutet man hat sich für acht Kategorien entschieden und weiter geht's mit den unterschiedlichen Werten. Dafür klickt man in das Feld Wert den gewünschten Zahlenwert und in das darunter liegende Feld mit der Bezeichnung Wertelabel die Bezeichnung dafür.

Anschließend klickt man auf Hinzufügen und man hat die erste Kategorie definiert. Um nun die zweite Kategorie zu definieren, fügt man den Zahlenwert zwei in das Feld Wert und die dazugehörige Bezeichnung in Wertelabel. Wieder auf Hinzufügen und so ist auch die zweite Kategorie definiert. Diesen Prozess nun weitere sechsmal wiederholen und die erste Variable ist definiert. Nun kann man weitere Variablen mit den eben beschriebenen Schritten hinzufügen. Etwa  $T_3$  und  $t_1$ . Hat man alle Variablen definiert, kann die eigentliche Auswertung starten. Optimal funktioniert dies, wenn man das Video nun dreimal anschaut, immer mit dem Fokus auf eine Variable. Das kodieren funktioniert allerdings erst, wenn man auf das Symbol Kodieren einschalten klickt. Abgebildet ist dieses Symbol

(Hinweisfeil) in Abbildung 22. Nun lässt man das Video abspielen und klickt zwischen den unterschiedlichen Kategorien hin und her.

In der Zeitleiste unten, kann man die Zeitintervalle variieren. Man kann sich also entscheiden, ob ein Klick für 1, 5, .. Sekunden steht. Meine Auswertungen wurden mit der Grundeinstellung eine Sekunde gemacht. Hat man den ersten Turn abgeschlossen, so klickt man auf neuen Turn. Ich empfehle auf In-Point zu klicken, da mir leider schleierhaft ist was das Out-Point macht. Das In-Point setzt nun zu jedem Zeitpunkt der Kodierung einen Punkt und fügt diesen dann in der anschließenden Textdatei als Auswertungswert ein. Man hat nun also für jeden Klick einen Wert. Diese Werte kann man sich nun ganz leicht im Videographen als Diagramm darstellen lassen. Um ein Diagramm zu erhalten muss man im Timelinefenster, über der gewünschte Variable mit der rechten Maustaste klicken.

Man kommt nun in Kontextmenü. Hier hat man unterschiedliche Möglichkeiten, unter anderem auch ein Diagramm darstellen zu lassen. Der Videograph gibt anschließend ein Diagramm aus, man kann sich hier anschließend noch entscheiden ob man das Diagramm in absoluter oder relativer Zeit dargestellt haben möchte. Dies kann man mit dem Befehl Optionen einstellen, damit das aber funktioniert, muss das Diagramm geöffnet sein. Der Befehl Diagramm ist nur dann durchführbar, wenn man das Zusatzmodul von Videographen besitzt.<sup>53</sup> Da man allerdings die Achsen nicht formatieren kann, ist zu empfehlen die Daten in Excel einzutragen. Hier hat man nun mehrere Möglichkeiten, man kann sich die Daten einerseits als eine kommagetrennte Textdatei darstellen lassen, andererseits kann man auch die Werte direkt vom Diagramm ablesen. Eine weitere Möglichkeit die Daten weiterzuverarbeiten ist es, diese in SPSS zu exportieren. Abbildung 23 zeigt die Arbeitsumgebung im Videographen. Man kann hier die unterschiedlichen Fenster noch individuell anpassen. Das Kodierfenster dient nicht nur alleine der Kodierung, sondern zusätzlich kann man sich hier auch Stellen transkribieren lassen. Dies habe ich allerdings für meine Auswertungen nicht verwendet. Lässt sich aber auch mit diesem Kodierfenster durchführen. Wie man dafür genau vorgeht, findet man in der Bedienungsanleitung des Videographen.

---

<sup>53</sup> Videograph. Bedienungsanleitung. <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/videograph/videograph.pdf> (5.6.2012)

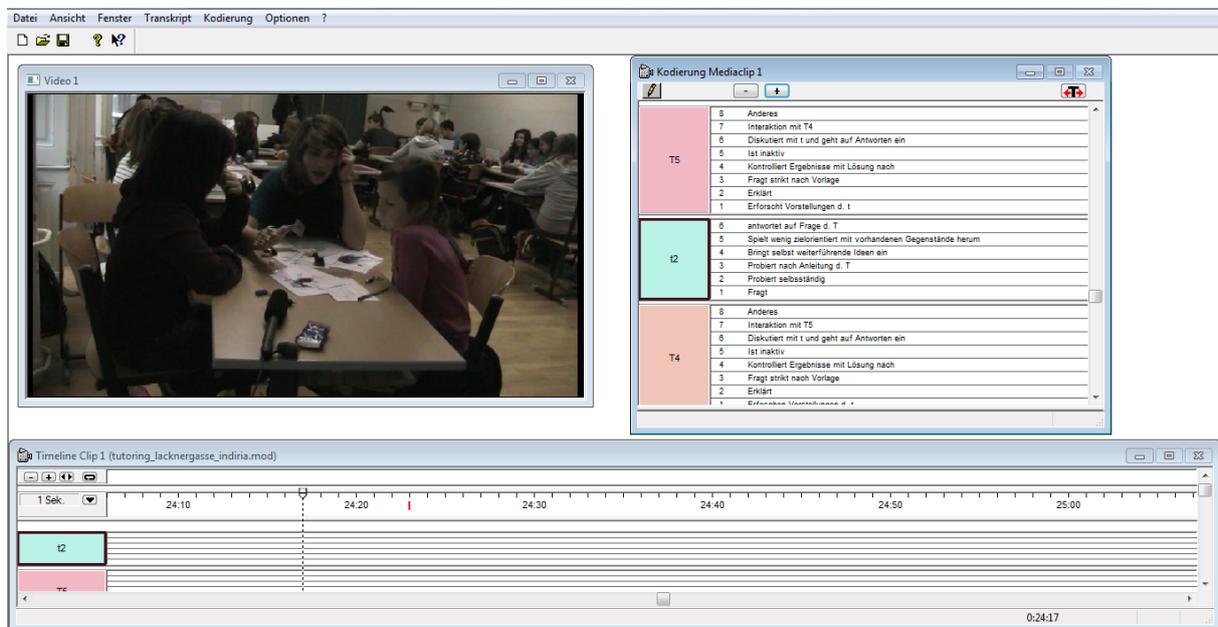


Abbildung 23: Arbeitsumgebung Videograph

#### 5.2.4 Erhebungsinstrument Fragebögen

Im folgenden Absatz werden die verwendeten Fragebögen vorgestellt. Gleich zu Beginn ist zu erwähnen, dass zusätzlich zu den motivationalen Fragebögen ein Fragebogen zur Erhebung der Schülervorstellungen gemacht wurde. Dieser war ein kurzer Wissenstest, bei dem unterschiedliche Items zum Thema Schatten und geradliniger Lichtausbreitung abgeprüft wurden. Auf Verdacht, dass der Wissenstest nicht zum gewünschten Effekt geführt hat, wurden einige Schüler/innen mit ihren Prä- und Posttests konfrontiert und um Erklärungen für ihr Antwortverhalten gebeten. Da die befragten Schüler/innen auf Verständnisprobleme hinweisen, etwa war der Begriff Schattenbild unklar. Ein Schüler hat auch erwähnt, er wisse gar nicht warum er das so gemacht hat, es habe ihn nicht mehr gefreut. Aufgrund dieser Erhebungen, wird der Wissenstest im Folgenden bei den Auswertungen weggelassen.

Um das Engagement möglichst objektiv zu erheben, wurden neben Interviews auch folgende Fragebögen zur Auswertung verwendet. Für die Erfassung des Engagements vor dem Tutoring in den Bereichen Interesse und Herausforderung wurden zwei Skalen aus dem Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation (FAM) nach Rheinberg (2011) verwendet. Die entsprechenden 9 Items, die die Skalen Interesse und Herausforderung bilden, sind in Tabelle 4 dargestellt. Auf einer 5-stufigen Likert-Skala wurden damit kurz vor dem Tutoring die momentanen motivationalen Einstellungen der Schüler/innen Wissen an jüngere Peers zu vermitteln, erfasst.

|    |   | stimmt<br>völlig      | stimmt<br>eher        | stimmt<br>teilweise   | stimmt<br>eher nicht  | stimmt<br>gar nicht   |
|----|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    | <b>Konstrukt INTERESSE</b>  |                       |                       |                       |                       |                       |
| 1  | Ich mag solche Aufgaben (jemandem etwas zu erklären).   | <input type="radio"/> |
| 4  | Bei dieser Aufgabe mag ich es in die Rolle des Wissenschaftlers zu schlüpfen, der Zusammenhänge entdeckt. | <input type="radio"/> |
| 7  | Nach diesem Mentoring scheint mir diese Aufgabe sehr interessant.   | <input type="radio"/> |
| 11 | Bei dieser Aufgabe brauche ich keine Belohnung, sie macht mir auch so viel Spaß.                          | <input type="radio"/> |
| 17 | So etwas würde ich auch in meiner Freizeit machen.  | <input type="radio"/> |
|    | <b>Konstrukt HERAUSFORDERUNG</b>  |                       |                       |                       |                       |                       |
| 6  | Diese Aufgabe ist eine richtige Herausforderung für mich.   | <input type="radio"/> |
| 8  | Ich bin sehr gespannt darauf, wie gut ich hier abschneiden werde.   | <input type="radio"/> |
| 10 | Ich bin fest entschlossen mich bei dieser Aufgabe voll anzustrengen.                                      | <input type="radio"/> |
| 15 | Wenn ich diese Aufgabe schaffe werde ich schon ein wenig stolz auf mich sein.                             | <input type="radio"/> |

Tabelle 4: Jeweilige Items aus dem FAM für die Skalen Interesse und Herausforderung

Die Items zur Erfassung des Interesses betreffen die Wertschätzung des Aufgabeninhalts, während die Herausforderung Auskunft gibt, wie sehr die Aufgabensituation leistungsthematisch interpretiert wird.<sup>54</sup> Der Faktor Interesse wird nicht nur durch das Sachinteresse erfasst; die Items 11 und 17 beziehen sich auch auf die Freiwilligkeit der Aufgabenbearbeitung ab.

Nicht nur vor dem Tutoring wurde die aktuelle Motivation erhoben, sondern auch im Anschluss daran. Um auch hier das Engagement möglichst objektiv zu erheben wurde eine Skala interest/enjoyment aus dem modifizierter Fragebogen von Frau Mag. Korner et. al (2012), der auf der Basis des IMI (Intrinsic Motivation Inventory)<sup>55</sup> basiert. Übersetzt wurde diese Skala nicht mit dem Interesse, sondern mit Freude an der Tätigkeit, da diese in Tabelle 5 zu findenden 5 Items eher die Freude an der Tätigkeit erheben.

|    |  | stimmt<br>völlig      | stimmt<br>eher        | stimmt<br>teilweise   | stimmt<br>eher nicht  | stimmt<br>gar nicht   |
|----|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    | <b>Konstrukt FREUDE AN DER TÄTIGKEIT</b>                             |                       |                       |                       |                       |                       |
| 1  | Diese Tätigkeit hat Spaß gemacht.                                    | <input type="radio"/> |
| 6  | Ich fand diese Tätigkeit sehr interessant.                           | <input type="radio"/> |
| 9  | Ich dachte beim Tutoring daran, wie gerne ich anderen etwas erkläre. | <input type="radio"/> |
| 16 | Ich habe diese Tätigkeit sehr gerne gemacht.                         | <input type="radio"/> |
| 19 | Ich bin bereit das wieder zu machen.                                 | <input type="radio"/> |

Tabelle 5: Freude an der Tätigkeit und ihre zugehörigen 5 Items

Auch bei diesem Fragebogen wurde wieder eine 5-Stufige Likert-Skala verwendet, um die momentanen motivationalen Einstellungen nach dem Tutoring zu erheben.

<sup>54</sup> nach: <http://www.psych.uni-potsdam.de/people/rheinberg/messverfahren/FAMLangfassung.pdf> (5.6.2012)

<sup>55</sup> nach: Deci, E. & Ryan, R.M. (2003). Intrinsic Motivation Inventory, <http://www.selfdeterminationtheory.org/questionnaires/10-questionnaires/50> (6.6.2012)

Eine interessante Frage konnten wir mittels Fragebogenerhebungen auch beantworten, so wurde etwa mit Hilfe der „Skalen zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülerinnen und Schülern“, der SDI (Selbstbestimmungsindex) der untersuchten Tutoren/innen berechnet (vgl. Müller et al., 2007). Zur Bestimmung des SDIs werden die 17 verwendeten Items in vier Subskalen, nämlich (1) Intrinsische Regulation, (2) Identifizierte Regulation, (3) Introjierte Regulation und (4) Externale Regulation, eingeteilt. Die Zuordnung der jeweiligen Items ist in Tabelle 6 dargestellt.

|    |   | stimmt<br>völlig      | stimmt<br>eher        | stimmt<br>teilweise   | stimmt<br>eher nicht  | stimmt<br>gar nicht   |
|----|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    | <b>Konstrukt INTRINSISCHE REGULATION</b>  |                       |                       |                       |                       |                       |
|    | <b>Ich arbeite und lerne im Fach Physik,...</b>   |                       |                       |                       |                       |                       |
| 1  | ... weil es mir Spaß macht.   | <input type="radio"/> |
| 5  | ... weil ich neue Dinge lernen möchte.  | <input type="radio"/> |
| 9  | ... weil ich es genieße mich mit diesem Fach auseinander zu setzen.                           | <input type="radio"/> |
| 13 | ... weil ich gerne Aufgaben in diesem Fach löse.  | <input type="radio"/> |
| 17 | ... weil ich gerne über Dinge dieses Faches nachdenke.  | <input type="radio"/> |
|    | <b>Konstrukt IDENTIFIZIERTE REGULATION</b>  |                       |                       |                       |                       |                       |
| 3  | ... um später eine bestimmte Ausbildung machen zu können                                      | <input type="radio"/> |
| 7  | ... weil ich damit mehr Möglichkeiten bei der späteren Berufswahl habe.                       | <input type="radio"/> |
| 11 | ... weil ich mit dem Wissen im Fach Physik später einen besseren Job bekomme.                 | <input type="radio"/> |
| 15 | ... weil ich die Sachen, die ich hier lerne, später einmal gebrauchen kann.                   | <input type="radio"/> |
|    | <b>Konstrukt INTROJIZIERTE REGULATION</b>   |                       |                       |                       |                       |                       |
| 2  | ... weil ich möchte, dass meine LehrerIn denkt, ich bin eine gute Schülerin                   | <input type="radio"/> |
| 6  | ... weil ich ein schlechtes Gewissen hätte, wenn ich wenig tun würde.                         | <input type="radio"/> |
| 10 | ... weil ich möchte, dass die anderen SchülerInnen von mir denken, dass ich ziemlich gut bin. | <input type="radio"/> |
| 14 | ... weil ich mich vor mir selbst schämen würde, wenn ich in Physik nicht arbeite und lerne.   | <input type="radio"/> |
|    | <b>Konstrukt EXTERNALE REGULATION</b>   |                       |                       |                       |                       |                       |
| 4  | ... weil ich sonst von zu Hause Druck bekomme.  | <input type="radio"/> |
| 8  | ... weil ich sonst Ärger mit meiner LehrerIn bekomme.   | <input type="radio"/> |
| 12 | ... weil ich sonst schlecht Noten bekomme.  | <input type="radio"/> |
| 16 | ... weil ich einfach lernen muss.   | <input type="radio"/> |

Tabelle 6: Zuordnung der Items in die Subskalen

Nun berechnet man von den einzelnen Subskalen das arithmetische Mittel. Das heißt man addiert die einzelnen Werte der jeweiligen Items und dividiert dies durch die gesamte Anzahl der einzelnen Subskalen. Diese Mittelwerte verwendet man nun in der weiteren Berechnung des SDIs. Dieser wird mittels eines gewichteten Mittels berechnet.

$$SDI = (2x \text{ intrinsische Regulation}) + \text{identifizierte Regulation} - \text{introjierte Regulation} - (2x \text{ externale Regulation})$$

Müller et. al (2007) gewichten also die beiden äußeren Faktoren schwerer. Das bedeutet die intrinsische und externale Regulation zählen in dieser Auswertung doppelt. Da von [0; 4] kodiert

wurde, kann der SDI der Tutoren/innen einen Wert im Intervall [-12; 12] annehmen. Besitzt der Tutor/in einen positiven Wert, so bedeutet dies, dass der jeweilige Tutor/in eher intrinsisch motiviert ist. Je höher der jeweilige Wert nun ist umso intrinsischer ist er/sie motiviert.

Des Weiteren wurden nicht nur Fragebögen zur aktuellen Motivation durchgeführt, sondern es wurde auch die Selbstwirksamkeitserwartung der einzelnen Tutoren/innen unmittelbar vor dem Tutoring erhoben. Dies wurde mit einem Fragebogen (vgl. Tabelle 7) zur Selbstwirksamkeitserwartung nach Jerusalem et al. (1999)<sup>56</sup> durchgeführt, wobei wie oben wieder eine 5-stufige Likert-Skala ver. Es wurde also die Selbstwirksamkeitserwartung erhoben, wie sehr sich die Tutoren/innen das Arbeiten mit den Jüngeren zutrauen.

|    |   | stimmt<br>völlig      | stimmt<br>eher        | stimmt<br>teilweise   | stimmt<br>eher nicht  | stimmt<br>gar nicht   |
|----|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    | <b>SELBSTWIRKSAMKEITSERWARTUNG</b>  |                       |                       |                       |                       |                       |
| 1  | Wenn sich Widerstände auftun, finde ich Mittel und Wege, mich durchzusetzen.                  | <input type="radio"/> |
| 2  | Die Lösung schwieriger Probleme gelingt mir immer, wenn ich mich darum bemühe.                | <input type="radio"/> |
| 3  | Es bereitet mir keine Schwierigkeiten, meine Absichten und Ziele zu verwirklichen.            | <input type="radio"/> |
| 4  | In unerwarteten Situationen weiß ich immer, wie ich mich verhalten soll.                      | <input type="radio"/> |
| 5  | Auch bei überraschenden Ereignissen glaube ich, dass ich gut mit ihnen zurechtkommen kann.    | <input type="radio"/> |
| 6  | Schwierigkeiten sehe ich gelassen entgegen, weil ich meinen Fähigkeiten immer vertrauen kann. | <input type="radio"/> |
| 7  | Was auch immer passiert, ich werde schon klarkommen.  | <input type="radio"/> |
| 8  | Für jedes Problem kann ich eine Lösung finden.  | <input type="radio"/> |
| 9  | Wenn eine neue Sache auf mich zukommt, weiß ich, wie ich damit umgehen kann.                  | <input type="radio"/> |
| 10 | Wenn ein Problem auftaucht, kann ich es aus eigener Kraft meistern.                           | <input type="radio"/> |

Tabelle 7: Selbstwirksamkeitserwartung nach Jerusalem et. al (1999)

<sup>56</sup> <http://userpage.fu-berlin.de/health/germscal.htm> (6.6.2012)

## 6. Ergebnisse

Legende

### Interventionen, die in der Sekundarstufe I, des Schultyps KMS (Kooperative Mittelschule) erfolgten

| Bezeichnung     | Datum      | Anmerkungen  |
|-----------------|------------|--|
| I <sub>K1</sub> | 27.10.2011 | Das Interview erfolgte vor dem Optikunterricht, also noch vor dem Mentoring. Es wurden hier die vorunterrichtlichen Vorstellungen erhoben, also der aktuelle Wissenstand |
| V <sub>K1</sub> | 4.11.2011  | Das Mentoring wurde mit zwei Kameras videographiert.   |
| I               | 10.11.2011 | Dies war ein Zwischeninterview. Hier wurde allerdings der aktuelle Wissenstand nicht erhoben, daher werde ich es in untenstehenden Tabellen weglassen.                   |
| V <sub>K2</sub> | 14.12.2011 | Das Tutoring, mit der Volksschule, wurde mit vier Kameras videographiert.  |
| I <sub>K2</sub> | 19.12.2011 | Abschlussinterview erfolgte nach dem Tutoring. Es wurde nach Durchlauf des Projektsettings, wieder der aktuelle Wissenstand erhoben.                                     |
| I <sub>K3</sub> | 24.5.2012  | Follow-Up-Interview mit einigen ausgewählten Schülern  |

### Intentionen, die in der Volksschule (4. Schulstufe) erfolgten

| Bezeichnung     | Datum      | Anmerkungen  |
|-----------------|------------|--|
| I <sub>V1</sub> | 10.11.2011 | Das Interview erfolgte vor dem Optikunterricht, also noch vor dem Tutoring durch die Sekundarstufe I. Es wurden hier die vorunterrichtlichen Vorstellungen erhoben, also der aktuelle Wissenstand. |
| I <sub>V2</sub> | 20.12.2011 | Interview nach dem Tutoring durch die Sekundarstufe I.   |
| V <sub>V1</sub> | 22.2.2012  | Das Mentoring wurde mit zwei Kameras videographiert.   |
| V <sub>V2</sub> | 27.2.2012  | Das Tutoring, mit dem Kindergarten, wurde mit vier Kameras videographiert.   |
| I <sub>V3</sub> | 10.3.2012  | Tiefeninterviews mit drei ausgewählten Schülern. Die Leitfäden dafür wurden formativ entwickelt.   |
| I <sub>K3</sub> | 16.5.2012  | Follow-Up-Interview mit einigen ausgewählten Schülern  |

## Schüler/innen:

| Bezeichnung    | Beschreibung              | Rollen             |
|----------------|---------------------------|--------------------|
| T <sub>1</sub> | Schüler der Sek I, KMS    | Tutor Tabelle 8    |
| T <sub>2</sub> | Schüler der Sek I, KMS    | Tutor Tabelle 9    |
| T <sub>3</sub> | Schüler der Sek I, KMS    | Tutor Tabelle 10   |
| T <sub>4</sub> | Schülerin der Sek I, KMS  | Tutorin Tabelle 11 |
| T <sub>5</sub> | Schülerin der Sek I, KMS  | Tutorin Tabelle 12 |
| t <sub>1</sub> | Schüler der Volksschule   | Tutee Tabelle 13   |
| t <sub>2</sub> | Schülerin der Volksschule | Tutee Tabelle 14   |
| t <sub>3</sub> | Schülerin der Volksschule | Tutee Tabelle 15   |

Der folgende Abschnitt zeigt eine Übersicht über die Vorstellungen der oben angeführten Schüler/innen. Ich habe mich hier auf vier Schülervorstellungen beschränkt, die ich mittels Interviews erhoben habe. Beim anschließenden Auswerten habe ich die Vorstellungen in drei unterschiedliche Kategorien eingestuft:

Die erste Stufe stellt die vorunterrichtliche Vorstellung dar, das heißt die Präkonzepte mit denen die Schüler/innen in den Unterricht kommen. Es zeigte sich, dass jeder/jede meiner acht ausgewählten Schüler/innen solche Präkonzepte besitzt. Manche lassen sich im Verlauf des Projekts umwandeln, andere sind tief verankert und ziehen sich bis zuletzt durch. Sie sind also tief verankert „deep structure“ im Sinne von Niedderer & Schecker, 1992).

Die zweite Spalte nennt sich halbwissenschaftliche Vorstellung, das bedeutet, dass sich hier die Schüler/innen schon ein Stück weit in Richtung der wissenschaftlichen Vorstellungen bewegen, allerdings immer noch nicht ganz von ihren Vorunterrichtlichen Vorstellungen abweichen. Hier habe ich auch Vorstellungen eingestuft, die im Laufe des Gesprächs mit mir entstanden sind („current construction“ im Sinne von Niedderer & Schecker, 1992). Es handelt sich also um Vorstellungen, die spontan und aus der Situation heraus, von den Schüler/innen erzeugt werden. Diese Kategorie ist also eine Mittelstufe, auf dem Weg zu wissenschaftlichen Vorstellungen. Ziel ist es demnach, alle Schüler/innen im Laufe der unterschiedlichen Interventionen auf die letzte Stufe, nämlich jeder der wissenschaftlichen Vorstellung, zu verhelfen. Leider funktioniert das nicht immer so ganz einfach. Allerdings kann man in den untenstehenden Tabellen schon erste positive Lernerfolge verzeichnen.

| Thema   | Vorunterrichtliche Vorstellung   | Halbwissenschaftliche Vorstellung   | Wissenschaftliche Vorstellung   |
|---|--|---|---|
| Sehvorstellung und Licht                          |  | <p><math>I_{K1}</math>: es so dass das Licht auf das Buch trifft und dadurch wird es beleuchtet und dadurch können wir es lesen.</p> <p>(current construction)</p>  | <p><math>I_{K1}</math>: Licht ist eine Zusammenkunft von allen Farben, die wir durch die Linse trennen und dann im Gehirn als Licht verarbeiten.</p> <p>Licht muss ins Auge fallen</p> <p><math>I_{K2}</math>: Licht ist ein heller Schein in unseren Augen.</p> <p>Die Lichtquelle wirft Licht auf das Objekt, in dem Fall auf das Buch, das Buch reflektiert das Licht in alle Richtungen und ein Strahl trifft in unser Auge.</p> <p><math>V_{K2}</math>: Licht trifft auf das Buch, das Buch reflektiert, also wirft das Licht in alle Richtungen auch in unser Auge, dadurch sehen wir.</p>  |
| Schatten:<br>Was ist das?                         |  | <p><math>I_{K1}</math>: Der Schatten ist eine Ablenkung des Lichts. Das Licht wird abgelenkt, in eine andere Richtung, dadurch sieht man den Hintergrund schwarz oder dunkler.</p>  | <p><math>I_2</math>: Die Sonne leuchtet auf ein Objekt, jetzt nehmen wir den Radfahrer, der Radfahrer wirft es zurück und hinter dem Radfahrer haben wir dann einen dunklen Fleck, wo das Licht nicht hinkommt.</p> <p>Eine Stelle wo kein Licht hinkommt.</p> <p>Ein schwarzer Fleck, also eine Stelle wo kein Licht hinkommt.</p>   |
| Wie hängt Schatten mit Lichtausbreitung zusammen? | <p><math>I_{K1}</math>: Licht breitet sich nicht aus, es ist einfach da.</p> | <p><math>I_{K1}</math>: Schatten muss immer hinter dem Objekt liegen, wenn die Lichtquelle vor dem Objekt liegt.</p> <p>(current construction)</p> <p><math>I_{K2}</math>: Wenn es (das Licht) nicht auf einen Punkt gerichtet wird, breitet sich das Licht in alle Richtungen geradlinig aus. ;</p> <p><math>V_{K2}</math>: Licht verläuft immer geradlinig also in einer geraden Linie, Objekt ist ein Lichtfernhalter, der reflektiert das Licht weg und dahinter wird es schwarz.</p> | <p><math>I_{K2}</math>: Geradlinige Lichtausbreitung.</p> <p>Weil sich das Licht geradlinig ausbreitet.</p> <p>Schatten geht immer von der Lichtquelle aus. Die einfachste Variante diesen Schatten zu zeichnen wäre mit Lineal an Lichtquelle anzulegen und an den äußersten Punkt des Objekts und verbinden.</p>  |
| Eigenschaften des Schattens                       |  | <p><math>V_{K2}</math>: Schatten hat immer Verbindung zum Bodennächsten Punkt.</p>  | <p><math>I_{K1}+I_{K2}</math>: Mehrere Lichtquellen, mehrere Schatten; Schatten muss ident sein mit dem Gegenstand; Schatten muss nicht mit dem Gegenstand verbunden sein.</p> <p><math>V_{K1}</math>: Man kann Schatten verstecken</p> <p>Schatten sind nicht an einem Punkt, sondern einer hat zwei Schatten, also mehr Lichtquellen mehr Schatten.</p> <p>Lichtquelle weiter weg → Großer Schatten</p> <p>Näher ran → Kleiner Schatten.</p> <p>[Probiert weiter aus und kommt auf Kippbewegung drauf]</p> <p>Man kann Schatten nicht übermalen.</p> <p><math>V_{K2}</math>: Schatten ist immer schwarz, als grau scheint er nur, weil die Umgebung so hell ist. Mehr Lichtquellen → Mehr Schatten.</p> |

Tabelle 8: Übersicht über die Vorstellungen von Schüler T<sub>1</sub>

| Thema   | Vorunterrichtliche Vorstellung  | Halbwissenschaftliche Vorstellung  | Wissenschaftliche Vorstellung  |
|---|---|--|--|
| Sehvorstellung und Licht                          | <p><math>I_{K2}</math>: Licht ist also eine Energiequelle, zum Beispiel Sonne, Licht<br/>(deep structure)</p> | <p><math>I_{K1}</math>: Licht ist Sonne und kommt über die Strahlen zu uns und bewegt sich mit Lichtgeschwindigkeit.<br/>Weil/das Licht muss erst in mein Gehirn kommen. Also nicht ich schaue hin, sondern irgendwie muss das in mein Auge treffen. Das Licht scheint runter und die Wörter kommen quasi zu mir ins Aug. Glaub ich.</p>   | <p><math>I_{K2}</math>: Licht breitet sich geradlinig aus.<br/>Das Licht scheint auf das Buch, das Buch ahm... reflektiert das Buch auf das Auge./ Das Licht wird reflektiert, das nehme ich an.<br/><math>V_{K2}</math>: [spricht Satz von <math>T_3</math> fertig] Kommt in das Auge und so sehen wir.</p>   |
| Schatten:<br>Was ist das?                         |   | <p><math>I_{K1}</math>: Ich weiß nicht wie ich sagen soll. Wir projizieren einen Schatten. Ein Objekt muss da sein und ohne Licht funktioniert es auch nicht.<br/><math>I_{K2}</math>: Eine Projektion vom Objekt</p>  | <p><math>I_{K2}</math>: Eine Stelle wo kein Licht hinkommt.<br/><math>V_{K2}</math>: Kann kein Licht hinkommen.</p>  |
| Wie hängt Schatten mit Lichtausbreitung zusammen? |   |  | <p><math>I_{K1}</math>: Die Lichtquelle scheint auf das Objekt und das Objekt verdeckt das Licht.<br/><math>I_{K2}</math>: Wir brauchen drei Dinge; Licht ein Objekt und eine Wand. Wir verdecken einen Teil des Lichts.<br/>Weil sich Schatten geradlinig verbreitet,...<br/>Na der Schatten muss halt so sein (zeigt eine Gerad zwischen Lichtquelle, Objekt und Schatten)<br/><math>V_{K1}</math>: Muss gerade sein.<br/>Mensch müsste vor dem Schatten stehen.<br/><math>V_{K2}</math>: Weil Licht scheint auf das Auto und dahinter kann es nicht hinkommen und deshalb ist dort der Schatten.<br/>Schatten kann nicht wellig sein → muss gerade sein.<br/>Also Licht strahlt, strahlt, strahlt, da ist überall Licht und es spaltet sich auf und da geht es außen beim Objekt vorbei und dahinter kann kein Licht hinkommen.</p> |
| Eigenschaften des Schattens                       |   | <p><math>I_{K1}</math>: Man kann nicht über seinen eigenen Schatten springen, da kommt man auf. So schnell ist er nicht. Ich glaube man kommt auf dem Schatten auf, aber ich weiß es nicht. (current construction)<br/>Ich sehe schon mehrere Schatten. Von wo kommt das Licht? //<br/>Es gibt in den Ecken Lichtquellen. Also von hier gibt es diesen Schatten, von hier gibt es diesen, ...<br/><math>V_{K1}</math>: Schattengröße ändert sich nur durch näher ran oder weiter weg</p> | <p><math>I_{K2}</math>: Mehrere Schatte, weil in allen vier Ecken Lichtquellen sind.<br/>Man kann seinen Schatten nicht erschießen. Der bleibt immer da.<br/><math>V_{K1}</math>: Schatten muss hinter Objekt sein, wenn davor die Lichtquelle ist.<br/><math>V_{K2}</math>: Schatten entsteht nur wenn ein Objekt da ist, ohne Objekt ist kein Schatten.</p>  |

Tabelle 9: Übersicht über die Vorstellungen von  $T_2$

| Thema   | Vorunterrichtliche Vorstellung  | Halbwissenschaftliche Vorstellung  | Wissenschaftliche Vorstellung  |
|---|---|--|--|
| Sehvorstellung und Licht                          | <p>I<sub>k1</sub>: Ohne Licht würden wir nichts sehen. Was Licht ist: Ich weiß nicht. Licht geht auf das Buch und ich schaue drauf.</p> <p>I<sub>k2</sub>: Licht ist eine Lichtquelle, Sonne, Taschenlampe. Das man sieht. Ohne Licht könnte man nicht sehen.</p> <p>(deep structure)</p> | <p>I<sub>k1</sub>: Kommt von der Sonne, Taschenlampe</p> <p>I<sub>k3</sub>: Reflektieren = Spiegeln</p>  | <p>I<sub>k1</sub>: Ausbreiten tut es sich ganz schnell.</p> <p>I<sub>k2</sub>: Licht bewegt sich geradlinig.</p> <p>Licht geht zum Buch und reflektiert das und dann sehen wir das.</p> <p>V<sub>k2</sub>: Licht breitet sich geradlinig aus.</p> <p>Licht geht auf das Buch und wird dort reflektiert, [T<sub>2</sub> beendet den Satz]. Wenn Objekt da ist, dann kann man nicht hinsehen [zur Kerze] nur wenn freie Sicht ist und man eine Gerade ziehen kann.</p> <p>I<sub>k3</sub>: Licht geht auf den Stift und fällt dann in mein Auge. Reflektieren = Zu den Augen zurückwerfen.</p>  |
| Schatten: Was ist das?                            | <p>I<sub>k1</sub>: Keine Ahnung</p>   | <p>I<sub>k2</sub>: Eine Proj...<br/>Ein Bild, Spiegelbild, Nein...</p>   | <p>I<sub>k2</sub>: Ein schwarzer Fleck, eine lichtlose Stelle.</p> <p>I<sub>k3</sub>: Ein schwarzer Fleck, wo kein Licht hinkommt.</p>   |
| Wie hängt Schatten mit Lichtausbreitung zusammen? | <p>I<sub>k2</sub>: Weiß nicht warum hier die Lampe leuchtet. (Kann den Zsh. Zwischen geradliniger Lichtausbreitung und Pos. Des Schattens nicht erkennen)</p> <p>V<sub>k1</sub>: Keine Ahnung wie Schatten entsteht.</p>  | <p>I<sub>k1</sub>: Licht trifft auf das Auto,... Keine Ahnung.</p> <p>V<sub>k2</sub>: Wenn es gerade kommt, dann geht Schatten auch gerade.</p> <p>(Krawatte) [Kann das so sein?] Ja. [Kann das so wellig sein?] Nein wellig nicht. (current construction)</p> | <p>I<sub>k2</sub>: Man braucht ein Objekt, eine Lichtquelle und dann entsteht im Hintergrund ein Schatten. (Ich lege einen Stift hin.) Achso wegen der geradlinigen Ausbreitung.</p> <p>V<sub>k1</sub>: Weil Lichtquelle von rechts kommt, gegenüber Schatten.</p> <p>V<sub>k2</sub>: Licht macht keine Wellen, es muss geradlinig sein.</p> <p>Fällt da drauf und Schatten muss gerade sein.</p> <p>Kommt von links und scheint auf der Wand rechts. Und wenn es von rechts kommt, dann erscheint er auf der Wand links.</p> <p>I<sub>k3</sub>: Man braucht eine Lichtquelle, ein Objekt und... na wenn das Licht auf das Objekt trifft ist dahinter ein Schatten.</p>  |
| Eigenschaften des Schattens                       | <p>V<sub>k1</sub>: Schatten bleibt liegen. [Schatten verstecken]</p>  | <p>I<sub>k1</sub>: Es ist möglich das man mehrere Schatten hat. Das das // Die Sonne, das Licht gleichmäßig auf den Menschen zutrifft. (Lichtquelle müsste oben sein)</p> <p>I<sub>k2</sub>: Ein Bild, Spiegelbild, Nein...</p>                                | <p>I<sub>k1</sub>: Die Pistole ist falsch.</p> <p>I<sub>k2</sub>: Kann mehrere Schatten haben. Licht kommt von den Ecken.</p> <p>V<sub>k1</sub>: Der Schatten ist verkehrt.</p> <p>Mehre Lampen, Mehrere Schatten [hat es ausprobiert]</p> <p>[Wenn ich von oben drauf leuchte, dann habe ich?]</p> <p>Kleinen Schatten. Oben Klein, Unten groß</p> <p>Weiter weg, wird er auch größer.</p> <p>V<sub>k2</sub>: Es geht nicht dass man Schatten umdreht. [Falscher Schatten]. Wenn man auf den Schatten mit einer Lichtquelle draufleuchtet, dann ist er weg. Weiter weg, dann ist er kleiner, näher ran dann ist er größer. Mehrere Lichtquellen, mehrere Schatten.</p> <p>I<sub>k3</sub>: Der Schatten ist nicht immer sichtbar mit dem Gegenstand verbunden.</p> |

Tabelle 10: Übersicht über die Vorstellung von T<sub>3</sub>

| Thema   | Vorunterrichtliche Vorstellung   | Halbwissenschaftliche Vorstellung  | Wissenschaftliche Vorstellung   |
|---|--|--|---|
| Sehvorstellung und Licht                          | <p>I<sub>k1</sub>: Licht? Ist Strom, ich weiß nicht...</p> <p>Können sehen weil es hell ist.</p> <p>Das Licht kommt auf das Buch und ich schaue hin.</p> <p>V<sub>k2</sub>: Reflektieren heißt....</p> |  | <p>I<sub>k2</sub>: Ich weiß ohne Licht kann man nicht sehen. Und ähm... und Licht kommt von der Sonne und von Lampen und so... und ähm halt um was zu sehen, muss Licht auf Objekt oder so scheinen und das reflektiert es in mein Auge. Licht geht gerade in alle Richtungen.</p> <p>Licht geht auf das Buch und dann geht das Licht in alle Richtungen, auch in mein Auge</p>   |
| Schatten:<br>Was ist das?                         | <p>I<sub>k1</sub>: Kann ich irgendwie nicht erklären</p>   |  | <p>I<sub>k2</sub>: Ist eine Stelle wo kein Licht hinkommt.</p> <p>V<sub>k2</sub>: Ein Schatten ist das wo kein Licht hinkommt.</p>  |
| Wie hängt Schatten mit Lichtausbreitung zusammen? | <p>V<sub>k2</sub>: ?</p>   | <p>V<sub>k2</sub>: [fragt T<sub>5</sub>] Also nicht wellig?</p>  | <p>I<sub>k1</sub>: Wenn das Licht auf das Auto kommt, dann wirft es dahinter einen Schatten.</p> <p>I<sub>k2</sub>: Muss immer auf einer geraden Linie sein.</p> <p>V<sub>k2</sub>: [Nach Erklärung von T<sub>5</sub>] Licht scheint auf das Kamel und hinter Kamel kann kein Licht sein, weil es vorne draufscheint und deshalb hinten der Schatten.</p>   |
| Eigenschaften des Schattens                       | <p>V<sub>k2</sub>: Schatten wird größer, wenn man lange weit weg geht.</p>   | <p>I<sub>k1</sub>: Mehrere Schatten, Mehrere Lichtquellen (geraten) (current construction)</p> <p>V<sub>k2</sub>: Man kann den Schatten nicht übermalen, man kann da ein Kastel draufstellen, dann ist er weg.</p> | <p>I<sub>k1</sub>: Er zeigt ja mit der Pistole und auf dem Schatten ist ein anderes Bild.</p> <p>I<sub>k2</sub>: Weil in einem Fußballstadion sind halt mehrere Lichter, deshalb umso mehr Lichtquellen da sind, umso mehr Schatten hat er.</p> <p>Erst mal ist der Schatten hier total anders, als was der Lucky Luke macht und ja.../ Aja und die Haarlocke ist auf der falschen Seite.</p> <p>V<sub>k2</sub>: Ist auf der falschen Seite und verkehrt.</p> <p>[Nach Erklärung von T<sub>5</sub>] Achso wird immer kleiner wenn man weiter weg geht, wenn man näher ran geht dann größer.</p> |

Tabelle 11: Übersicht über die Vorstellungen von T<sub>4</sub>

**Anmerkung:** Schülerin, hat beim Mentoring (V<sub>1</sub>) überhaupt nicht mitgearbeitet, nichts ausprobiert und nichts (zum Thema passendes) gesprochen.

| Thema   | Vorunterrichtliche Vorstellung  | Halbwissenschaftliche Vorstellung   | Wissenschaftliche Vorstellung   |
|---|---|---|---|
| Sehvorstellung und Licht                          | I <sub>K1</sub> : Licht ist, ähm... eine Lichtquelle. Da wo es einfach heller ist.  | I <sub>K1</sub> : Die Sonne ist zum Beispiel eine Lichtquelle. Die (Lichtquellen) strahlen Licht aus.<br>I <sub>K3</sub> : Reflektieren = Licht wird umgelenkt. | I <sub>K1</sub> : Licht bewegt sich gerade, es macht keine Wellen. Licht geht auf das Buch und die Strahlen die zurückgehen, die nehme ich auf.<br>V <sub>K2</sub> : Licht geht auf die grüne Box, diese Box reflektiert in Auge.<br>V <sub>K2</sub> : Lichtquelle scheint auf das Buch und das Buch reflektiert die Farben, oder was auch immer da ist, in unser Auge. Also das Buch scheint nicht. Wenn es dunkel ist, kann man nur schlecht sehen, weil dann wenig Licht ist. Geht überall hin das ist Weg den wir sehen.<br>Kann man sehen, weil wir einen geraden Weg zur Lampe haben.<br>Reflektieren heißt: zurückscheinen, zurückwerfen, also wenn das Licht wieder zurück kommt.<br>I <sub>K3</sub> : Licht geht auf den Stift und dann ins Auge.  |
| Schatten:<br>Was ist das?                         |   | I <sub>K3</sub> : Eine Projektion von Licht   | I <sub>K1</sub> : Dort wo kein Licht hinkommt.<br>I <sub>K3</sub> : Eine Stelle, wo kein Licht hinkommt.  |
| Wie hängt Schatten mit Lichtausbreitung zusammen? |   |   | I <sub>K1</sub> : Die Lichtquelle strahlt Licht aus und ein Objekt steht im Weg und auf dem Hintergrund wird halt dann Schatten, wo kein Licht hinkommt.<br>V <sub>K2</sub> : Lichtquelle geht auf das Auto und dahinter kann Licht nicht hin und deshalb ist da dann Schatten.<br>Schatten kann nicht wellig sein, sondern muss gerade sein.<br>I <sub>K3</sub> : Das ist eigentlich, wenn ein Objekt steht und darauf scheint ein Licht, dann ist dahinter ein Schatten. Weil sich Licht geradlinig ausbreitet.   |
| Eigenschaften des Schattens                       | V <sub>K1</sub> : Man kann Schatten nicht durch anderen verstecken. Man hat dann dort keinen Schatten mehr.<br>I <sub>K3</sub> : Der Schatten ist immer sichtbar mit dem Gegenstand verbunden. (deep structure) |   | I <sub>K1</sub> : Sind halt mehrere Lichtquellen die auf ihn leuchten. Also wir haben hier eine Lampe und hier und hier und hier und hier. Und dementsprechend wirft er einen Schatten.<br>Auf dem Bild hat er eine Pistole in der Hand und auf dem Schatten nicht.<br>V <sub>K1</sub> : Monsterkuh. [Geht mit Lampe näher ran und weiter weg.]<br>Mehrere Lampen, mehrere Schatten<br>Größer wenn man weiter weg hält. → Muss aber gerade sein.<br>V <sub>K2</sub> : Weiter weg dann ist Schatten kleiner, aber dafür wird er schärfer.<br>Schau zwei Lampen → zwei Schatten,.<br>Oranger Schatten, weil das Auto hat ein oranges Fenster und da geht Licht durch, aber abgeschwächt und deshalb ist es dahinter dann orangen.<br>I <sub>K3</sub> : Wenn da das Objekt und da der Schatten ist, dann ist der Schattenraum die Strecke von Objekt bis Schatten. |

Tabelle 12: Übersicht über die Vorstellungen von T<sub>5</sub>

Vor dem Optik-Unterricht betrachtet der Schüler  $T_1$  Licht als eine Zusammenkunft aller Farben, die durch die Linse getrennt und dann im Gehirn verarbeitet wird. Der Sehvorgang wird in folgender Weise erklärt: Indem das Licht auf das Buch trifft, wird es beleuchtet und wir können lesen. Damit man allerdings etwas sieht, muss das Licht in unser Auge treffen. Der Schüler  $T_1$  hat aber zunächst keine Vorstellung davon, dass sich Licht ausbreiten muss. „*Licht breitet sich nicht aus, es ist einfach da.*“ Allerdings erwähnt er bereits zu Beginn, dass der Schatten immer hinter dem Objekt liegen muss, wenn die Lichtquelle vor dem Objekt ist. Auch die Eigenschaften des Schattens beschreibt der Schüler von Anfang an richtig. Er erkennt, dass die Form des Schattens immer „*ident*“ mit dem Gegenstand sein muss. Weiter meint er, dass mehrere Lichtquellen auch mehrere Schatten erzeugen.

Während des Projektes durchlebt der Schüler  $T_1$  einen Wandel. Er sagt nun, dass sich Licht ausbreiten muss, das heißt dass die Lichtquelle Licht auf das Objekt wirft und das Objekt das Licht in alle Richtungen reflektiert und dann zumindest ein Strahl in unser Auge trifft. Auch bei der Erklärung des Schattens kommt es während des Projektes zu produktiven Lernprozessen: So erklärt der Schüler  $T_1$  den Schatten ursprünglich als Ablenkung des Lichtes. Im Verlauf der Interventionen kommt der Schüler  $T_1$  zur Erkenntnis, dass ein Schatten ein dunkler Fleck ist, den er als Stelle, wo kein Licht hinkommt, identifiziert. Es gelingt ihm also, die Lichtausbreitung mit der Schattenentstehung zu verknüpfen. „*Das Licht verläuft immer geradlinig, also in einer geraden Linie.*“ Die Schattenbildung erklärt er damit, dass ein Objekt Licht „fernhält“, bzw. das Licht „wegreflektiert.“ Beim Tutoring gelingt es ihm, die Konstruktion des Schattens anschaulich zu erklären. Viele seiner Kollegen erkennen nicht von Anfang an, dass der Schatten nicht immer mit dem Gegenstand verbunden sein muss. Also dieser Schüler  $T_1$  unterscheidet bereits zwischen dem horizontalen und vertikalen Schatten.

Der Schüler  $T_2$  beschreibt Licht noch vor dem Optikunterricht, als Etwas das von der Sonne über die Strahlen zu uns kommt und sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegt. Zu erwähnen ist, dass dieser Schüler beim ersten Steuergruppentreffen anwesend war und folglich den Sehvorgang erklärt bekommen hat. Er antwortet allerdings mit großer Unsicherheit. Der Schüler  $T_2$  erklärt sich den Sehvorgang, als „*Licht muss erst in mein Gehirn kommen.*“ Dies beschreibt er folgendermaßen, dass man nicht aktiv hinschaut, sondern dass das Licht irgendwie in mein Auge treffen muss. Auch große Probleme bereitet dem Schüler  $T_2$  die Erklärung eines Schattens. „*Wir projizieren einen Schatten. Ein Objekt muss da sein und ohne Licht funktioniert es auch nicht.*“ Jedoch erkennt dieser Schüler  $T_2$  den Zusammenhang zwischen der Schattenentstehung und der Lichtausbreitung. Auffallend ist, dass er in diesem Zusammenhang den Schatten richtig erklärt, „*Die Lichtquelle scheint auf das Objekt und das Objekt verdeckt das Licht.*“ Auch bei den Eigenschaften ist sich dieser Schüler  $T_2$  nicht ganz sicher. Er vermutet zwar, dass mehrere Lichtquellen mehrere Schatten ergeben, weiß dieses aber nicht.

Nach den Interventionen zeigt, sich bei diesem Schüler  $T_2$ , dass nicht nur positive Lernerfolge zu verzeichnen sind. So setzt er nun etwa Licht mit der Lichtquelle gleich. Er beschreibt Licht also als eine Energiequelle, wie zum Beispiel die Sonne. Richtig erkannt hat der Schüler, dass sich Licht geradlinig ausbreitet. Den Sehvorgang erklärt er sich nun, dass das Licht auf das Buch scheint und

dieses das Licht in die Augen reflektiert. Weiter definiert der Schüler T<sub>2</sub> den Schatten als eine Stelle, wo kein Licht hinkommen kann. Auch die Schattenentstehung hat der Schüler verfeinert. Nun beschreibt er dies, dass alle drei „Dinge“ Lichtquelle, Objekt und Schatten auf einer Geraden liegen müssen. Das Licht muss also auf das Objekt treffen und dahinter entsteht ein Schatten. Der Schüler T<sub>2</sub> schafft es seine Vermutung, dass mehrere Lichtquellen mehrere Schatten ergeben, im Laufe des Projektes zu bestätigen.

Vor dem Optikunterricht fällt es dem Schüler T<sub>3</sub> sehr schwer Licht zu beschreiben. Er hat dafür keine Antwort. Einzig beschreibt dieser Schüler, dass das Licht von der Sonne kommt und sich sehr schnell ausbreitet. Den Sehvorgang erklärt der Schüler T<sub>3</sub> folgendermaßen, *„Licht geht auf das Buch und ich schaue drauf.“* Zusätzlich erwähnt der Schüler, dass man ohne Licht nichts sehen kann. Eine eigene Erklärung für den Schatten konnte der Schüler T<sub>3</sub> an dieser Stelle nicht anführen. Genauso hatte er keine Vorstellung davon, wie es zu einem Schatten kommt. Als Eigenschaften des Schattens führt er an, dass ein Gegenstand auch mehrere Schatten haben kann. Dies erklärt er sich dadurch, dass die Lichtquelle oben sein muss und Licht gleichmäßig auf das Objekt fällt.

Nach dem Optikunterricht hat der Schüler T<sub>3</sub> immer noch Probleme das Licht zu beschreiben. Er setzt das Licht mit einer Lichtquelle gleich. Licht ist also seiner Meinung nach die Sonne oder eine Taschenlampe. Er hat also dieselbe Ansicht wie T<sub>2</sub> und bemerkenswerterweise haben diese beiden Schüler im Tutoring zusammen gearbeitet. Den Sehvorgang und die Lichtausbreitung erklärt der Schüler T<sub>3</sub> wie folgt, *„Licht breitet sich geradlinig aus. Licht geht auf das Buch und wird dort reflektiert.“* Nach den Interventionen gelingt es dem Schüler T<sub>3</sub> eine Erklärung für den Schatten anzuführen. Er beschreibt den Schatten als schwarzen Fleck, eine lichtlose Stelle. Die Schattenentstehung erklärt der Schüler, man braucht dafür ein Objekt und eine Lichtquelle, dann entsteht im Hintergrund ein Schatten. Auf die Frage warum die Drei auf einer Geraden liegen, hat er zunächst keine Antwort. Nachdem ich den Stift als Hilfe hinlege, äußert er *„Achso wegen der geradlinigen Lichtausbreitung.“* Besonders betont er während des gesamten Tutorings, dass sich Licht geradlinig ausbreitet. Einen besonders positiven Lernerfolg kann man bei den Eigenschaften des Schattens verzeichnen. Der Schüler T<sub>3</sub> beschreibt nun etwa dass mehrere Lampen zu mehreren Schatten führt und das der Schatten kleiner wird wenn die Entfernung zwischen Gegenstand und Lichtquelle größer wird und umgekehrt. Er erzählt mir, dass er das selbstausprobiert hat und dadurch auf die Erkenntnisse kam. Auch das Follow-Up-Interview, meistert der Schüler T<sub>3</sub> sehr gut. Er hat sich sehr viel richtig gemerkt. Besonders bemerkenswert finde ich, dass der Schüler richtig erkannt hat, dass der Schatten nicht immer sichtbar, also dass der Schatten nicht am Gegenstand klebt, verbunden sein muss. Dies gelang nur sehr wenigen Kindern aus seiner Schulstufe.

Zur Schülerin T<sub>4</sub> ist gleich zu Beginn anzumerken, dass diese Schülerin während der Intervention Mentoring nicht mitgearbeitet hat. Die Schülerin T<sub>4</sub> vergleicht Licht mit Strom, äußert allerdings auch sofort ihr Unwissen. Weiter beschreibt sie den Sehvorgang, wie viele ihrer Mitschüler/innen, das Licht trifft auf den Gegenstand und ich schaue aktiv drauf. Eine Erklärung des Begriffes Schatten kann sie zu diesem Zeitpunkt noch nicht angeben. Allerdings wie es zu einem Schatten kommt erklärt sie folgendermaßen, *„Wenn das Licht auf das Auto kommt, dann wirft es dahinter einen Schatten.“* eine

Eigenschaft des Schattens erratet sie und zwar, dass mehrere Lichtquellen zu mehreren Schatten führt.

Im Laufe der Interventionen hat diese Schülerin T<sub>4</sub> sehr viele positive Lernerfolge erreicht. Diese kann man am Besten im Tutoring aufzeichnen. Ihre Erklärung für Licht, *„Ich weiß ohne Licht kann man nicht sehen. Und Licht kommt von der Sonne und von Lampen und halt um was zu sehen, muss Licht auf ein Objekt scheinen und das reflektiert es in mein Auge. Licht geht gerade in alle Richtungen.“* Nach dem Projekt gelingt es der Schülerin T<sub>4</sub> den Schatten zu erklären. Sie hat ihn nun also richtig als Stelle, wo kein Licht hinkommt erkannt. Zur Schattenentstehung äußerte die Schülerin T<sub>4</sub>, dass das Licht auf den Gegenstand scheint und dahinter kann kein Licht hinkommen, daher ist dort der Schatten. Und dies muss immer auf einer geraden Linie liegen. Während des Tutoring erkennt man einen Wandel, da sie anfangs noch sagt, dass der Schatten größer wird, wenn man genügend weit weg ist, äußert sie einige Minuten später, dass der Schatten kleiner wird, vergrößert man die Entfernung zwischen Lichtquelle und Gegenstand. Auch erklärt die Schülerin T<sub>4</sub> am Beispiel Fußballstadium die Eigenschaft, dass mehrere Lichtquellen zu mehreren Schatten führen.

Gleich zu Beginn ist bei der Schülerin T<sub>5</sub> anzumerken, dass diese am Tag des Abschlussinterviews gefehlt hat. Die Schülerin T<sub>5</sub> stellt sich Licht als eine Lichtquelle vor, dort wo es hell ist und etwa die Sonne schickt das Licht über die Strahlen zu uns. Den Sehvorgang beschreibt sie, bereits vor dem Optikunterricht, ausgesprochen gut: *„Licht bewegt sich gerade, es macht keine Wellen. Das Licht geht auf das Buch und die Strahlen die zurückgehen, die nehme ich auf.“* Auch den Schatten kann sie bereits als Stelle, wo kein Licht hinkommt beschreiben. Die Schülerin T<sub>5</sub> schafft es bereits ohne Optikunterricht, die Schattenentstehung und die Lichtausbreitung zu verknüpfen. *„Die Lichtquelle strahlt Licht aus und ein Objekt steht im Weg und auf dem Hintergrund wird dann ein Schatten, wo kein Licht hinkommt.“* Weiter hat die Schülerin T<sub>5</sub> keine Probleme mehrere Schatten durch mehrere Lichtquellen, die vorhanden sind, zu erklären.

Während den Interventionen vertieft sich ihr Wissen weiter. Beim eigenen Erklären, fällt ihr auf, dass Kinder nicht wirklich den Begriff reflektieren verstehen. Sie beschreibt diesen einfach als zurückscheinen beziehungsweise als zurückwerfen. Während des Mentorings erkennt die Schülerin T<sub>5</sub> eine neue Eigenschaft des Schattens und zwar dass der Schatten größer wird, wenn man die Entfernung zwischen Gegenstand und Lichtquelle verkleinert. Auf diese Erkenntnis kam sie „spielend“. Die Schülerin T<sub>5</sub> fehlte bei den Abschlussinterviews, daher zeigen die Auswertungen des Follow-Up-Interviews die Lernerfolge. T<sub>5</sub> erklärt zwar den Sehvorgang richtig, kann aber den Begriff reflektieren nicht mehr richtig erklären. Während der Tutoringeinheit gelang ihr dieses jedoch. Ihre Beschreibung des Schattens, den sie als Projektion des Lichts beschreibt, kann sie im Laufe des Interviews ausbessern zu einer Stelle, wo kein Licht hinkommt. Der Schülerin gelingt es den Zusammenhang zwischen geradliniger Lichtausbreitung und Schattenentstehung zu erkennen, allerdings hat sie Probleme damit, den Schatten „unabhängig“ vom Gegenstand zu erkennen. Ihrer Meinung nach ist der Gegenstand mit dem Schatten immer sichtbar verbunden, sprich der Schatten klebt am Gegenstand. Ironischerweise auf die Frage, was ein Schattenraum sei, erklärt sie mir diesen fachlich korrekt.

| Thema   | Vorunterrichtliche Vorstellung  | Halbwissenschaftliche Vorstellung  | Wissenschaftliche Vorstellung   |
|---|---|--|---|
| Sehvorstellung und Licht                          | V <sub>V1</sub> : So und So. [ Pfeile müssen von der Lampe zum Buch und vom Auge zum Buch]  |  | <p>I<sub>V1</sub>: Weil der da hinschaut und keine Wand davor stehen hat.</p> <p>I<sub>V2</sub>: Das Licht geht auf das Buch, wird am Buch reflektiert und geht dann in die Augen. Dann sehen wir.</p> <p>V<sub>V1</sub>: Lampe leuchtet auf das Buch und dort wird es reflektiert und trifft in mein Auge. Reflektieren: Bei Polizeistreifen leuchtet man hin und das Licht wird dann zurückgeworfen.</p> <p>V<sub>V2</sub>: Das Licht fällt auf das Buch und dort wird es reflektiert und fällt in unser Auge, daher können wir sehen. Wenn kein Licht da wäre, könnten wir auch nicht sehen.</p> <p>I<sub>V3</sub>: Das Licht fällt auf das Objekt, das Objekt reflektiert das Licht und das fällt dann in unser Auge.</p>   |
| Schatten: Was ist das?                            |   |  | <p>I<sub>V2</sub>: Ähm... Schwer zum sagen....Da kommt halt kein Licht mehr hin.</p> <p>I<sub>V3</sub>: Eine Stelle wo kein Licht hinkommt.</p>   |
| Wie hängt Schatten mit Lichtausbreitung zusammen? |   |  | <p>I<sub>V1</sub>: Hier geht das Licht von so, da von so und da von so. [zeigt immer das Licht von der gegenüberliegenden Seite kommend]</p> <p>I<sub>V2</sub>: Der ist immer in einer Linie zur Lichtquelle.</p> <p>I<sub>V3</sub>: Weil das Objekt und der Schatten, immer in einer Linie, halt wenn das Licht da kommt und dann da muss dann der Schatten sein, halt immer das auf einer Linie. Weil von da kommt das Licht und da steht das Auto und dahinter kommt das Licht ja nicht hin und deshalb ist hier der Schatten.</p> <p>V<sub>K2</sub>: Weil das Licht von da kommt und der Schatten ist dann immer entgegengesetzten Richtung. Schatten kann nicht wellig sein. Weil du[T<sub>1</sub>] immer gesagt hast, man einfachsten geht es wenn man von einer Ecke einen Strich zieht. [Position der Lichtquelle]</p> <p>V<sub>V1</sub>: Schatten ist falsch, weil das Licht geht mit dem Schatten in die gleiche Richtung und geht immer von unten weg. Schatten kann nicht wellig sein. [zeichnet gerade Linie ein]</p> <p>V<sub>V2</sub>: Licht fällt auf das Auto und dann ist da der Schatten. Der hat das wellig gemacht, aber ein Schatten, wenn hier die Lichtquelle ist, verläuft immer in einer Geraden. Weil das Licht immer in einer Linie mit dem Schatten sein muss.</p> |
| Eigenschaften des Schattens                       | <p>I<sub>V2</sub>: Dann ist er dort und am Boden.</p> <p>Schatten ist immer mit dem Gegenstand verbunden.</p> <p>I<sub>V3</sub>: Am Boden und da... [deutet auf die Wand]. (deep structure)</p> | <p>I<sub>V3</sub>: [Beleuchtet man nur mehr halb] Da... [deutet nur auf Wand] (current construction)</p> <p>Schatten kann man nicht übermalen und der kann nicht rot sein, er muss schwarz oder grau sein.</p> <p>V<sub>K2</sub>: Schatten kann nicht rot sein, muss immer schwarz oder grau sein. (deep structure)</p> <p>[Fußballfeld] 2 Schatten weil zwei ineinander überlaufen.</p> | <p>I<sub>V1</sub>: Beginnt immer bei den Füßen (Bild von falschen Schatten); Legostange; Schatten steht; Man kann den Schatten nicht übermalen; Es gibt keinen roten Schatten</p> <p>I<sub>V2</sub>: Man kann den Schatten nicht übermalen und der kann nicht rot sein.</p> <p>V<sub>V1</sub>: 2 Lichtquellen → 2 Schatten. Größer und Kleiner → Näher ran und weiter weg.</p> <p>I<sub>V3</sub>: Der Schatten müsst mit den Füßen beginnen, wo wie der [deutet auf den Richtigen] und müsste auch hier sein. [muss also der Schatten immer mit dem Gegenstand verbunden sein?] Nein. [Was ist aber wenn ich hinter den Stift meinen Finger halte?] Dann ist der Finger im Schatten. [Wann kann er rot sein?] Wenn man zwei Lampen mit unterschiedlichen Folien beleuchtet, aus unterschiedlichen Richtungen.</p> <p>V<sub>K2</sub>: Man kann Schatten nicht übermalen. [Schattengröße] Näher ran oder weiter weg. [mit T<sub>1</sub> Hilfe kommt er durch probieren auch auf die Kippbewegung.] Mehr Lichtquellen, Mehr Schatten.</p> <p>V<sub>V2</sub>: Man kann die Schattenform nicht verändern. Wenn sich von zwei Lampen zwei Schatten treffen dann hat man in der Mitte einen Kernschatten und außen herum einen Halbschatten.</p>   |

Tabelle 13: Übersicht über die Vorstellung von t<sub>1</sub>

| Thema   | Vorunterrichtliche Vorstellung   | Halbwissenschaftliche Vorstellung  | Wissenschaftliche Vorstellung   |
|---|--|--|---|
| Sehvorstellung und Licht                          | V <sub>K2</sub> : Reflektieren?  | V <sub>V2</sub> : Licht leuchtet auf den Gegenstand, der reflektiert das Licht in unsere Augen. Reflektieren heißt Licht leuchtet in unsere Augen.<br>I <sub>K3</sub> : Reflektieren = Scheint in die Augen.<br>(deep structure)   | I <sub>V1</sub> : Er sieht die Kerze, weil da keine Wand davor ist.<br>I <sub>V2</sub> : Man sieht die Kerze. [zieht eine Gerade hin.] Weil das Licht scheint auf das Buch und das Buch reflektiert in das Auge. [Reflektieren=Es strahlt so in die Augen.]<br>I <sub>V3</sub> : Weil die Lampe auf das Buch scheint und dass reflektiert dann in die Augen und dann können wir jeden Teil sehen.<br>V <sub>K2</sub> : Licht scheint auf das Buch, das Buch reflektiert das Licht in mein Gesicht, also in die Augen.<br>V <sub>V1</sub> : Lampe scheint auf das Buch, das Buch reflektiert in unser Gesicht, also in unsere Augen und dadurch können wir sehen.<br>V <sub>V2</sub> : Licht trifft in das Buch und dann scheint vom Buch in unser Auge.<br>I <sub>K3</sub> : Das Licht scheint drauf und reflektiert in die Auge.   |
| Schatten:<br>Was ist das?                         |  |  | I <sub>V2</sub> : Weil da kann kein Licht kommen, weil da das Auto davor steht.<br>I <sub>V3</sub> : Eine Stelle wo kein Licht hinkommt.<br>V <sub>V1</sub> : Fehlen von Licht. Lichtmangel. Eine Stelle wo kein Licht hinkommt.<br>V <sub>V2</sub> : Schatten ist ein Ort, wo kein Licht hinkommen kann. Weil da steht ein Gegenstand und dahinter kann das Licht nicht hinkommen.   |
| Wie hängt Schatten mit Lichtausbreitung zusammen? | I <sub>V1</sub> : Weil da der Schatten ist. [kann auch vorne sein]<br>I <sub>V3</sub> : [Warum muss das auf einer Geraden liegen?] Keine Ahnung. [Was haben wir über die Lichtausbreitung gelernt?]<br>(deep structure)<br>V <sub>K2</sub> : Position der Lichtquelle? | I <sub>V1</sub> : Schatten sind immer dahinter.<br>I <sub>V2</sub> : Durch Licht und mit einem Ding.<br>I <sub>V3</sub> : Weil der Schatten muss immer auf einer Geraden liegen.<br>V <sub>K2</sub> : Schatten muss dahinter sein und bei Füßen beginnen.<br>I <sub>K3</sub> : Zhg geradliniger Lichtausbreitung | I <sub>V2</sub> : Das Licht scheint auf das Kamel. Das kann da nicht durch und deshalb ist dann da der Schatten.<br>V <sub>V1</sub> : Kann nicht wellig sein. Muss gerade sein. Schatten ist hier, wenn Lampe hier ist. [deutet eine Gerade.] Eine gerade Linie.<br>V <sub>V2</sub> : Licht trifft auf das Kamel und dann entsteht dahinter ein Schatten. Das muss immer auf einer Geraden sein. Das heißt immer geradlinig.<br>I <sub>K3</sub> : Man braucht Licht und ein Ding. Das Ding wird mit Licht beschienen und dahinter entsteht dann ein Schatten, dort kann kein Licht hinkommen.   |
| Eigenschaften des Schattens                       | I <sub>V2</sub> : Der Schatten ist immer mit dem Gegenstand verbunden nur man sieht es nicht so gut.<br>I <sub>V3</sub> : Sind mit einem Strich am Boden verbunden.<br>(deep structure)<br>I <sub>K3</sub> : Keine Ahnung wie es zu farbige Schatten kommt.            | I <sub>V3</sub> : [Wann kann er rot sein?]<br>Wenn die Lampe selber Farbe hat.   | I <sub>V1</sub> : Beginnt immer bei den Füßen. Der Schatten muss nicht mit dem Gegenstand verbunden sein. Man kann seinen Schatten nicht übermalen und der Schatten kann auch nicht rot sein.<br>I <sub>V2</sub> : Man kann den Schatten nicht aufmalen oder übermalen. Dass der Schatten rot, geht auch nicht.<br>I <sub>V3</sub> : Ohne Wand ist der Schatten am Boden. Mit Wand ist er auf der Wand. [wenn man ihn nur mehr halb anleuchtet, ist er dann auch noch verbunden?] Nein. Der Schatten kann nicht rot sein und man kann ihn nicht übermalen.<br>V <sub>K2</sub> : Man kann den Schatten nicht übermalen und er kann nicht rot sein. Näher ran → Größer.<br>V <sub>V1</sub> : Schatten kann man nicht weglöschen, kann man also nicht übermalen und Schatten kann nicht rot sein. Vor und zurück → Groß und Klein.<br>V <sub>V2</sub> : Schatten kann man nicht übermalen und er kann nicht rot sein. Schau man kann die Schattengröße verändern. Näher ran bedeutet er wird größer und weiter weg bedeutet er wird kleiner.<br>I <sub>K3</sub> : Schatten und Gegenstand müssen nicht immer miteinander verbunden sein. |

Tabelle 14: Übersicht über die Vorstellung von t<sub>2</sub>

| Thema   | Vorunterrichtliche Vorstellung  | Halbwissenschaftliche Vorstellung   | Wissenschaftliche Vorstellung  |
|---|---|---|--|
| Sehvorstellung und Licht                          | <p>I<sub>K3</sub>: Durch das Licht und die Augen müssen drauf scheinen.</p> <p>Reflektieren ist ihr überhaupt kein Begriff mehr.</p> <p>(deep structure)</p>  | <p>I<sub>V2</sub>: Weil zuerst strahlt das Licht auf das Buch... und dann... dann der Mensch, schaut drauf.</p> <p>I<sub>V3</sub>: Weil das Licht scheint auf das Buch und dann schaut er drauf.</p>  | <p>I<sub>V1</sub>: Weil da keine Mauer ist.</p> <p>I<sub>V2</sub>: [Probiert mit dem Lineal aus, indem sie von jedem Auge zur Kerze anlegt.] Weil da kein Fuß davor ist.</p> <p>V<sub>V2</sub>: Das Licht scheint auf das Buch und das Buch scheint in die Augen.</p>  |
| Schatten: Was ist das?                            | <p>I<sub>K3</sub>: Durchsichtig schwarz.</p>  | <p>I<sub>V1</sub>: Keine Ahnung</p> <p>V<sub>V1</sub>: Schatten ist wenn man steht, dass dann so was dunkles kommt, das so aussieht wie du nur ohne Farbe.</p>  | <p>I<sub>V2</sub>: [Kann da Licht hinkommen?] Nein.</p> <p>I<sub>V3</sub>: Eine Stelle wo kein Licht hinkommt.</p> <p>V<sub>V2</sub>: Schatten ist immer da, wo kein Licht hinkommt. Eine Stelle wo kein Licht hinkommt.</p>   |
| Wie hängt Schatten mit Lichtausbreitung zusammen? | <p>I<sub>V1</sub>: Der. [deutet auf den Schatten vor dem Gegenstand.] Schatten kann auch mit dem Kopf anfangen</p> <p>I<sub>K3</sub>: Explizit keine Antwort auf die Frage nach der Lichtausbreitung.</p> <p>(deep structure)</p> | <p>I<sub>V1</sub>: Nein, das geht nicht. Er winkt und weil er ja nicht hier steht. [Deutet auf die Füße]</p> <p>Weil wenn sie so leuchten würde, dann würde da der Schatten sein. [dahinter] und bei der ersten Lampe, würde es gerade leuchten und das geht nicht auf das Kamel.</p> <p>I<sub>V3</sub>: Weil der immer gegenüber sein muss.</p> <p>Man braucht Licht und ein Auto...</p> <p>V<sub>K2</sub>: Wenn Licht draufscheint.</p> | <p>I<sub>V2</sub>: Licht breitet sich gerade aus. Weil das Licht steht hier [deutet auf Lampe] und wenn es so rüber leuchtet [deutet auf den Gegenüberliegenden] dann ist hier der Schatten.</p> <p>I<sub>V3</sub>: Weil wenn das Licht hier scheint, wenn das Licht hier scheint, kann der Schatten nicht hier sein. [Warum?]</p> <p>Weil wenn hier das Licht scheint, muss der Schatten hier sein. [deutet gerade] Licht darf nicht wellig sein.</p> <p>V<sub>K2</sub>: Licht breitet sich geradlinig aus. Schatten gehört dahinter, wenn Licht von vorne kommt.</p> <p>V<sub>V1</sub>: Muss gerade sein. Eine gerade Linie. Wenn Licht hier ist, dann muss Schatten hier sein. [deutet gegenüber]</p> <p>V<sub>V2</sub>: Licht scheint nicht wellig, sondern immer gerade. Der Schatten muss immer gegenüber sein.</p> <p>I<sub>K3</sub>: Muss immer auf einer Gerade liegen.</p> |
| Eigenschaften des Schattens                       | <p>I<sub>V2</sub>: Ja Schatten ist immer mit dem Gegenstand verbunden.</p> <p>I<sub>K3</sub>: Keine Erklärung für farbige Schatten. Schatten und Gegenstand sind immer sichtbar verbunden.</p> <p>(deep structure)</p>            |   | <p>I<sub>V1</sub>: Der Schatten muss nicht mit dem Gegenstand verbunden sein. Man kann seinen Schatten nicht löschen und der Schatten kann auch nicht rot sein.</p> <p>I<sub>V2</sub>: Man kann den Schatten nicht weglöschen und er kann nicht rot sein.</p> <p>I<sub>V3</sub>: Der Schatten muss nicht immer mit dem Gegenstand verbunden sein.</p> <p>V<sub>K2</sub>: Man kann Schatten nicht übermalen. Kein Licht an und wegstellen → Schatten weg. Weiter weg, dann kleinerer Schatten. Zwei Lampen, Zwei Schatten.</p> <p>V<sub>V1</sub>: Schatten kann man nicht weglöschen und er kann nicht rot sein.</p> <p>V<sub>V2</sub>: Man kann Schatten nicht selber malen und er kann rot sein. [Zeigt Schattengröße, indem sie gemeinsam mit der Hand des KG die hin und her Bewegung macht.] Schatten ist immer gerade, kann nicht wellig sein.</p>                              |

Tabelle 15: Übersicht über die Vorstellung von t<sub>3</sub>

Der Schüler  $t_1$  hat bereits vor dem Optikunterricht richtige Vorstellungen, so äußert er etwa, dass man nur dann das Licht sieht, wenn man nicht im Schatten einer Wand steht. Weiter muss der Schatten immer auf der gegenüberliegenden Seite der Lichtquelle sein. Der Schatten muss bei den Füßen beginnen, hier meint der Schüler  $t_1$  dass der Schatten etwa nicht mit dem Kopf beginnen kann, also nicht gedreht ist. Auch erkennt der Schüler  $t_1$  richtig, dass man den Schatten nicht übermalen kann und dass ein Schatten nicht rot sein kann.

Während des Projekts durchlebt der Schüler  $t_1$  einige Prozesse. Es kommen Aufgaben dazu, wie etwa die Sehvorstellung. Hier äußert er bei der ersten Intervention, dass das Licht auf den Gegenstand scheint und man mit dem Auge hinschaut. Im Laufe der folgenden Interventionen ändert sich die Vorstellung auf, *„Lampe leuchtet auf das Buch und dort wird es reflektiert und trifft in mein Auge.“* Auf meine Frage, was den reflektieren bedeutet, beschreibt der Schüler  $t_1$ , den Begriff als Polizeistreifen, leuchtet man darauf wird das Licht zurückgeworfen. Den Schatten stellt sich der Schüler  $t_1$  als Stelle, wo kein Licht hinkommt, vor. Besonders betont er die geradlinige Lichtausbreitung in Verbindung mit der Schattenentstehung. *„Weil das Objekt und der Schatten, immer auf einer Linie liegen müssen.“* Einen interessanten Lernprozess durchlebt der Schüler  $t_1$  mit den Eigenschaften des Schattens. Im zweiten Interview erklärt mir der Schüler  $t_1$ , dass der Schatten immer mit dem Gegenstand verbunden sein muss. Im dritten Interview frage ich, was geschieht, wenn ich nun nur mehr die Hälfte der Legostange anleuchte, also nicht mehr die ganze bis zum Boden. Darauf antwortet mir der Schüler  $t_1$ , dass nun der Schatten nur mehr auf der Wand sichtbar ist. Auf die Frage, muss nun der Schatten immer mit dem Gegenstand verbunden sein, antwortet er nun mit nein. Dieser Schüler  $t_1$  hat also, einen positiven Lernerfolg erreicht. Des Weiteren hat der Schüler  $t_1$  richtig erkannt, dass der Schatten immer durch den Schattenraum mit dem Gegenstand verbunden ist. Die üblichen Eigenschaften, also die Größe, dass man ihn nicht übermalen kann und das der Schatten nicht einfach so rot sein kann erklärt der Schüler  $t_1$  richtig.

Schülerin  $t_2$  erkannte bereits vor dem Optikunterricht richtig, dass man Licht nur dann sieht, wenn man nicht im Schatten einer Wand steht. Andererseits gelang dieser Schülerin  $t_2$  die Verknüpfung zwischen geradliniger Lichtausbreitung und Schattenentstehung nicht. Sie erklärt, der Schatten kann durchaus auf der gleichen Seite, die der Lichtquelle, sein. Allerdings kippt ihre Vorstellung, noch während unseres ersten Gespräches. Die Eigenschaften des Schattens beschreibt sie auch ohne Optikunterricht richtig, der Schatten beginnt bei den Füßen, der Schatten und der Gegenstand müssen nicht immer verbunden sein und der Schatten kann nicht rot sein, noch kann er übermalt werden.

Die folgenden Interventionen führen die Schüler  $t_2$  auf einige sehr produktive Lernprozesse, etwa hat sie Probleme mit dem Begriff reflektieren. Diesen beschreibt sie im Laufe der Interventionen, als in die Augen leuchten. Den Schatten beschreibt sie sehr schön, *„Fehlen von Licht, Lichtmangel, eine Stelle, wo kein Licht hinkommt.“* Bewusst erkennt, diese Schülerin die Verknüpfung zwischen geradliniger Lichtausbreitung und Schattenentstehung nicht. Sie äußert dies immer nur unbewusst, während der Interventionen, Mentoring und Tutoring. Explizit ist es ihr nicht möglich, mir dies während des Interviews zu erklären. Die Schülerin  $t_2$  erklärt zwar richtig, dass Lampe, Gegenstand

und Schatten auf einer Geraden liegen müssen, erkennt aber den Grund dahinter nicht. Bei den Eigenschaften des Schattens, erlebt die Schülerin  $t_2$  zunächst einen negativen Lernprozess, da sie während des zweiten Interviews den Schatten immer mit dem Gegenstand verbindet. Erst beim dritten Interview, erkennt sie das der Schatten nicht immer sichtbar mit dem Gegenstand verbunden ist. Das Follow-Up-Interview meistert die Schülerin  $t_2$  gut. So kann sie etwa den Sehvorgang noch immer richtig beschreiben, einzig mit dem Fachwort reflektieren hat sie Probleme. Die Schattenentstehung beschreibt sie richtig, nur den Zusammenhang zwischen der Schattenentstehung und der geradlinigen Lichtausbreitung gelingt ihr nicht mehr. Weiter erkennt die Schülerin  $t_2$ , dass der Schatten nicht immer sichtbar mit dem Gegenstand verbunden sein muss. Farbige Schatten kann sie nur anhand des durchgeführten Experimentes erklären, also dass sie zwei Lichtquellen hatten, die mit unterschiedlich farbigen Folien abgedeckt wurden. Wie es allerdings dazu kommt und wie das nun wirklich funktioniert konnte sie sich nicht erklären. Zur Verteidigung ist anzumerken, dass dies weder im Mentoring noch Tutoring durchbesprochen wurde.

Vor dem Optikunterricht erkennt die Schülerin  $t_3$  richtig, dass man Licht nur dann sehen kann, wenn man nicht im Schatten einer Mauer steht. Den Begriff Schatten kann sie sich allerdings nicht erklären. Auch den Zusammenhang zwischen geradliniger Lichtausbreitung und Schattenentstehung kann diese Schülerin nicht erkennen. In ihrer Vorstellung kann der Schatten auch mit dem Kopf anfangen und vor dem Gegenstand liegen. Allerdings verwirft sie diese Vorstellung noch während dieses Gespräches und erklärt, dass der Schatten immer auf der gegenüberliegenden Seite der Lichtquelle sein muss. Die Eigenschaften hingegen beschreibt die Schülerin  $t_3$  wieder richtig, der Schatten muss nicht immer mit dem Gegenstand verbunden sein, man kann ihn nicht übermalen bzw. weglöschen und der Schatten kann nicht rot sein.

Die Schülerin  $t_3$  schwankt sehr mit ihrer Vorstellung zum Sehen. Sie stellt sich zunächst das Sehen folgendermaßen vor, „*Weil zuerst strahlt das Licht auf den Gegenstand und dann schaut der Mensch drauf.*“ Während dem Tutoring mit dem Kindergarten, beschreibt sie den Sehvorgang richtig, also das Licht scheint auf den Gegenstand und von diesem Gegenstand scheint es in unsere Augen. Allerdings ist dies nicht die Erklärung die die Schülerin als ihre richtige ansieht, da sie mir im dritten Interview den Sehvorgang wieder als Licht, das auf den Gegenstand scheint und man schaut drauf, erklärt. Den Zusammenhang zwischen geradliniger Lichtausbreitung und Schattenentstehung erkennt die Schülerin richtig. Sie betont in jeder Intervention, dass sich Licht geradlinig ausbreitet und daher die Lichtquelle, das Objekt und der Schatten immer auf einer geraden Linie liegen müssen. Auffallend ist, dass auch diese Schülerin beim zweiten Interview den Schatten und den Gegenstand als immer verbunden annimmt, während beim dritten Interview der Schatten nicht immer mit dem Gegenstand verbunden sein muss. Diese Schülerin  $t_3$ , hatte beim Follow-Up-Interview große Probleme. Sie konnte sich sehr schwer an die durchgenommenen Inhalte erinnern und brauchte sehr viel Hilfe. Den Sehvorgang konnte sie etwa zunächst überhaupt nicht erklären, mit einigen hilfreichen Fragen gelang ihr dann doch eine Erklärung, allerdings müssen ihrer Meinung nach die Augen auf den Gegenstand schauen. Den Schatten beschreibt sie als durchsichtig schwarz, auch mit Hilfestellungen kommt sie nicht auf das gewünschte Ziel, dass Schatten eine Stelle ohne Licht ist. Dass der Gegenstand und der Schatten immer auf einer Geraden liegen müssen erklärt sie mir, den Grund dahinter etwa den, dass

Licht sich geradlinig ausbreitet erkennt sie allerdings nicht. Wie bei Schülerin  $t_2$  hat auch diese Schülerin  $t_3$  keine Erklärung für farbige Schatten. Weiter müssen ihrer Meinung nach, der Schatten immer mit dem Gegenstand verbunden sein.

## 6.1 Diagramme zu den Auswertungen des Tutoring-Videos

| T1    | T2    | T3    | T4    | T5    |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18:31 | 17:33 | 10:27 | 11:37 | 15:48 |

Tabelle 16: Individuelle Aufnahmezeiten der Gesamtaktivität

Tabelle 16 stellt die individuellen Aufnahmezeiten der unterschiedlichen Tutoren/innen, während der Tutoringaktivität dar. Anhand der Zeiten kann man schon die besseren Tutoren/innen unterscheiden. So ist etwa  $T_1$  der beste Tutor, dicht gefolgt von  $T_2$ .  $T_3$  und  $T_4$  sind Tutoren/innen mit mangelndem Vorwissen und  $T_5$  ist wieder eine der Besseren.  $T_1$  hat sogar die vorgegebene Zeit noch um zwei Minuten überzogen, da er noch einmal kurz eine Aufgabe im Detail erklären wollte.

|    |  |
|----|--|
| K1 | Erforschen Vorstellungen                           |
| K2 | Erklären   |
| K3 | Fragen strikt nach Vorlage                         |
| K4 | Kontrollieren mit Lösung ihre Ergebnisse           |
| K5 | sind inaktiv                                       |
| K6 | diskutieren mit Tutees und gehen auf Antworten ein |
| K7 | Interaktion zwischen Tutoren                       |
| K8 | Anderes  |

Tabelle 17: Deduktiv gebildete Kategorien für die Auswertung mit dem Videographen

Die in Tabelle 17 dargestellten Kategorien, wurden deduktiv gebildet. Im Anschluss daran wurden sie induktiv angepasst. Diese Anpassung geschah unter der Berücksichtigung der erwünschten Aktivitäten. Das eigentliche Ziel dieser Tutoringaktivität war es, dass die Tutoren/innen selbst zu Forscher/innen werden und die Schülervorstellungen bei den Tutees erheben. Allerdings dürfte dieser Auftrag an die Tutoren/innen in den Hintergrund gerückt sein, da dies nur sehr wenige Tutoren/innen durchgeführt haben. Unter Umständen ist es während der Mentoringaktivität untergegangen. Das Erklären ist eine besonders wichtige Kategorie. Fast alle Tutoren/innen haben die meiste Zeit in dieser Kategorie verbracht. Hier ist es interessant genauer hinzusehen, da die Schüler/innen sehr unterschiedlich erklären. Die nächsten beiden Kategorien K3 und K4 sollten überprüfen welchen Einfluss die vorbereiteten Hilfekärtchen haben. K5 detektiert ob der Tutor/in inaktiv ist. Inaktiv damit ist gemeint, dass der/die Tutor/in zum Beispiel nur dasitzen und die Schattenwand halten und den Tutee eigenständig arbeiten lassen. Hier schauen sie auch oft einfach so in der Gegend herum, also schweifen kurzzeitig ab. K6 ist eine sehr wichtige Kategorie, da dies sehr viel über die Qualität der Tutoringaktivität aussagt. Hier kann man auch bei näheren Betrachtungen große Schwankungen in den unterschiedlichen Gruppen erkennen. K7 ist eine Kategorie, die aufgrund der Gruppenkonstellation entstanden ist. Dabei ist sehr interessant, wie die beiden Tutoren/innen miteinander agieren und ob etwa ein Tutor/in mit mangelndem Vorwissen etwas von dem engagierteren Tutor/in lernt. Die Frage die sich hier also stellt, ob die Tutoren/innen mit mangelndem Vorwissen positive Lernprozesse aufzeichnen kann. Die Kategorie K8 kodiert Anderes. Hier wurde alles das kodiert, was nicht unter den anderen sieben Kategorien zugeteilt

werden konnte. Das spannende ist dabei, dass dies bei den einzelnen Tutoren/innen sehr unterschiedlich ist. Also wenn man sich die unterschiedlichen Bereiche „Anderes“ bei den jeweiligen Tutoren/innen näher betrachtet, lassen sich sowohl positive als auch negative Faktoren erkennen. Die folgenden Abbildungen 13-18 zeigen Diagramme, die mit Hilfe des Videographen ausgewertet wurden. Hier wurden die drei Tutoring-videos von der Intervention zwischen der Kooperativen Mittelschule und der Volksschule ausgewertet. Die Videos wurden im Videographen mit unterschiedlichem Fokus angesehen und den Tutoren/innen wurde ihre Aktivitäten in die jeweiligen Kategorien zugeteilt.

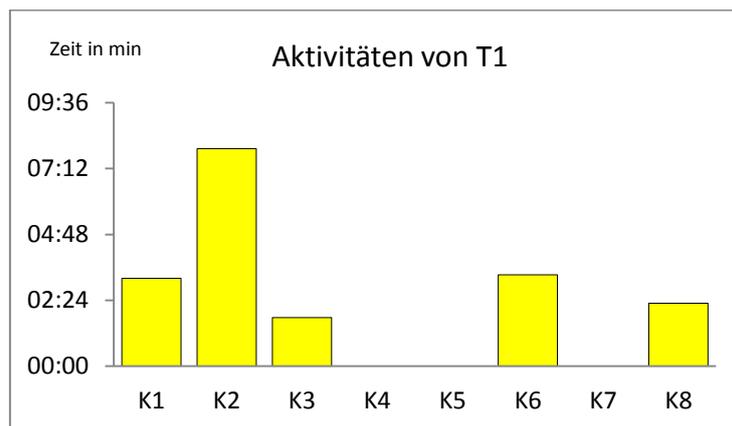


Abbildung 24: Aktivitäten von T<sub>1</sub>

Abbildung 24 zeigt die gesamte Zeit des Tutors T<sub>1</sub> aufgeschlüsselt in die unterschiedlich oben beschriebenen Kategorien. Man sieht hier sehr gut, dass dieser Schüler den Hauptanteil seiner Zeit mit Erklärungen verbracht hat. Allerdings, und das ist sehr erfreulich, hat dieser Tutor auch Schülervorstellungen erforscht. Interessant ist, dass dieser Schüler sich sehr stark durch die Hilfekärtchen beeinflussen lässt und dadurch sehr viel strikt nach Vorlage fragt. Er sieht also die Kärtchen als sehr wichtig an und möchte daher genau diese Aufgaben während der Intervention abarbeiten. Weiter ist bei diesem Tutor sehr erfreulich, dass er auch einige Zeit dafür aufgewendet hat, mit den Tutees zu diskutieren und auf ihre Antworten einzugehen. Die Kategorie 8 stellt den Bereich Anderes dar, im direkten Vergleich zu den anderen Tutoren/innen ist diese Kategorie besonders interessant. Noch zu erwähnen ist, dass dieser Tutor alleine mit drei Tutees gearbeitet hat.



Abbildung 25: Aktivitäten von T<sub>2</sub>

Abbildung 25 bildet die Aktivitäten während der gesamten Aufnahmezeit des Tutors  $T_2$  ab. Zu Beginn gleich zu erwähnen ist, dass dieser Tutor fast fünf Minuten dafür aufgewendet hat die Schülervorstellungen zu erforschen. Dieser Tutor hat mit dem Tutor  $T_3$  zusammengearbeitet und hat interessanterweise, selbst wenn der Tutor  $T_3$  an der Reihe war, die Schülervorstellungen bei den Tutees erhoben. Auch dieser Tutor verbringt sehr viel Zeit mit dem Erklären. Allerdings fragt er nicht sehr viel strikt nach der Vorlage, dies könnte den hohen Anteil am Erklären ausmachen. Dieser Schüler ist kurze Zeit auch inaktiv, allerdings sieht man dies in Kombination mit dem Tutee so sieht man, dass in dieser Zeit der Tutee Zeit hat selbst eigene Experimente auszuprobieren. Der Tutor war in dieser Phase quasi das Stativ für die Schattenwand. Auch dieser Schüler hat sehr viel Zeit mit anderen Dingen verbracht, allerdings hat dieser auf die Tutees aufgepasst und diese unterhalten, währenddessen sein Partner  $T_3$  mit Sparziergängen durch die Klasse glänzte. Dies spiegelt sich in Abbildung 26 wieder.

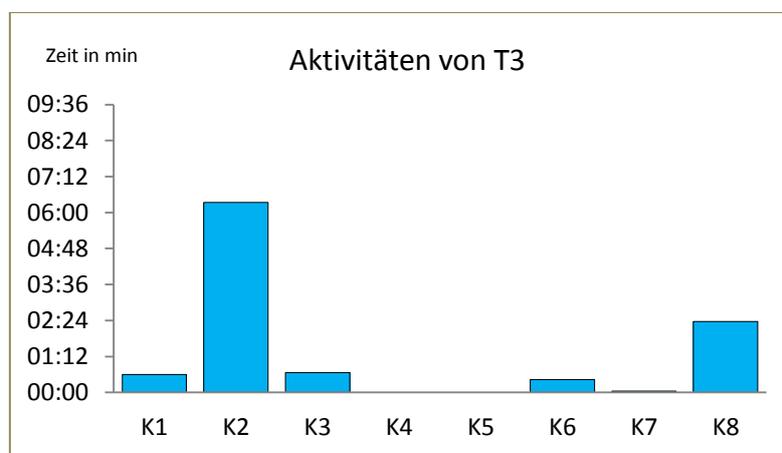


Abbildung 26: Aktivitäten von  $T_3$

Der Tutor  $T_3$  hat nur sehr wenig Zeit damit verbracht Schülervorstellungen zu erheben, wobei wie eben gerade erwähnt, dies sein Partner  $T_2$  übernommen hat. Allerdings hat er immerhin doch auch hin und wieder nachgefragt, ob es noch irgendwelche Verständnisprobleme gibt, oder hat etwa einfach mal zunächst die Tutees reden lassen, bevor er erklärt hat. Das Erklären war auch bei diesem Tutor die Hauptaktivität, allerdings zum Unterschied zu  $T_2$  hat dieser Schüler immer nur das gleiche erklärt. Etwa hat er die geradlinige Lichtausbreitung sehr gut verstanden und diese hat er die gesamten sechs Minuten erklärt. Dabei hat er besonders betont, dass der Zusammenhang zwischen der Schattenbildung und der geradlinigen Lichtausbreitung, die Linie ist auf der die Lichtquelle, das Objekt und der Schatten liegen. Dieses Verständnis hat er auch noch beim Follow-Up-Interview besessen, das heißt dies hat er wirklich verstanden und akzeptiert. Dieser Tutor  $T_3$  hat im Vergleich zu  $T_2$  sehr viel strikt nach der Vorlage gefragt. Die Beiden dürften sich ausgemacht haben, wer welche Aufgabe fragt.  $T_2$  hat sehr offen gefragt und die Aufgaben nicht wirklich verwendet, im Gegensatz dazu hat sich  $T_3$  sehr auf diese Vorlage gestützt. Trotz dieses Anhaltens an die Hilfekärtchen kontrolliert der Schüler kein einziges Mal seine Antworten mit den Lösungen auf der Rückseite. Er war sich also seiner eigenen Antworten sehr sicher, bzw. Tutor  $T_2$  unterstützte ihn sehr dabei. Auffällig war, dass selbst wie sich die beiden Tutoren ausgemacht haben, sie lassen die Tutees nun alleine probieren, schaffte der Tutor  $T_3$  es nicht sich vollkommen auszuklinken und die Tutees selbst

probieren zu lassen. Er hat zwar brav die Schattenwand gehalten, aber immer dem Tutee Anweisungen gegeben, was sie ausprobieren könne, welche Gegenstände sie verwenden solle und was sie überprüfen könne. In dieser Arbeitszeit, also während der Tutee eigenständig arbeitet, geht der Tutor sehr schön auf die Antworten und Beiträge des Tutees ein. Er diskutiert mit ihr und bespricht etwaig entstandene Unklarheiten. Eine kurze Sequenz lässt sich während dieser Intervention beobachten, dass der Tutor  $T_3$  mit dem Tutor  $T_2$  interagiert. Er ist sich kurz nicht mehr ganz sicher und bespricht seine Unsicherheit mit dem  $T_2$ , dieser erklärt ihm noch einmal den Sachverhalt. Die Kategorie acht setzt sich bei diesem Tutor aus den Spaziergängen durch die Klasse zusammen. Immer wieder verlässt der Tutor kurz den Platz und verschwindet irgendwo im Klassenzimmer. Ähnliche Verhältnisse findet man bei den folgenden beiden Abbildungen vor. Auch hier meistern die beiden Tutorinnen gemeinsam die Intervention und betreuen dabei einen Tutee.

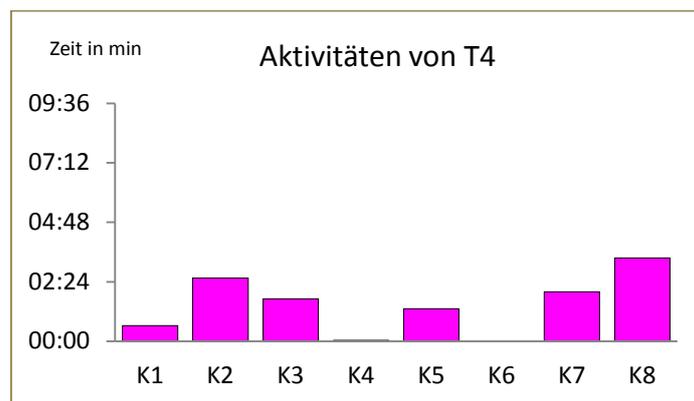


Abbildung 27: Aktivitäten von  $T_4$

Die in Abbildung 27 dargestellte Tutorin  $T_4$  ist eine Tutorin mit mangelndem Vorwissen. Ihr wurde unterstützend die Tutorin  $T_5$  zur Seite gestellt. Ihre Aktivitäten spiegeln ihre Unsicherheit wieder. Sie wendet nur sehr kurze Zeit dafür auf, die Schülervorstellungen des Tutees zu erheben. Auffällig ist, dass diese Schülerin sehr bemüht ist die Aufgaben zu erklären, aber damit enorme Probleme hat. So versucht sie etwa die erste Aufgabe zu erklären, schafft es aber nicht, da sie zu aufgeregt ist und ihre Gedanken, bzw. auch ihre Hilfekärtchen nicht sortiert hat. In dieser Situation schreitet  $T_5$  unterstützend ein und übernimmt die Erklärung der ersten Aufgabe. Die zweite Aufgabe kann  $T_4$  mit Hilfe der Unterlagen erklären, allerdings stützt sie sich sehr auf die Vorlage. Die Beiden beschließen, dass  $T_4$  die Aufgaben erklärt, also strikt nach der Vorlage fragt und  $T_5$  die anschließende Erklärung der Aufgabe vollführt. Da allerdings dies Tutorin  $T_4$ , die Erklärung der Tutorin  $T_5$  förmlich aufsaugt und daher sehr stark mit  $T_5$  interagiert, etwa nachfragt, schafft  $T_4$  eine analoge Aufgabe zu erklären. Ein weiteres Merkmal ihrer Unsicherheit ist es, dass sie die ihre eigene Erklärung mit der Lösung auf der Rückseite der Hilfekärtchen kontrolliert. Immer wieder kommt es bei dieser Tutorin zu inaktiven Phasen. Erklärt etwa die Tutorin  $T_5$  eine Aufgabe, die sie anscheinend weiß, klinkt sich  $T_4$  aus. Dies spiegelt sich auch in ihrem hohen Anteil an Anderes wieder. So überprüft sie etwa, was die Kamera aufnimmt oder ist von den Taschenlampen sehr fasziniert. Auffällig bei dieser Tutorin ist es, dass im Gegensatz zu allen anderen ihre Hauptaktivitäten in der Kategorie K8 Anderes liegen. Leider lässt sich  $T_5$  sehr leicht ablenken, daher hat die gesamte Gruppe enormes Zeitverschwendungspotenzial. Sie erklären sehr schnell die Aufgaben durch und beginnen anschließend sehr schnell mit dem Spielen.

In Abbildung 28 erkennt man nun die individuellen Aktivitäten von T<sub>5</sub>.

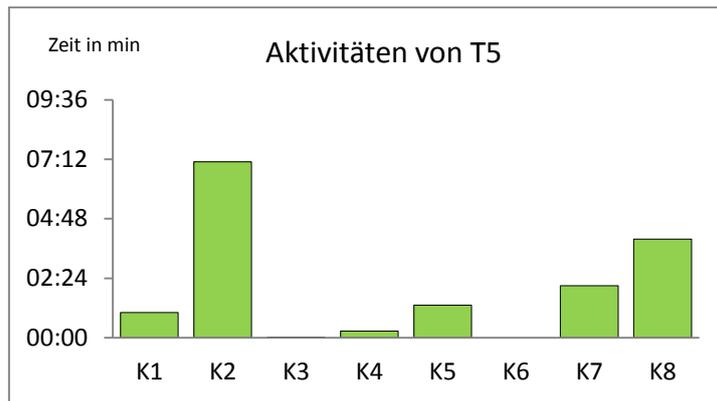


Abbildung 28: Aktivitäten von T<sub>5</sub>

Wie auch T<sub>4</sub> widmet diese Tutorin T<sub>5</sub> dem Erheben der Schülervorstellungen sehr wenig Zeit. Erfreulicher ist, dass auch T<sub>5</sub> den Hauptanteil dem Erklären widmet. Diese Schülerin hält sich dabei nicht so sehr an die Vorlage, sondern erklärt die Aufgaben und auch die Lösungen sehr frei. Jedoch lässt sie sich von T<sub>4</sub> beeinflussen und kontrolliert auch ihre Lösungserklärungen mit der vorgegebenen Lösung. Auch diese Tutorin hat immer wieder Phasen dabei, in denen sie inaktiv ist. Dadurch hat ihr Tutee Zeit Versuche eigenständig auszuprobieren, allerdings spielt diese daraufhin herum. Schade ist, dass genauso wie T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> auch nicht auf die Antworten des Tutees eingeht und mit ihr diskutiert. Im Gegensatz dazu geht sie sehr wohl auf Fragen und Antworten ihrer Kollegin T<sub>4</sub> ein und erklärt ihr die Hintergründe in Ruhe. Daher erkennt man hier auch einen besonders hohen Anteil im Bereich der Kategorie K7, die Interaktion zwischen den beiden Tutor/innen. K8 wurde oben bereits beschrieben, T<sub>5</sub> lässt sich sehr leicht ablenken und treibt daher auch Blödsinn.

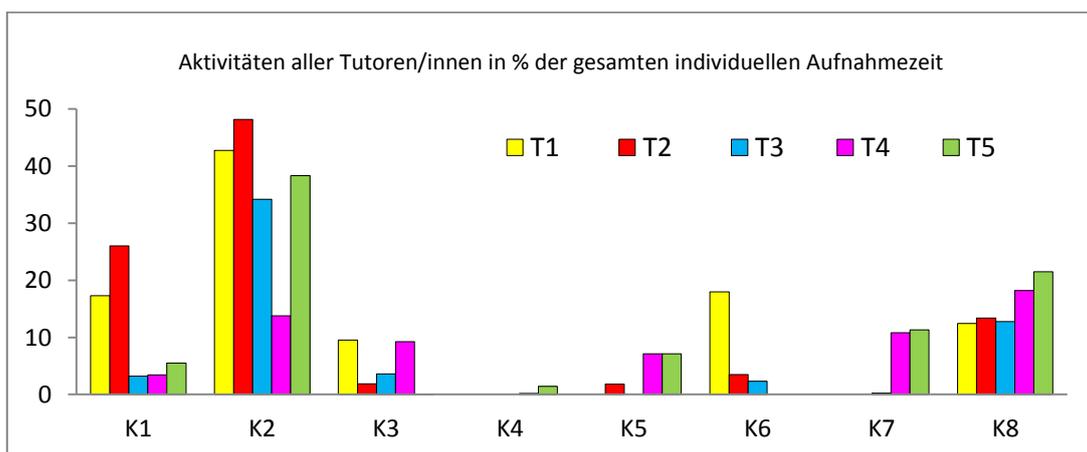


Abbildung 29: Aktivitäten aller Tutoren/innen in % der gesamten individuellen Aufnahmezeit

Abbildung 29 zeigt die relativen, individuellen Aufnahmezeiten aller Tutoren, die sie in den unterschiedlichen Kategorien verbringen. Es lässt sich also sehr leicht ein Vergleich anstellen. Kurz im Überblick erkennt man, dass etwa der rote Tutor T<sub>2</sub> ein Viertel der gesamten Aufnahmezeit mit der Erhebung von Schülervorstellungen verbringt. Der gelbe Tutor T<sub>1</sub> ist mit ca. einem Fünftel auch noch

ganz gut in dieser Kategorie vertreten, wohingegen die anderen drei Tutoren fast gar nichts dafür aufwenden. Der Hauptanteil bei vier von diesen fünf Tutoren liegt im Bereich der Kategorie K2, das heißt diese Vier sind die meiste Zeit mit Erklären beschäftigt. Wie oben bereits erwähnt, gibt es hier sehr große Unterschiede. So erklären etwa  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_5$  sehr offen und umfangreich, auch weiterführende Aufgaben, wohingegen  $T_3$  und  $T_4$  sich auf ein Wissensgebiet beschränken, dieses aber immer wieder lang und breit erklären. Interessant ist auch die nächste Kategorie K3. Diese ist die Kategorie, die angibt, wie viel die Tutoren die Tutees strikt nach Vorlage fragen.  $T_1$  ist ein sehr gewissenhafter Tutor und bedacht seine Aufgabe möglichst gut zu lösen. Er hält sich daher sehr brav strikt an die vorgegebenen Aufgaben. Im Gegensatz dazu steht der Tutor  $T_2$ , welcher die Aufgaben eher als Vorschlag ansieht und mit den Tutees frei von jeglichen Hilfekärtchen arbeitet. Er versucht hierbei immer den Sachverhalt zunächst einmal zu erklären und lässt dann die Tutees unbeeinflusst von Vorlagen arbeiten.

Sehr erfreulich ist, dass in der Kategorie 4 sehr wenige Aktivitäten zu finden sind. Diese Kategorie beschreibt ja, die eigene Antwort mit der vorgegeben Lösung kontrollieren. Einzig die Gruppe  $T_4$  und  $T_5$  verbringt damit Zeit. Die Kategorie K5 ist die Aktivität in der die Tutoren inaktiv waren. Auch hier kann man wieder Unterschiede erkennen, allerdings lasse ich diese aus Gründen der hohen Datenmenge weg. Die Kategorie K6 stellt die Diskussion mit den Tutees und das Eingehen auf die Tutee-Antworten dar. Dieser Aktivität widmet  $T_1$  erfreulicherweise fast ein Fünftel seiner gesamten Aufnahmezeit.

Die Kategorie K7 konnte nur in zwei der drei Gruppen beobachtet werden, da ja  $T_1$  keinen unterstützenden Tutor hatte. Diese Interaktion war besonders interessant in der Mädchengruppe zu beobachten. Die beiden Tutorinnen haben viel Zeit damit verbracht die eigenen Verständnisprobleme zu klären.

In der Kategorie K8 gibt es wieder sehr große Schwankungen. Betrachtet man die abgebildeten Balken, so lässt sich kaum ein Unterschied erkennen, da alle ungefähr gleich viel Zeit mit Anderem verbracht haben. Blickt man allerdings genauer hin, so lässt sich erkennen, dass der Tutor  $T_1$  auf so einen hohen Prozentanteil kam, da er zum Abschluss die Tutees nach ihrem Gefallen fragt. Er möchte also wissen, ob es ihnen gefallen hat, was sie Neues gelernt haben und ob es noch stoffliche Unklarheiten gibt. Der Tutor  $T_2$  kommt auf seinen Prozentanteil, indem er die Tutees unterhält, da sein Partner  $T_3$ , der auf seinen Anteil durch Abwesenheit kommt, durch die Klasse sparziert. In der Gruppe  $T_4$  und  $T_5$  herrscht allgemeine Ablenkstimmung. Die Beiden schaffen es nicht, dem Tutee bei Laune zu halten, woraufhin dieses herumspielt. Sie wiederum lassen sich von dem Tutee ablenken und spielen mit. Es ist hier also ein gefährlicher Kreislauf, bei dem einer den anderen ablenkt.

Abbildung 30 und Abbildung 29 stellen die Auswertung derselben Daten in verschiedener Ansicht dar. Farblich kodiert kann man die einzelnen Aktivitäten im Überblick der jeweiligen Tutoren/innen erkennen. So lässt sich in Abbildung 30 sehr leicht identifizieren, dass die Tutoren  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_3$  sowie die Tutorin  $T_5$  ihren Hauptanteil dem Erklären widmen, wohingegen  $T_4$  die Hauptaktivitäten der Kategorie „Anderes“ widmet. Auch sieht man, dass etwa Kategorie K4 bei  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_3$  komplett rausfällt, nur  $T_4$  und  $T_5$  verbringen Zeit damit, ihre Antworten zu kontrollieren. Vergleicht man nun

die beiden Tutorinnen mit den anderen drei Tutoren weiter, so erkennt man, dass auch diese Beiden sehr viel Zeit damit verbringen miteinander zu interagieren.

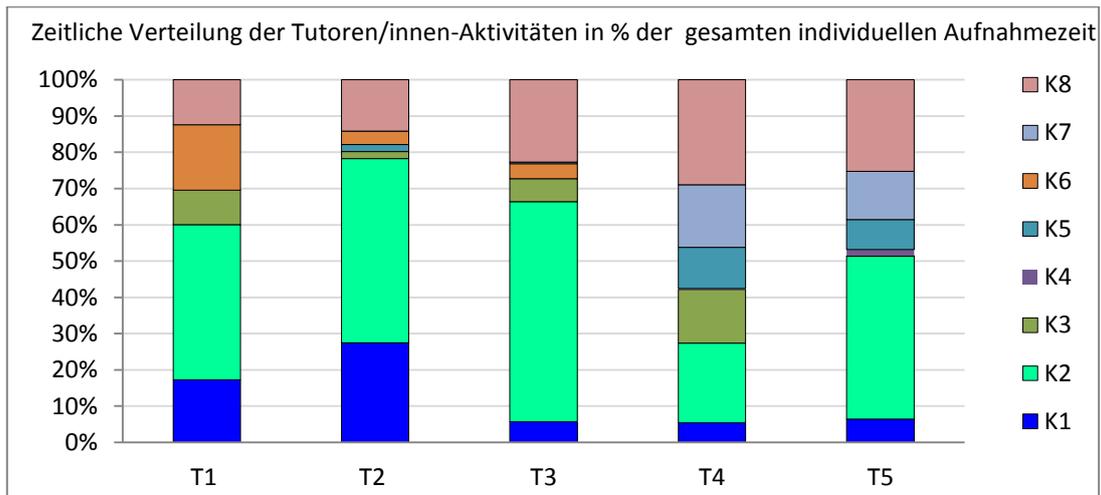


Abbildung 30: Zeitliche Verteilung der Tutoren/innen-Aktivitäten in % der gesamten individuellen Aufnahmezeit

Abbildung 31 beschreibt nun, die relativen Anteile, die die jeweiligen Tutoren/innen in den unterschiedlichen Kategorien verbracht haben. Es lässt sich also auf einen Blick erkennen, das Tutor  $T_2$  (rot) im Vergleich zu allen anderen den Hauptanteil der Kategorie K1 ausmacht. K4 etwa wird nur von den beiden Mädchen beschrieben, interessant hierbei ist, dass von diesen beiden  $T_5$  die Lösungen kontrollieren. Bemerkenswert ist, dass lediglich die Kategorien K1, K2 und K8 von allen fünf Tutoren/innen durchgenommen wurden. K3, K4, K5, K6 und K7 lässt sich nur durch einzelne Tutoren beschreiben. Die Aktivitäten könnten also nicht unterschiedlicher sein.

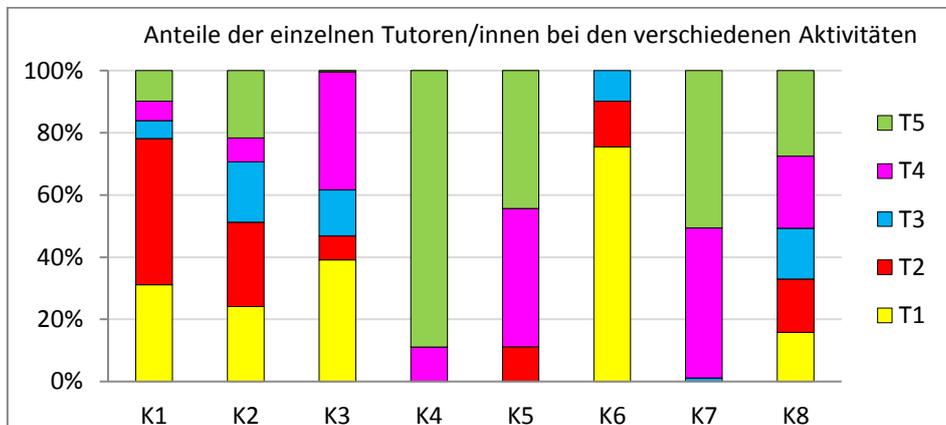


Abbildung 31: Anteile der einzelnen Tutoren/innen bei den verschiedenen Aktivitäten

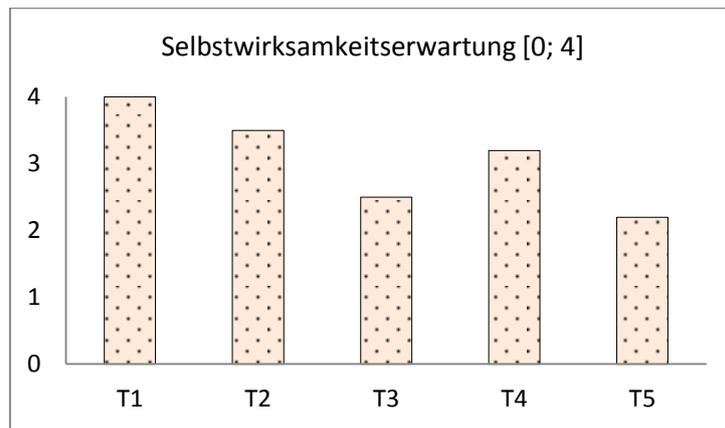


Abbildung 32: Selbstwirksamkeitserwartung kodiert von [0; 4]

Die Selbstwirksamkeitserwartung wurde mit Hilfe eines Fragebogens, wie oben beschrieben, erhoben. T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> und T<sub>3</sub> haben sich gut selbst eingeschätzt. Tutor T<sub>1</sub> hat die höchste Selbstwirksamkeitserwartung, das heißt er glaubt er macht das Tutoring sehr gut von sich selbst überzeugt, hat daher auch eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung. T<sub>3</sub> ist von sich selbst nicht ganz so sehr überzeugt, daher hat er auch etwa nur die Hälfte der gesamten zu erreichenden Selbstwirksamkeitserwartung. T<sub>4</sub> hingegen glaubt sehr stark an sich selbst und steht T<sub>2</sub> nur ein kleines bisschen nach. Sie ist also sehr davon überzeugt, das Tutoring gut zu absolvieren. T<sub>5</sub> traut sich selbst sehr wenig zu. Sie erreicht nicht einmal die Hälfte der Selbstwirksamkeitserwartung. Augenscheinlich glaubt sie nicht sehr stark daran, dass Tutoring gut zu absolvieren. Ihr Selbstwirksamkeitserwartung ist unter dem gesamten Durchschnitt, dieser liegt ungefähr bei drei.

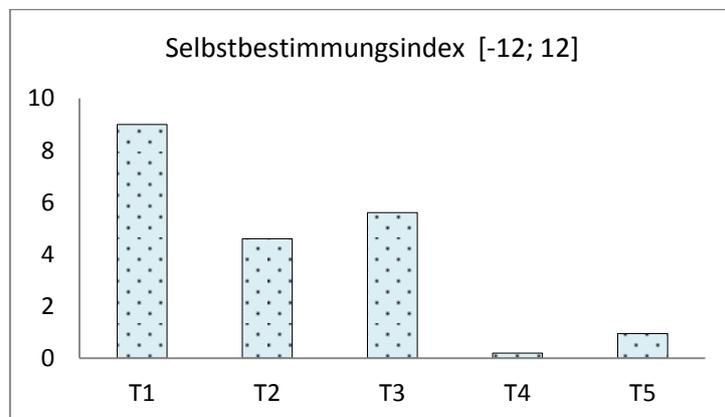


Abbildung 33: Selbstbestimmungsindex

Der Selbstbestimmungsindex, kurz SDI, wurde mit Hilfe eines anderen Fragebogens erhoben. Wie oben bereits beschrieben, wurde hier ein gewichtetes Mittel der unterschiedlichen Motivationsformen berechnet. Der SDI kann Werte im Intervall [-12; 12] annehmen. Da alle Tutoren/innen zumindest, zum Teil gerade noch positive Werte besitzen, bedeutet dies, dass alle Tutoren/innen intrinsisch motiviert sind. T<sub>1</sub> hat eine sehr hohe intrinsische Motivation; dieser Tutor braucht also offensichtlich nicht sehr viel Einfluss von außen, um angestrengt an einer Aufgabe zu arbeiten. T<sub>4</sub> verkörpert den anderen Extremfall; die Schülerin ist gerade noch im positiven Bereich, was bedeutet, dass diese schon weit mehr äußere Einflüsse und Anreize braucht, damit sie sich auch

ernsthaft und gewissenhaft einer Aufgabe widmet. Zusammenfassend kann man hier sagen, dass die drei Buben sehr gut intrinsisch motiviert sind, wohingegen die beiden Mädchen mehr zur extrinsischen Motiviertheit neigen.

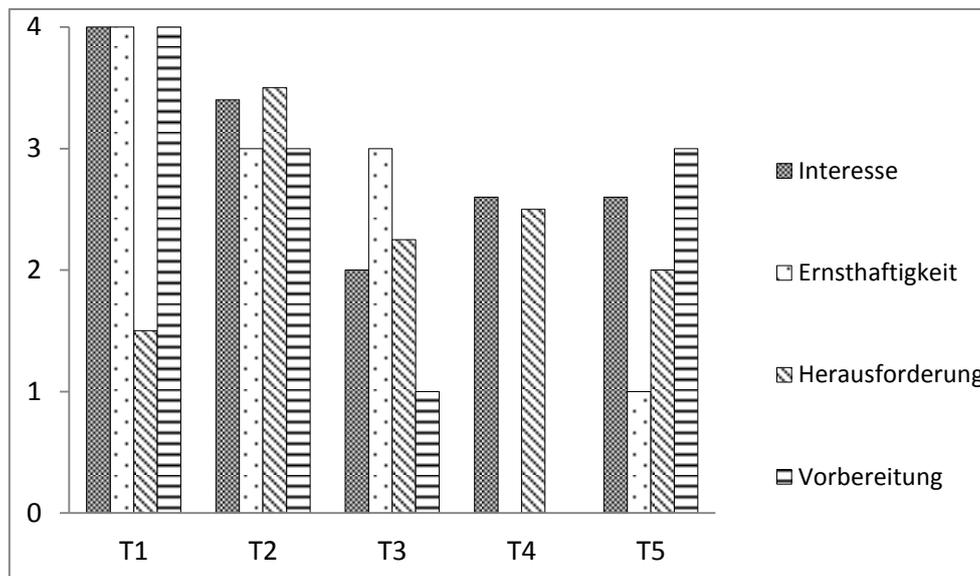


Abbildung 34: Engagement der Tutoren/innen vor dem Tutoring kodiert von [0; 4]

Abbildung 34 zeigt den Unterschied der jeweiligen Tutoren sehr deutlich. Die Engagementsprofile der einzelnen Tutoren variieren sehr stark.  $T_1$  zum Beispiel ist ein sehr engagierter Schüler, wohingegen  $T_4$  sich weder mit großen Elan auf das bevorstehende Tutoring vorbereitet noch den ganzen Aufwand besonders ernst nimmt.  $T_1$  nimmt diese Aufgabe sehr ernst, so bereitet sich dieser etwa zuhause auf das anstehende Tutoring vor und kommt zum Tutoring mit selbst mitgebrachten Folienstiften und einem Geodreieck. Dieser Tutor ist also bestens für das anschließende Tutoring vorbereitet. Auch im Mentoring nimmt er die Angelegenheit sehr ernst, so macht er sich ständig Notizen und probiert unterschiedliche Experimente aus. Weiter beschäftigt er sich während dieser Intervention sehr stark mit der Frage wie er es den Tutees am besten erklärt bzw. welche Fragen diese haben könnten.  $T_2$  ist sehr interessiert an den stofflichen Hintergründen. Dieses Interesse sieht man auch bereits im Mentoring, hier arbeitet  $T_2$  sehr stark mit  $T_1$  zusammen. Die beiden versuchen nicht nur die vorgegeben Aufgaben, sondern probieren auch neue Experimente, über den Stoff hinaus, aus. Gesamt gesehen ist dieser Tutor  $T_2$  sehr engagiert, auffallend ist nur, dass in seinem Engagementsprofil, die Herausforderung sogar das Interesse überragt. Es sieht also danach aus, dass dieser Schüler durch diese Aufgabe sehr herausgefordert ist.

Im direkten Gegensatz zu den beiden oben genannten Tutoren steht der Schüler  $T_3$ . Es handelt sich bei diesem um einen Schüler mit mangelnden Vorkenntnissen. Dieses Defizit spiegelt sich nicht nur beim Wissen, sondern auch in den Bereichen Interesse und Vorbereitung wieder.  $T_3$  hatte auch sehr große Probleme mit dem Lösen der im Interview abgefragten Items. Weiter bereitet sich dieser Schüler weniger auf die nachfolgende Einheit vor. Während des Mentorings stellt er zwar schon sehr viele Fragen und man merkt, dass sein Interesse am fachlichen Hintergrund steigt, aber in der allgemeinen Nachbesprechung, bei der die Schüler/innen die richtigen Antworten notieren sollten, ist das Stundenende schon sehr nah. Er passt fast nicht mehr auf und notiert keine Erklärungen, die

von einer Projektmitarbeiterin geliefert werden. Trotz dieser Voraussetzungen nimmt er allerdings die Tutoringaktivität sehr ernst. Er zeigt sich also durch diese neue Situation bemüht, den jüngeren Tutess ein „gutes“ Vorbild zu sein und versucht sich  $T_2$  anzupassen. Dies gelingt ihm nur bedingt, aber immerhin erklärt er auch einige Aufgaben.

$T_4$  hingegen ist sogar bis zur Aktivität Tutoring quasi teilnahmslos. Sie versucht die Aufgaben im Interview zu lösen, hat dabei aber große Probleme. Während des Mentorings ist die Schülerin nur körperlich anwesend. Sie blendet sich vollkommen aus. Das Tutoring absolvierte die Schülerin mit einer Klassenkollegin  $T_5$ . Während dieser Aktivität blüht sie förmlich auf. Sie ist nun gewillt, neues zu lernen und möchte auch selbst Aufgaben erklären. Vieles lernt sie von  $T_5$ , da diese zunächst die Aufgaben erklärt und  $T_4$  die Analogieaufgaben danach erklären kann. Auch im Interview äußert die Schülerin anschließend „Achso, oh Gott. Ja wahrscheinlich schon! Ja weil bei manchen Sachen war ich schon sehr unsicher und da hat mir dann  $T_5$  geholfen.“  $T_4$  ist auch zu Beginn des Tutorings nicht richtig vorbereitet, so findet sie nicht die erste Aufgabe, sondern sucht hektisch in ihren Karten.  $T_5$  eilt ihr nun zur Hilfe und leiht  $T_4$  ihre sortierten Karten. Dabei merkt man schon deutlich den Unterschied in der Vorbereitung. Die Schülerin  $T_5$  sieht das Tutoring zwar schon als eine große Herausforderung an, andererseits hat sie ein hohes Interesse an den fachlichen Hintergründen und bereitet sich auch dementsprechend gut im Mentoring darauf vor. Diese unterschiedlichen Faktoren sieht man im direkten Vergleich in Abbildung 35 noch einmal besser.

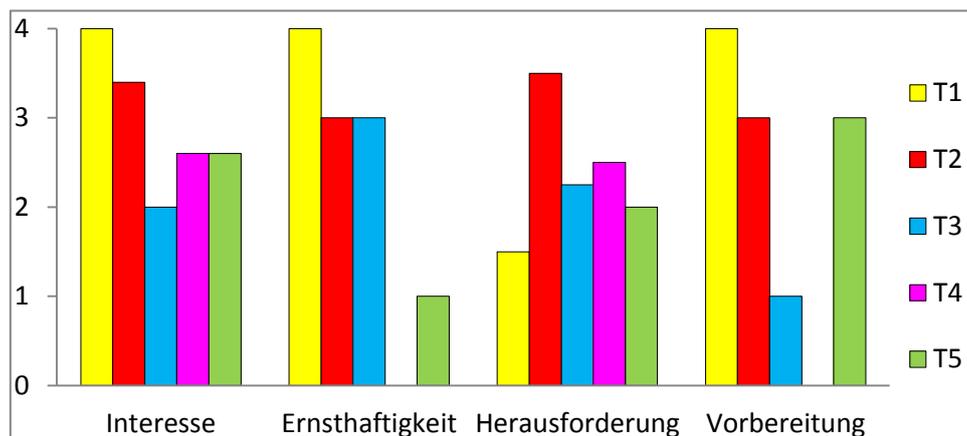


Abbildung 35: Engagement der Tutoren/innen vor dem Tutoring kodiert von [0; 4]

Interessant ist hier, dass etwa  $T_1$  alle anderen Tutoren/innen überragt, einzig in der Kategorie Herausforderung bleibt er hinter allen anderen Tutoren.  $T_2$  hat im ersten Blick auch ein sehr interessantes Engagementprofil. Interesse, Ernsthaftigkeit und Vorbereitung sind alle etwa im gleichen Bereich, einzig die Herausforderung überragt alle drei anderen Kategorien. Das heißt also der Schüler empfindet das Tutoring als eine große Herausforderung, wofür er sich aber sehr gut vorbereitet.  $T_3$  ist der Schüler mit dem geringsten Interesse, dieses sichtliche Desinteresse erfahre ich bereits im ersten Interview von ihm. Trotz diesem niedrigen Interesse nimmt er die Aufgabe sehr ernst. Er möchte also den Tutees viel Neues beibringen. In der Vorbereitung hätte dieser Schüler noch sehr großes Verbesserungspotenzial, allerdings empfindet er diese Aufgabe auch nicht als große Herausforderung.

T<sub>4</sub> hat im Vergleich zu allen anderen das wohl interessanteste Profil. Sie ist zwar durchaus an den stofflichen Hintergründen interessiert, allerdings ist ihr die Aufgabe ziemlich egal. Sie hat also nicht den nötigen Ernst in dieser Angelegenheit. Trotz der enormen Herausforderung die die Aufgabe für sie stellt, bereitet sie sich überhaupt nicht auf das Tutoring vor. T<sub>5</sub> ist gleich wie T<sub>4</sub> an den stofflichen Hintergründen interessiert, sieht aber im Vergleich zu T<sub>4</sub> die Aufgabe doch als Ernsthaft an. Sehr herausfordernd findet sie diese Aufgabe nicht, trotzdem bereitet sie sich gewissenhaft darauf vor. Durch diese gute Vorbereitung, schafft die Tutorin T<sub>5</sub> die Mängel von T<sub>4</sub> auszumerzen. Dies lässt sich sehr gut in Abbildung 36 erkennen.

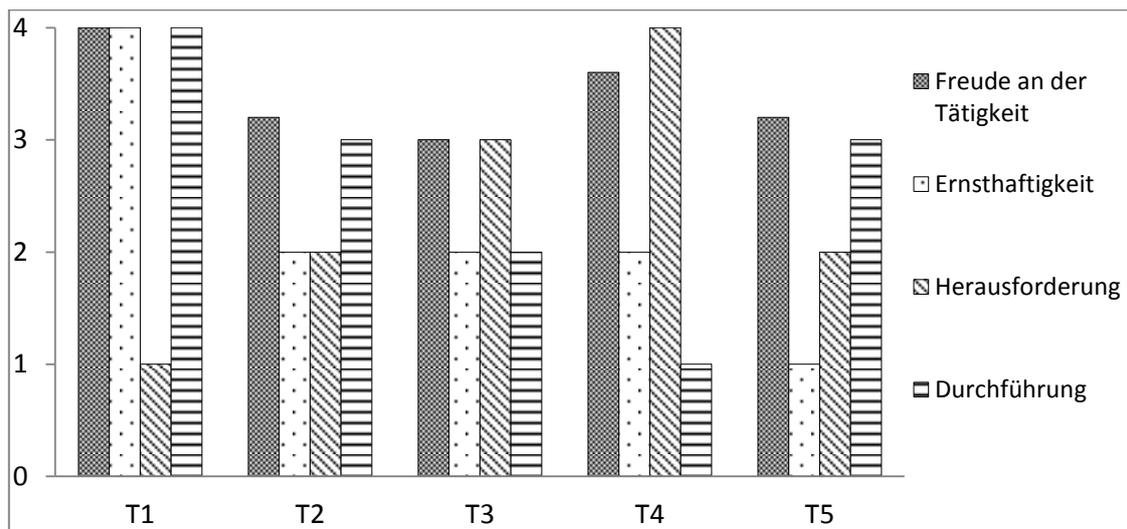


Abbildung 36: Engagement der Tutoren/innen beim und nach dem Tutoring kodiert von [0; 4]

Da nun die Kategorie Interesse in diesem Fall durch einen anderen Fragebogen erhoben wurde, veränderte ich aufgrund einer eingehenden Überprüfung der beiden Konstrukte auf Itemebene die Bezeichnung der Kategorie zu „Freude an der Tätigkeit“. T<sub>1</sub> etwa findet sehr großen Gefallen an dieser Aktivität, wie er mir auch danach im Interview erzählt, ist sein Berufswunsch Lehrer. Weiter nimmt er die Durchführung sehr ernst und meistert die Situation drei Tutorees zu betreuen super. Trotz der drei Tutorees, bleibt es für ihn nach wie vor keine große Herausforderung. Auch Tutor T<sub>2</sub> hat Freude an der Tätigkeit. Während und nach dem Tutoring sieht dieser Schüler die Aufgabe nun doch nicht mehr als sehr herausfordernd und kann daher die Aufgabe ganz gut meistern. T<sub>3</sub> findet auch sehr großen Gefallen an der Aktivität. Allerdings kann man hier doch die mangelnden Vorkenntnisse wiederfinden, da der Schüler sich als herausgefordert fühlt. Dieser große Faktor der Herausforderung, könnte auch die Durchführung ein kleines bisschen hemmen. T<sub>4</sub> ist auch eine Tutorin mit mangelndem Vorwissen. Dies spiegelt auch die Kategorie Herausforderung wieder. Sie fühlt sich maximal herausgefordert, trotzdem ist sie bemüht die Aktivität gut durchzuführen. Auch sie findet sehr große Freude an der Tätigkeit. Im Gegensatz zu vor dem Tutoring, hat diese Tutorin während der Aktivität große Fortschritte erlebt. Auch Tutorin T<sub>5</sub> hat Freude an der Tätigkeit. Diese große Freude spiegelt sich auch in der Durchführung wieder, sie schafft es trotz einer schlecht vorbereiteten Tutorin T<sub>4</sub> das Tutoring gut über die Bühne zu bringen. Allerdings fühlt sie sich dadurch schon ein wenig herausgefordert.

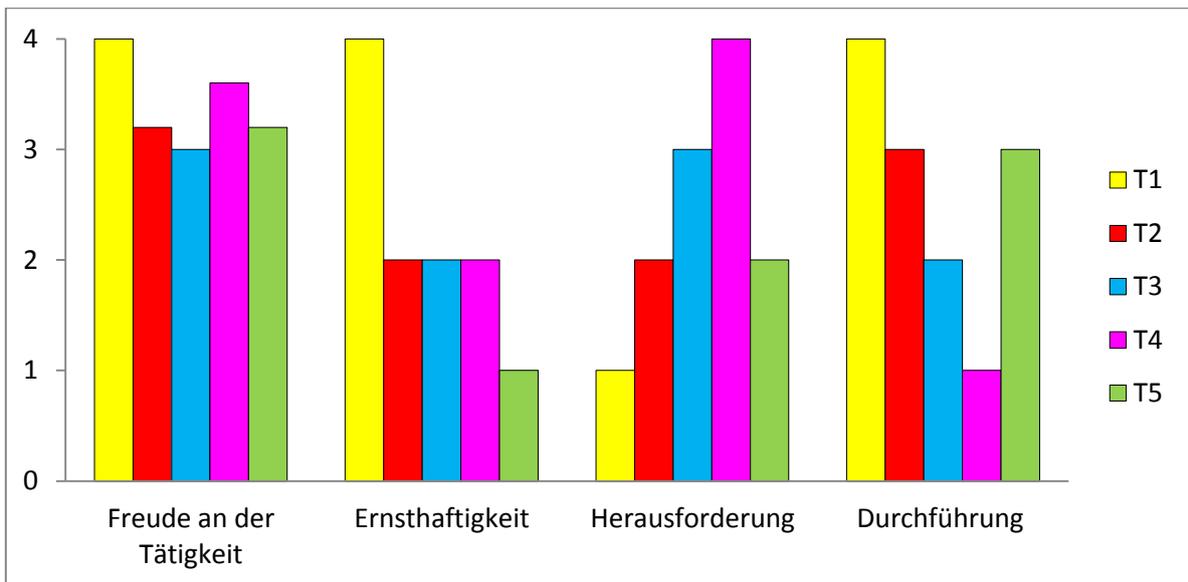


Abbildung 37: Engagement der Tutoren/innen beim und nach dem Tutoring kodiert von [0;4]

Abbildung 37 zeigt einen Überblick der unterschiedlichen Tutoren/innen in den jeweiligen Kategorien. So sieht man hier etwa, dass alle Tutoren/innen sehr viel Freude an dieser Tätigkeit haben. Im Gegensatz zu Tutor T<sub>1</sub> sehen die weiteren Tutoren/innen die Aufgabe zwar als Ernsthaft an, aber würden dies nicht als Hauptaugenmerk anerkennen. Die Herausforderung unterscheidet sich sehr deutlich davon, ob die Tutoren/innen mangelnde Vorkenntnisse haben oder nicht. T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> und T<sub>5</sub> sind bei weitem nicht so herausgefordert, wie etwa T<sub>3</sub> und T<sub>5</sub>. In der Durchführung kann man nun den gegenteiligen Aspekt erkennen. Hier schaffen es die Tutoren T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> und T<sub>5</sub> die Einheit gut durchzuführen und den Tutees und unter Umständen auch den Partnern etwas beizubringen, wohingegen die beiden Tutoren/innen T<sub>3</sub> und T<sub>4</sub> schlechter abschneiden.

Zusammenfassend kann man nun sagen, dass sich aber alle fünf Tutoren gesteigert haben. Anfangs gab es noch weniger engagierte Tutoren/innen, während und nach dem Tutoring hat sich aber das Bild geändert. Es haben nun die meisten die Aktivität ernst genommen und waren auch bemüht die Durchführung, angepasst an den persönlichen Leistungshorizont, abzuhalten.

#### **Tutees (Aktivitäten)**

|    |   |
|----|---|
| K1 | fragen  |
| K2 | probieren selbstständig                                   |
| K3 | probieren durch Anleitung der Tutoren                     |
| K4 | Bringen selbst weiterführende Ideen ein                   |
| K5 | Spielen wenig zielorientiert mit vorhandenen Gegenständen |
| K6 | antworten auf Fragen des Tutors/der Tutorin               |

Die drei Tutoring-Videos Tabelle 38, Tabelle 39 und Tabelle 40 wurden nicht nur auf den Aspekt der Tutoren/innen analysiert, sondern auch auf die drei ausgewählten Tutees. Dafür wurden wieder deduktiv die folgenden sechs Kategorien gebildet, diese wieder induktiv unter Berücksichtigung der erwünschten Aktivitäten angepasst. Die erste Kategorie beschreibt, ob die Tutees Fragen die

Tutoren/innen fragen. Es wurden nur Fragen die stofflichen Hintergrund hatten zur Auswertung einbezogen. Die zweite Kategorie nimmt auf, ob die Tutees auch eigenständig, also ohne Anleitung durch den Tutor/in, Versuche ausprobiert. Im Gegensatz dazu steht K3, bei der die Tutees nur durch Anleitung der Tutoren Experimente durchführen. K4 sollte aufnehmen, ob die Tutees eigenständige Ideen einbringen. Dies geschah während des gesamten Tutoring-Prozesses, zumindest bei den beobachteten Kindern nie. Da die Volksschulkinder noch sehr verspielt sind, wurde die Kategorie K5 gebildet. Es sollte also der Anteil gemessen werden, wie viel die Kinder wenig zielführend spielen. Da Tutees sehr brav auf die Fragen der Tutoren/innen antworten wurde die Kategorie K6 gebildet. Somit wurde die große Leerzeit, also Zeit bei der nichts detektiert wurde, verringert.

Betrachtet man nun die folgenden Abbildungen, so kann man die unterschiedlichen Aktivitäten der Tutees genauer analysieren. Abbildung 38 zeigt die absoluten Zeiten der unterschiedlichen Aktivitäten des Tutee  $t_1$ . Besonders auffällig ist, dass dieser Tutee sehr viel Zeit in der Kategorie K3 verbringt. Dies bedeutet, dass er sehr viel nach Anleitung des Tutors ausprobiert. Interessant ist, dass dieser Tutee bei Tutor  $T_1$  gearbeitet hat und  $T_1$  sehr viel erklärt hat, also durch dieses erklären den Tutee zum aus probieren angeregt hat. Weiter hat der Tutor  $T_1$  diesem Tutee den nötigen Freiraum gelassen, damit er auch eigenständige Versuche ausprobieren kann. Etwa hat der Tutor die Tutees antworten lassen, dabei hat der Tutee einfach die Taschenlampe und einen Gegenstand genommen und versucht das Experiment nachzubauen. Seine Erkenntnisse hat er danach dem Tutor erzählt, dieser wiederum ging auf seine Antworten ein und hat richtige bestätigt, oder falsche richtig gestellt. Tutee  $t_1$  verbrachte auch sehr viel Zeit damit, wenig zielorientiert mit den vorhandenen Gegenständen herumzuspielen.

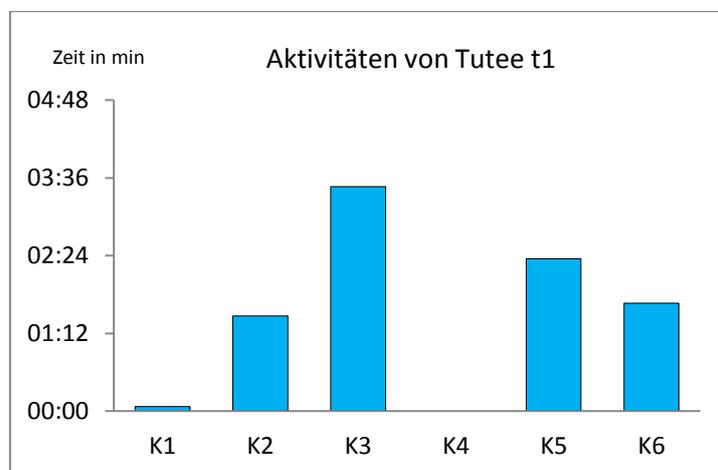


Abbildung 38: Aktivitäten von  $t_1$

Trotzdem antwortet der Tutee  $t_1$  auf die Fragen des Tutors und ist auch aktiv, indem er auch eigenständig Versuche ausprobiert. Im Gegensatz dazu steht Tutee  $t_2$  in Abbildung 39, dieser verbringt überhaupt keine Zeit mit Spielen, allerdings kommt auch die eigenständige Probierphase etwas zu kurz. Tutee  $t_2$  lässt sich sehr stark von den beiden Tutoren  $T_2$  und  $T_3$  anleiten. Auch in der anschließenden Phase, bei der das Tutee eigenständig arbeiten sollte, kann sich der Tutor  $T_3$  nicht zurückhalten und gibt ständig Anweisungen. Dies spiegelt sich im hohen Anteil in K3 wieder.

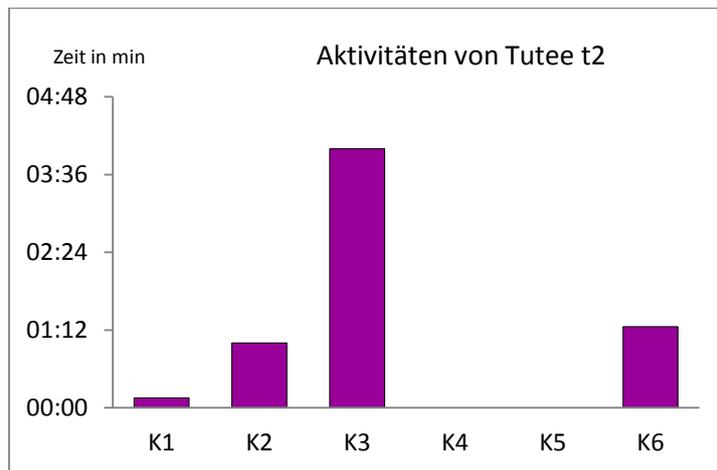


Abbildung 39: Aktivitäten von  $t_2$

Ein ganz anderes Aktivitätenprofil hat das Tutee  $t_3$ . Abbildung 40 zeigt die unterschiedlichen Aktivitäten des Tutees. Dies beschränkt sich auf die drei folgenden Kategorien K3, K5 und K6. Das Tutee lässt sich viel anleiten und probiert anhand der Anleitungen der beiden Tutorinnen  $T_4$  und  $T_5$ . Auch antwortet sie brav auf die Fragen der beiden Tutorinnen. Wie oben bereits beschrieben verbringen die beiden Tutorinnen sehr viel Zeit in der Kategorie K8 Anderes. Dies findet man auch bei den Aktivitäten dieses Tutees  $t_3$  wieder, da auch hier ein relativ hoher Anteil mit Spielen verbracht wird.

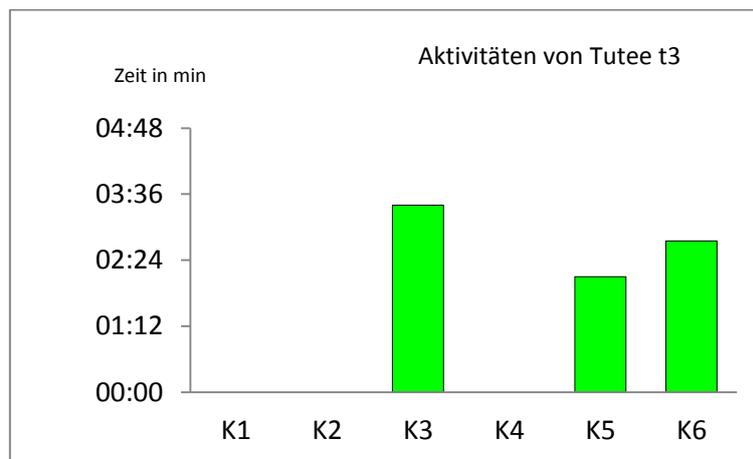


Abbildung 40: Aktivitäten von  $t_3$

Zusammenfassend kann man also hier sagen, dass sich die Tutees sehr viel durch ihre Tutoren/innen anleiten lassen. Außerdem antworten sie zwar sehr brav auf die Fragen der Tutoren/innen, stellen aber selbst sehr wenige Fragen und bringen überhaupt keine eigenständigen Ideen ein.

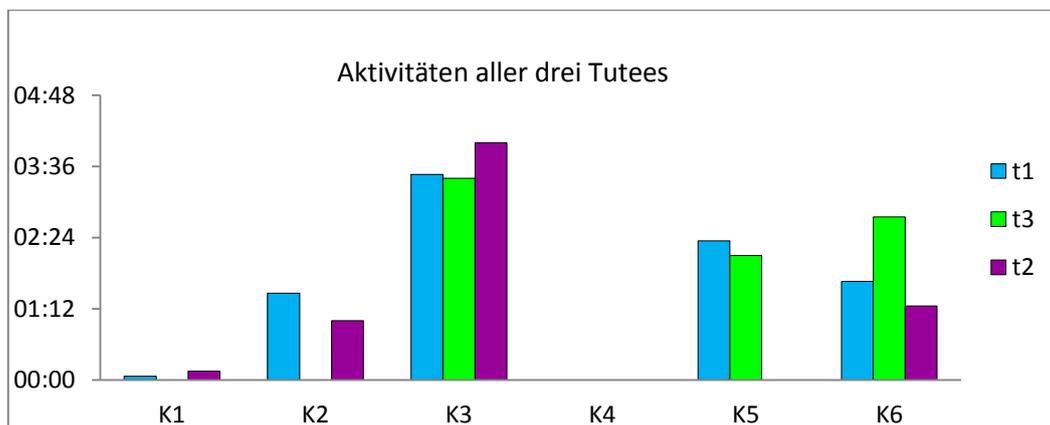


Abbildung 41: Aktivitäten aller drei Tutees

Vergleicht man nun die drei Tutees, so erkennt man in Abbildung 41, dass die Tutees  $t_1$  und  $t_2$  eigenständig arbeiten und einige Fragen an die Tutoren haben. Tutee  $t_3$  hat keine Fragen an ihre beiden Tutorinnen  $T_4$  und  $T_5$  sondern probiert nur durch die Anleitung ihrer beiden Tutorinnen. Interessant ist auch das etwa  $t_2$  nicht spielt. Die beiden Tutoren  $T_2$  und  $T_3$  bieten ihr sehr viele Möglichkeiten, sodass sie nie auf die Idee kommt, mit den vorhandenen Gegenständen herumzuspielen. Da  $t_3$  als einziges Tutee bei den beiden Tutoren/innen war, hat diese auch im Vergleich mit den anderen beiden den meisten Gesprächsanteil. Dieser setzt sich daher zusammen, da kein anderer Tutee vorhanden war, auf den  $t_3$  Rücksicht nehmen musste.

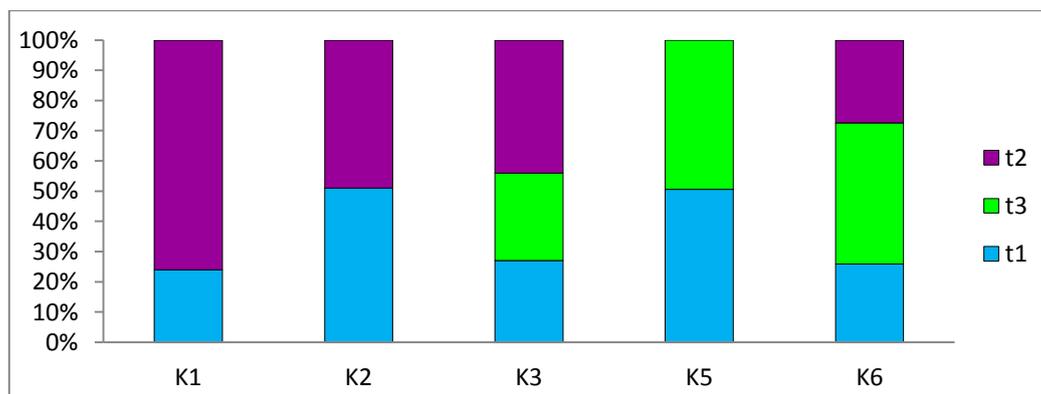


Abbildung 42: Anteile der einzelnen Tutees bei den verschiedenen Aktivitäten

Die Abbildung 41 zeigt die relativen Anteile der Aktivitäten der unterschiedlichen Tutees. Sehr schön erkennt man hier, dass  $t_3$  nur in den bereits erwähnten Kategorien K3, K5 und K6 aktiv ist. K4 fällt aus dieser Abbildung völlig heraus, da kein/e Schüler/in eigenständige Ideen eingebracht hat. Betrachtet man nun K1 genauer, so erkennt man, dass  $t_2$  im Vergleich zu  $t_1$  sehr viele Fragen stellt, allerdings weniger eigenständig arbeitet. Beim Spielen fällt dieses Tutee komplett heraus, dies ist doch ein sehr erfreuliches Ergebnis, da man daran erkennen kann, dass man auch ohne Spielen oder unnützer Zeit das Tutoring gestalten kann.

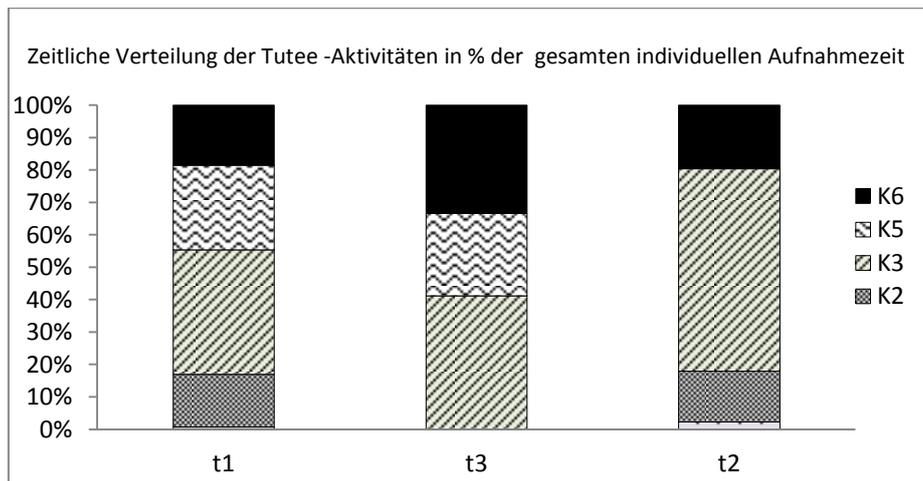


Abbildung 43: Zeitliche Verteilung der Tutee-Aktivitäten in % der gesamten individuellen Aufnahmezeit

Abbildung 43 stellt nun die folgenden Aktivitäten der Tutoren im relativen Anteil dar. So verbringt etwa  $t_1$  20% der gesamten Zeit damit, eigenständig auszuprobieren. 40% widmet er dem probieren durch die Anleitung des Tutors, erstaunliche 26% wendet er dafür auf, mit den vorhandenen Gegenständen wenig zielführend zu spielen, allerdings beantwortet er auch in 18% der gesamten Zeit die Fragen des Tutors. Tutee  $t_3$  probiert in 41% der gesamten Zeit durch die Anleitung der Tutorinnen. Ein Viertel der gesamten Zeit ist sie allerdings mit dem Spielen beschäftigt. Allerdings in 33% antwortet sie auch auf die Fragen der Tutorinnen. Tutee  $t_2$  verbringt 15% damit, eigenständig Versuche auszuprobieren. Den Hauptanteil bilden 62% mit dem Probieren durch die Anleitung der Tutoren. Die restlichen 20% antwortet dieses Tutee auf die Fragen der beiden Tutoren.

Zusammenfassend lässt sich beschreiben, dass die Tutees gesamt sehr aktiv waren. Alle haben sehr brav auf die Fragen der Tutoren/innen geantwortet und haben viel, wenn auch zum größten Teil, durch die Anleitung der Tutoren/innen ausprobiert.

## 6.2 Deutung der Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden nun Antworten auf die Forschungsfragen gegeben.

### 6.2.1 Beantwortung der Forschungsfragen

Um nun eine Antwort auf die beiden Forschungsfragen zu finden wurden zu jeder Forschungsfrage zwei Hypothesen entwickelt.

***F1: Wie wirkt sich das Engagement der Tutoren auf den gesamten Tutoring-Prozess und die Lernaktivitäten der Tutees aus?***

**H<sub>1F1</sub>: Engagierte Tutoren/innen initiieren höhere kognitive Lernaktivitäten bei den Tutees.**

Die Antwort auf diese Hypothese, könnte mithilfe der Definition des Engagements beantwortet werden. Diese findet man im Kapitel Datenerhebung. Weiter wurden hierfür folgende Diagramme Abbildung 34 und Abbildung 35 zur Beantwortung herangezogen. Abbildung 34 zeigt das Engagement vor dem Tutoring. Betrachtet man nun folgende Abbildungen der Aktivitäten der Tutees also, Abbildung 38, Abbildung 39 und Abbildung 40, so erkennt man das  $t_1$  dessen Tutor  $T_1$  war, sehr große Aktivitäten im Bereich probiert durch Anleitung und antwortet auf die Fragen des Tutors hat. Des Weiteren bietet der Tutor  $T_1$  auch Phasen in denen der Tutee  $t_1$  eigenständig arbeiten kann und bei Unklarheiten den Tutor  $T_1$  fragen darf. Die Aktivität spielen darf man bei diesem Tutee  $t_1$  nicht sehr negativ sehen, da dieser Klassenbester (nach Angaben der Lehrperson) ist, dies kann ich auch durch mein Einführungsinterview bestätigen. Dieser Schüler weiß also bereits schon sehr viel und spielt möglicherweise deshalb sehr viel. Allerdings gleichzeitig passt dieser Tutee auf und wirft immer wieder richtige Antworten ein.

Auch die beiden Tutoren  $T_2$  und  $T_3$  schaffen es, die Tutee ideal zu beschäftigen. So spielt ihr Tutee die gesamte Tutoringaktivität nicht sinnlos mit Gegenständen, sondern lauscht immer interessiert den beiden Tutoren.  $T_2$  ist besonders bemüht, dass die Tutees viel Neues lernen und erklärt ihnen daher sehr viel. Er hält sich dabei nicht strikt an die Vorlage, sondern erzählt ihnen viel davon, was er während des Mentorings herausgefunden hat. Die beiden Tutorinnen  $T_4$  und  $T_5$ , bemühen sich auch sehr ihrem Tutee Neues beizubringen. Da aber  $T_4$  nicht besonders engagiert ist und  $T_5$  sich sehr leicht ablenken lässt, schweifen hier das Gespräch und die Aktivitäten immer wieder auf nicht zum stoffpassende Teilgebiete. Trotz alle dem lernt das Tutee auch sehr viel Neues und fühlt sich sichtlich wohl bei den beiden.

Zusammenfassend kann man also nun folgern, dass engagiertere Tutoren/innen höhere Lernaktivitäten bei den Tutees initiieren. Allerdings mit sehr viel Bemühen können auch Tutoren/innen, die anfangs weniger engagiert werden ihr Engagement steigern und den Tutees Neues näher bringen.

**H<sub>2F1</sub>: Die Interaktion in den Lerngruppen fördert das Engagement bei Tutoren mit mangelndem Vorwissen.**

Aus diesen Abbildungen von vor dem Tutoring lassen sich sehr schön Aussagen über das Engagement treffen. Etwa erkennt man das T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> und T<sub>5</sub> engagiertere Tutoren/innen sind. Diese drei Tutoren/innen sind jene mit einem ganz guten Vorwissen. Sie engagieren sich auch besonders in der Vorbereitung, das Paradebeispiel stellt T<sub>1</sub> dar, da dieser sich auch zusätzlich zuhause vorbereitet. Weniger engagiert sind die beiden Tutoren/innen T<sub>3</sub> und T<sub>4</sub>. Wobei hier noch einmal eine Abstufung gemacht werden kann, da T<sub>4</sub> überhaupt kein Engagement zeigt. T<sub>3</sub> engagiert sich immerhin schon während des Mentorings. Betrachtet man nun noch einmal die Abbildungen des Engagements nach dem Tutoring, Abbildung 36 und Abbildung 37, so erkennt man in allen fünf Fällen eine deutliche Steigerung. Alle Tutoren/innen finden sehr große Freude an der Tätigkeit und auch in der Durchführung lassen sich sehr große positive Erfolge verzeichnen. So blüht etwa T<sub>4</sub> in ihrer Tätigkeit als „Lehrerin“ förmlich auf und ist gewillt neue Inhalte von T<sub>5</sub> zu lernen und diese an die Tutees weiter zu geben. Gerade die beiden Tutoren/innen T<sub>3</sub> und T<sub>4</sub>, die anfangs weniger engagiert waren, steigern sich total in die Durchführung und versuchen diese Intervention besonders gut zu absolvieren.

Abschließend lässt sich hier folgendes äußern, dass diese Intervention des Tutorings alle Tutoren/innen engagiert. Man kann im Video den Spaß den Kinder dabei haben in jeder Situation beobachten.

***F2: Lassen sich auch bei den Tutoren/innen im Verlauf der Tutoringaktivitäten Lernprozesse identifizieren?***

**H<sub>1F2</sub>: Während der Interaktionen zwischen Tutoren/innen mit unterschiedlichen fachlichen Voraussetzungen werden Tutoren/innen mit mangelndem Vorwissen dazu angeregt, ihre eigenen Vorstellungen zu adaptieren.**

Um diese Hypothese zu beantworten möchte ich folgende exemplarische Aussagen der Tutoren/innen T<sub>3</sub> und T<sub>4</sub> wörtlich zitieren:

*„Ah jetzt check ich es“*

*„So gehört das? Hab ich mir noch gar nicht überlegt.“*

*„Mir ist da der Knopf noch aufgegangen.“*

*„ Achso, oh Gott! Ja wahrscheinlich schon! Ja weil bei manchen Sachen war ich schon sehr unsicher und da hat mir dann T<sub>5</sub> geholfen.“*

Alle diese Aussagen wurden während des Tutorings, während der Interaktion zwischen den beiden Tutor/innen mit unterschiedlich fachlichen Voraussetzungen, oder im anschließenden Interview geäußert. Man kann daran sehr gut erkennen, dass diese Tätigkeit noch die letzten Knöpfe gelöst hat. Besonders schön war hier zu beobachten, dass die Tutoren/innen auch vor dem Tutee untereinander zum Diskutieren anfangen und die Tutoren mit mangelndem Vorwissen viel davon profitierten. Interessant war auch, dass etwa die Tutorin T<sub>5</sub> ihre Partnerin T<sub>4</sub> gelobt hat, als sie die

Schattenentstehung richtig erklärt hat. Also auch T<sub>5</sub> hatte den Eindruck, dass T<sub>4</sub> noch sehr viel in dieser Einheit gelernt hat. Interessanterweise hatte T<sub>2</sub> das Gefühl, dass T<sub>3</sub> schon vor dem Tutoring alles wusste, dies steht allerdings im Widerspruch mit meinen Einführungsinterviews, bei denen T<sub>3</sub> große Probleme mit dem Lösen der vorgelegten Items hatte. All die angeführten Beispiele, lassen darauf schließen, dass Tutoren/innen mit mangelndem Vorwissen sehr viel von Tutoren/innen mit guten Vorkenntnissen lernen. So könnte man etwa auch innerhalb der Klasse phasenweise ein Peer-Tutoring durchführen.

**H<sub>2F2</sub>: Durch die Fragen der Tutees werden die Tutoren dazu angeregt, sich mit ihren eigenen kognitiven Strukturen intensiver auseinanderzusetzen.**

Auch hier möchte ich wieder einige Aussagen der Tutoren/innen während des Tutorings, Interaktion mit den Tutees, anführen. Einige Statements sind auch aus dem Abschlussinterview zitiert.

*„Das gehört schon so oder?“*

*„Sie (Tutee) hat es schneller drauf als du.“*

*„Nein, das Licht breitet sich immer geradlinig aus, deshalb ist auch der Schatten mit dem Objekt auf einer Linie.“*

*„Na ich hab es einfach besser verstanden als im Unterricht. Weil ich es den Kindern beigebracht habe, da hab ich es viel besser gekonnt.“*

Durch die erste Frage erkennt man, dass durch Fragen der Tutees die Tutoren/innen zum Denken angeregt werden. So äußert etwa T<sub>4</sub> ihre Unsicherheit und bestätigt ihr fehlendes Wissen. Also muss sie es sich noch einmal in Ruhe überlegen, bevor sie es dem Tutee erklärt. Durch die Frage des Tutees ist sie also darauf aufmerksam geworden, dass sie es noch nicht hundertprozentig verstanden hatte. T<sub>5</sub> regt auch durch die folgende Aussage: *„Sie (Tutee) hat es schneller drauf als du.“* den Ehrgeiz in T<sub>4</sub> an. Diese möchte es natürlich auch verstehen und nicht als völliger Versager vor dem Tutee zu stehen. Die weiteren Statements stammen vom Tutor T<sub>2</sub>, dieser hat während des Tutorings die geradlinige Lichtausbreitung akzeptiert. Sein eben erworbenes Wissen, wollte er in jedem Zeitpunkt an die Tutees weitergeben. Seine letzte Aussage finde ich wunderschön. Das ist doch genau der erwünschte Effekt des CAPT. Man möchte, dass die Arbeit mit den Kindern dazu führt, dass die Tutoren/innen sich nun intensiver mit ihren eigenen kognitiven Lernprozessen auseinandersetzen und ein tiefgründigeres Verständnis erhalten. Ich glaube dies kann man durch die folgende Arbeit bestätigen, dass dies in diesem Fall sehr gut gelungen ist.

### **6.2.1 Nähere Betrachtung der Kategorien K2 und K8**

Um genauere Aufschlüsse der in Abbildung 30 erfassten Kategorien zu bekommen, wurden weitere Detailanalysen durchgeführt. Betrachtet man die Kategorie K2 näher, so sieht man dass hier die prozentuellen Anteile sehr unterschiedlich sind. T<sub>2</sub> wendet fast die Hälfte der gesamten Zeit der Tutoringaktivität auf, um den Tutees etwas zu erklären. Sein Partner T<sub>3</sub> erklärt etwa ein Drittel. Diese Gruppe wendet also sehr viel Zeit für das Erklären auf. Vergleicht man nun die beiden Tutoren innerhalb der Kategorie des Erklärens, so sieht man dass etwa T<sub>2</sub> im Unterschied zu T<sub>3</sub> erklärt. T<sub>2</sub>

spricht mit einer ruhigen Stimme und in einem angenehmen Tempo, einfach so, dass es angenehm zum Zuhören ist. Weiter spricht dieser Schüler in ganzen Sätzen und stoppt von Zeit zu Zeit ab und fragt bei den Tutees direkt nach, ob irgendwelche Fragen entstanden sind. Auffallend ist auch, dass auch wenn soeben T<sub>3</sub> erklärt hat, mischt sich T<sub>2</sub> ein und fragt nach ob alles verstanden wurde. Der Tutor T<sub>2</sub> erklärt sehr frei. Er benutzt nicht die Lösungen oder verwendet vorgegebene Phrasen aus dem Mentoring.

Im Vergleich dazu verwendet der Tutor T<sub>3</sub> auffallend oft die vorgegebene Phrase. Unter anderem betont dieser sehr stark die geradlinige Lichtausbreitung. So wendet dieser Tutor T<sub>3</sub> sehr viel Zeit dafür auf, die geradlinige Lichtausbreitung den Tutees näher zu bringen. Der Schüler erklärt also fast nur die geradlinige Lichtausbreitung. Die anderen Teile deckt der Tutor T<sub>2</sub> ab. Es scheint also, dass der Tutor T<sub>2</sub> die Führung über hat, unter der sich alle beteiligten in der Lerngruppe unterwerfen. Zum Abschluss teilen sich die beiden Tutoren auf und jeder betreut ein Kind. Auch hier kann man sehr viele Unterschiede erkennen, so lässt etwa der Tutor T<sub>2</sub> den Tutee einfach frei arbeiten, wohingegen der Tutor T<sub>3</sub> sehr stark Gegenstände und Experimente vorgibt, die der Tutee versuchen könnte. Der Schüler T<sub>3</sub> braucht also augenscheinlich etwas, woran er sich festhalten kann. Besonders auffällig ist hier auch, dass der Tutor T<sub>3</sub> öfter aufsteht und T<sub>2</sub> alleine mit den beiden Tutees zurück lässt. Dieser versucht die Situation so gut wie möglich zu bewältigen, indem er mit den beiden Tutees über belanglose Dinge spricht, oder er lobt einfach mal die beiden.

In dieser Gruppe fällt sofort zu Beginn auf, dass die Tutorin T<sub>4</sub> extrem nervös ist. Sie möchte gerne mit dem Erklären der ersten Aufgabe beginnen, hat aber so eine große Unordnung in ihren Kärtchen, dass sie diese nicht findet. Tutorin T<sub>5</sub> reicht T<sub>4</sub> ihre sortierten Kärtchen und wartet zunächst ab. Nachdem aber T<sub>4</sub> nicht in der Lage ist die Aufgabe zu erklären, übernimmt sie das Wort und erklärt die erste Aufgabe. T<sub>5</sub> erklärt frei ohne zu Hilfenahme der Kärtchen. Zunächst fragt sie das Tutee ob es schon eine Ahnung davon hat, nachdem ein Nein folgt beschreibt sie den Sachverhalt in ihren eigenen Worten. Als es zur nächsten Aufgabe kommt, startet T<sub>4</sub> einen neuen Versuch und liest zunächst die Aufgabe vor. Nachdem das Tutee geantwortet hat, erklärt T<sub>5</sub> wieder die richtige Lösung. Daraufhin einigen sich die Beiden darauf, dass T<sub>4</sub> die Aufgabenstellung erklärt und T<sub>5</sub> die richtige Lösung. Der Aha-Effekt lässt allerdings nicht lange auf sich warten, da T<sub>4</sub> auf einmal die Lösung erklärt und zwar war dies eine analoge Aufgabe zur vorherigen und sie erklärt es nun mit den Worten von Tutorin T<sub>5</sub>. Anscheinend hat diese Tutorin T<sub>4</sub> soeben etwas gelernt. Dies lässt auch die Aussage „*Ah jetzt check ichs*“ schließen. Diese Gruppe ist sehr schnell durch mit den Aufgaben und nach diesem Abarbeiten der Kärtchen treiben sie einfach mal eine Weile Blödsinn. Sie schauen, was den die Kamera aufnimmt oder betreiben lustige Lichtspiele.

Erst nachdem meine Studienkollegin Maria Ziegler die beiden Tutorinnen T<sub>4</sub> und T<sub>5</sub> darauf aufmerksam macht, dass das Tutee vielleicht doch noch nicht alles so gut verstanden hat, beruhigen sie sich wieder und starten einen neuen Anlauf das Wort reflektieren zu erklären. Bei diesen Erklärungsversuchen unterscheiden sich die beiden Schülerinnen merklich, T<sub>5</sub> versucht das Wort mit ganz vielen anderen zu umschreiben, so dass das Tutee es auch versteht. T<sub>4</sub> hingegen gibt Tipps, wie man es sich „leichter merken“ kann und welche Antworten das Tutee nicht sagen soll, wenn es

danach gefragt wird. Das heißt  $T_5$  versucht es so zu erklären, dass es verstanden wird und  $T_4$  bietet eine Möglichkeit das Unverständnis zu überspielen.

Tutor  $T_1$  hatte wohl die größte Aufgabe. Dieser musste nämlich drei Tutees allein beschäftigen. Diese Aufgabe meisterte der Schüler mit Bravour und antwortet auf meine Frage, ob es denn sehr anstrengend war und ob wir ihn eh nicht überfordert haben mit den dreien, dass er ja eh Lehrer werden möchte und es daher schon als kleine Generalprobe gesehen hat. Weiter hat es ihm wirklich total viel Spaß gemacht mit den Dreien zu arbeiten.  $T_1$  war sehr bemüht und hat versucht alles so gut wie möglich zu erklären. Obwohl der Schüler alles sehr gut erklärt, versucht er dieses immer noch zu umschreiben und anders erklären. Auch dieser verwendet nicht wirklich die vorgegebenen Kärtchen sondern beschreibt die unterschiedlichen Sachverhalte mit eigenen Worten. Weiter geht  $T_1$  sehr häufig auf Tuteeantworten ein, fasst diese zusammen und erklärt etwaige Unklarheiten geduldig noch einmal. Sein Erklärverhalten ist ähnlich dem des Tutors  $T_2$ , er spricht ruhig, ohne Hektik und in vollständigen Sätzen. Die Kategorie acht beschreibt Anderes. Der Tutor hat daher so einen hohen Anteil der Zeit in dieser Kategorie, da dieser am Ende der Tutoringaktivität eine allgemeine Reflexion durchgeführt hat. Er hat also die Tutees befragt, was sie Neues gelernt haben. Ob es ihnen Spaß gemacht hat und ob sie noch irgendwelche Probleme haben. Dies und eine ganz kurze Phase, in der die Volksschulkinder spielen und er ermahnt, setzten die Kategorie acht zusammen. Man könnte dies also als Paradebeispiel eines perfekten Tutorings bezeichnen.

### ***Mögliche einschränkende Begleiteffekte***

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass sowohl die Intensität der kognitiven Lernaktivitäten sowie die gemessenen motivationalen Einstellungen der Tutoren/innen ganz wesentlich durch die durchgeführte Interviewserie im positiven Sinne beeinflusst wurde. Folgende Beobachtungen lassen auf diese Annahme schließen: Erstens konnte im Laufe der mehrmals mit demselben Schüler/derselben Schülerin durchgeführten Interviews eine steigende Interessiertheit und wachsende Aufmerksamkeit gegenüber den inhaltlichen Fragestellungen festgestellt werden. Weiter entstand der Eindruck, dass die intensive Auseinandersetzung mit den Schülern/innen von diesen als besondere Wertschätzung empfunden wurde, sie ihre Wichtigkeit am Gelingen des Projektes erkannten und sich mit sehr großem Engagement einbrachten.

### ***6.2.2 Aufgezeigte Probleme und Verbesserungsvorschläge***

Während der gesamten Auswertungen traten gehäuft die gleichen Probleme mit den Fremdwörtern auf. Dabei stellte sich das Wort „reflektieren“ als besonderes Hindernis dar, zwar schlucken die Schüler/innen das Fremdwort, können es aber in ihren eigenen Worten nicht beschreiben. Dies bedeutet dass die Schüler/innen das Wort nicht verstanden haben. Daher könnte man das Wort entweder streichen und dafür den Prozess beschreiben, oder man gibt gleich zu Beginn eine ordentliche Begriffserklärung, sodass alle Schüler/innen den Prozess der hinter dem Begriff steckt verstehen. Des Weiteren handelt es in diesem Fall überhaupt nicht vom „reflektieren“ sondern der Sehvorgang wird durch die Streuung beschrieben.

In den Abschlussinterviews und Follow-Up-Interviews trat noch ein weiteres Problem in den Vordergrund. Es wussten zwar alle Schülern/innen, dass der Schatten mit dem Gegenstand und der Lichtquelle auf einer Linie liegen muss. Warum dies allerdings eine so wichtige Bedingung ist und was dahinter steckt ging komplett unter. Daher sollte man den Zusammenhang zwischen der geradlinigen Lichtausbreitung und der Schattenentstehung noch explizierter herausarbeiten. Allerdings ging nicht nur dieser Zusammenhang im Eifer des Gefechts unter, sondern wurde auch nicht einmal der Unterschied zwischen Schatten und Schattenraum formuliert. Dies spiegelte sich im Item, ob der Schatten immer sichtbar mit dem Gegenstand verbunden sein muss wieder. Die Schüler/innen haben keinen Begriff davon, was der Schatten und was der Schattenraum genau ist. Sie verstehen also nicht, dass der Begriff Schatten nur die Projektion an der Wand darstellt, hingegen der Schattenraum der gesamte, lichtleere Raum hinter dem Gegenstand ist.

Ein sehr großes Problem stellte auch ein Schüler der Volksschule dar. Dieser war nicht besonders gewillt mit mir zu sprechen und hat sich auch komplett verstellt. Im Laufe des Gespräches gelang es die Ursache für dieses Verhalten zu eruieren. Es handelt sich bei  $t_1$  um einen überdurchschnittlich begabten Schüler, der dadurch unterfordert wurde, dass bei allen Interventionen, an denen er beteiligt war, immer dieselben Aufgaben verwendet wurden. So schildert mir dieser Schüler etwa, dass ihm Schule keinen Spaß macht, er nicht gerne liest und nicht an der Naturwissenschaft interessiert ist. Die Lehrerin erzählte mir allerdings die wahren Hintergründe, dass er ein sehr braver und ordentlicher Schüler ist, am liebsten ganz dicke Bücher liest und eine Jahreskarte für das technische Museum besitzt, dieses er liebend gerne besucht. Weiter schildert die Lehrerin, dass dieser Schüler Neues immer sehr ablehnt. Man muss ihn also quasi immer dazu zwingen sich in dieser neuen Situation einzufinden, ist er dann einmal drin, so meistert er die Aufgabe mit Bravur. Für diesen Schüler war es auch ein besonders großes Problem, dass er während des gesamten Mentorings aufgenommen wurde. Während dieser gesamten Arbeitsphase, war der Schüler sehr angespannt und hat sich nicht mehr auf den eigentlichen Inhalt konzentrieren können. Interessant war hingegen, dass dieser Schüler während des Tutoring-Prozesses die Kamera komplett vergessen konnte und diese Situation exzellent meisterte. Daran erkennt man, dass es auch immer wieder zu zwischenmenschlichen Problemen kommen kann, die nicht leicht zu vermeiden sind. Diese Art von Problemen wird man in unterschiedlichen Formen immer bei der Arbeit mit Kindern wiederfinden. Ein weiteres zwischenmenschliches Problem trat in einer Gruppe auf, da etwa das Kindergartenkind nicht gewillt war etwas auszuprobieren oder auf Fragen zu antworten. Um diese auftretenden Probleme umgehen zu können, empfiehlt sich eine große Datenmenge auszunehmen.

## 7. Folgerungen und Ausblick

Um einen umfangreichen Überblick über die Folgerungen und den Ausblick zu geben, möchte ich an dieser Stelle die beiden Interviews mit den Lehrpersonen anführen. A steht für die Interviewerin und B steht für die Volksschullehrerin.

[Anmerkung: Die Volksschullehrerin sagte mir vor dem Interview, das sie die geradlinige Lichtausbreitung neu dazugelernt hat.]

A: Wie haben Sie das Projekt insgesamt gefunden?

B: Sehr gut, weil es hat den Kindern auch sehr großen Spaß gemacht, mit den größeren und dann auch mit den Kleineren zu arbeiten. War interessant und war mal was Neues.

A: Glauben Sie, dass die Kinder viel Neues dazugelernt haben?

B: Manche ja, für manche war es sich interessant und ich hab ein paar Kinder, die saugen das förmlich auf, wenn es was Neues gibt, an manchen wird es vorbeigegangen sein. Aber das Licht sich geradlinig ausbreitet, da hat mein schwächstes Kind gewusst. Das hat mich verblüfft, da hab ich geglaubt, die wird nichts mitbekommen, aber sogar die hat was mitgenommen. So ganz wichtige Dingen sind schon hängen geblieben.

A: Haben Sie auf die Inhalte einen anderen Blick auf die Inhalte?

B: Ja sicher, da wir das gar nicht so in der Form gemacht hätten, da in der VS der Fokus auf Strom und Wasser liegt. Man hat sich dadurch Gedanken gemacht.

A: Könnten Sie sich vorstellen, das Projekt auch ohne unsere Hilfe durchzuführen, oder ist es Ihnen ein zu großer Organisatorischer Aufwand?

B: Es ist schon mal gut, dass wir in einem Haus sind. Dann muss man noch schauen, wegen dem Stundenplantechnischen, aber gut da sind wir als Volksschullehrer flexibel, weil wir ja so und so in der Klasse ist und da muss man halt schauen dass es sich dann ausgeht, also im Vorfeld ist es schon ein großer organisatorischer Aufwand, aber dann wenn das gut vorbereitet ist dann läuft es eh von selbst. Das ist schon super und mit dem KG ist es noch leichter, weil die ja Stundenplan technisch nicht gebunden sind. Halt nicht zu oft, weil wenn man es dauernd macht, aber so einmal im Jahr zu einem Schwerpunkt, das würde uns schon gefallen. Also halt alles was, mit Versuchen ist. Das bietet sich halt an.

A: Und haben Sie irgendwelche Probleme gesehen, die man verbessern könnte?

B: Puh... Ähm... Nein. Wusste ich jetzt eigentlich nicht. Die Karteikarten waren gut, weil sich da die Kinder anhalten können. Also so als Stütze, das war gut.

A: Ja also wie wir uns das angeschaut haben auf dem Video, da ist uns aufgefallen, dass es so ein Abarbeiten ist.

B: Ja, naja sie hängen halt sehr an den Karten.

A: Wir überlegen eben, wie man das umgehen könnte, das man etwa nur vier nimmt und dafür intensivere Beschäftigung?

B: Das sie sich mit einer dann länger beschäftigen? Das meinen Sie?

A: Ja.

B: Puh... Schwierig, die brauchen einfach einen Anhaltspunkt, bei dem sie sich anklammern können. Das Thema ist neu und wenn man selbst unterrichtet, hat man auch seine Punkte aufgeschrieben und manchmal hat man halt mehr Zeit, dass man sich in einem Punkt vertieft und manchmal halt nicht. Ja sicher, aber ich weiß gar nicht ob sie dann mehr in die Tiefe gehen würden, sie haben einfach diesen innerlichen Stress, dass sie das abarbeiten sollen und ich weiß nicht, kommt drauf an, wenn es Sachen sind wo man mehr experimentieren kann. Natürlich kann man das auch mit der Taschenlampe, aber das ist jetzt nicht so ergiebig. Wenn es halt Sachen sind, wo man noch auf etwas selbst draufkommen kann etwa, aber sonst finde ich die schon ganz gut, vor allen Dingen für Schwächeren. Die guten können es sich leichter merken, aber gerade die Schwächeren brauchen diese Karten, damit sich nicht währenddessen den roten Faden verlieren.

A: Wie kann man es wirklich in der Schule einsetzen...

B: Na bei uns halt optimal, weil alles in einem Haus ist. Wenn man wieder eine Partnerschule braucht, zu der man fahren muss, das ist dann ein großer Zeitfaktor.

Das zweite Interview wurde mit der Hauptschullehrerin geführt, allerdings war diese mit einer Aufnahme nicht einverstanden, daher ein Protokoll des Interviews.

Das Projekt empfand sie als nett, bei dem einige Kinder auch etwas Neues dazugelernt haben. Allerdings haben die Schüler/innen ihrer Meinung nach mehr Neues bei der e-Lehre gelernt, die Schattenversuche konnte man eher mit Hausverstand und eigener Erfahrung beantworten. Selbst haben sich ihre Blicke auf die Inhalte, besonders bei der e-Lehre geändert, da sie hier sehr viele neue Experimente kennengelernt hat und im Themengebiet Schatten haben ihr die kleinen Lampen sehr gut gefallen, sie hätte Schattenversuche mit kleinen Kerzen durchgeführt. CAPT würde sie selbst nicht mehr im Unterricht durchführen, da sie auf andere „Dinge“ wert legt, als in der Volksschule. Probleme sieht sie, etwa das die e-Lehre mit der 4.Klasse durchgenommen wurde, obwohl doch das Themengebiet im Lehrplan schon in der 3. Klasse steht. Also es ist einfach schon zu lange her und die Kinder konnten sich daran nicht mehr erinnern. Auf meine Frage, das wir das ja wie am Beispiel Optik das ohne Vorunterricht durchführen wollte, antwortete sie mir, dass man die Schüler/innen nicht einfach so ohne fundierter Basis auf die Kleinen loslassen kann. Ihr war die zweimalige Einführung zu wenig, man müsste die Inhalte besser festigen und noch mal durcharbeiten und ordentlich aufschreiben! Dieser Aspekt des Festigens war ihr ein besonderes Anliegen. Als weiteres Problem erklärte sie mir, dass die Volksschulkinder zu viel wussten, die sollten mehr Unwissender sein. Die Schüler/innen haben ihr gegenüber erwähnt, dass die Volksschulkinder mehr gewusst hätten als sie selbst. (Ich erklärte ihr, dass die VS-Kinder auch keinen Unterricht hatten, sondern dass dies eine so gute Klasse ist, bei der die Kinder das unter Umständen schon wusste). Weiter habe ich ihr erklärt, dass dies ja eh auch ein gewünschtes Ziel ist, wenn die älteren Kinder durch das Wissen der jüngeren

angeregt werden sich noch einmal darüber Gedanken zu machen. Sie entgegnete mir, sie findet das ja prinzipiell nicht schlecht, dass die Schüler/innen sich intensiv vorbereiten (kam allerdings zu kurz) und es dann weitergeben, da man durch das selber erklären auch sehr viel Neues lernt und es Verstehen muss, aber die Kleinen sollten halt noch nicht so viel wissen. Auf die Frage ob Fremdwörter ein Problem darstellten, meinte sie, dass dies für ihre Schüler/innen keine Probleme bereiten.

Auf die Frage, was wir verändern sollten, damit auch sie sich vorstellen könnte es im Unterricht einzusetzen:

Guter Vorbereitung, also schon Unterricht über das Thema durch den Klassenlehrer. (Fundierte Basis) Kleinen sollten nichts darüber wissen. Nicht zu einfache Themengebiete, aber sie dürfen ja auch nicht zu abstrakt sein (wegen der VS).

Die beiden Interviews könnten nicht unterschiedlicher sein. Wie man bereits hier erkennen kann, gehen die Meinungen sehr stark auseinander. Eine mögliche Erklärung für den unterschiedlichen Zugang zur Gestaltung des Unterrichts erkenne ich darin, dass die Volksschullehrerin wesentlich engagierter wirkt und viel offener neuen Unterrichtsmethoden gegenübersteht, als die Lehrerin der Sekundarstufe I.

## 8. Literatur

- Anderson, B. (1986). The experiential gestalt of causation: a common core to pupils' preconceptions in science. *European Journal of Science Education* 8 (2), 155-171.
- Blumör, R. (1993). Schülerverständnisse und Lernprozesse in der elementaren Optik: ein Beitrag zur Didaktik des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts in der Grundschule. *Naturwissenschaften im Unterricht*, Band 19. Westarp Wissenschaften.
- Bryman, A. (1992). Quantitativ und qualitativ research: further reflections on their integration. In: Flick, U. (2006) *Qualitative Evaluationsforschung*. 15-18
- Champagne, A.B., Gustone, R.F. & Klopfer, L.E. (1985a). Instructional consequences of students' knowledge about physical phenomena. In L.H.T West & A.L. Pines, *Cognitive structure and conceptual change* (61-90). Orlando: Academic Press.
- Champagne, A.B., Gustone, R.F. & Klopfer, L.E. (1985b). Effecting changes in cognitive structures among physics students. In L.H.T. West & A.L. Pines, *Cognitive structure and conceptual change* (163-188), Orlando: Academic Press.
- Clement, J., Brown, D.E. & Zietsmann, A. (1989). Not all preconceptions are misconceptions: finding 'anchoring conceptions' for grounding instruction on students' intuitions. *International Journal of Science Education* 11, 554-565.
- Cohen, J. (1986). Theoretical Considerations of Peer Tutoring. *Psychology in the Schools* 23, 2, 175-86.
- Collins, A., Brown, J. & Newman, S. (1987). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. Center for the Study of Reading. Technical Reports. Technical Report No.403.
- Dineen J., Clark H& Risley, T. (1977). Peer Tutoring among elementary students: educational benefits to the tutor. *Journal of applied behavior analysis*, 10, 231-238.
- Driver, R. (1989). Changing conceptions. In: Adey, P., Bliss, J., Head, J. & Shayer, M. (Eds.). *Adolescent Development and School Science* (79-104). London: Falmer Press.
- Dreyfuß, A., Jungwirth, E. & Eliovitch, R. (1990). Applying the "cognitive conflict" strategy for conceptual change-some implications, difficulties, and problems. *Science Education* 74, 555-569
- Duit, R. (2010). Schülervorstellungen und Lernen von Physik. In: *Physik im Kontext – Konzepte, Ideen, Materialien für effizienten Physikunterricht*. Seelze: Friedrich Verlag.
- Dykstra, D.I, Boyle, C.F. & Monarch, I.A.(1992). Studying conceptual change in learning physics. *Science Education* 76 (6), 615-652.
- Flick, U. (2004). Triangulation - Eine Einführung. In: Flick, U. (2006). *Qualitative Evaluationsforschung*. 15-18
- Flick, U. (2006). *Qualitative Evaluationsforschung*. Rowohlt Verlag GmbH. Reinbek bei Hamburg. 15-18
- Flick, U. (2007). *Designing qualitative research*. London: SAGE Publications Ltd. 9,10.
- Fogarty, J. & Wang, M. (1982), *An Investigation of the Cross-Age Peer Tutoring Process*
- Gauld, C. (1986). Models, meters and memory. *Research in Science Education* 16, 49-54.
- Gaustad, J. (1922). *Tutoring for At-Risk Students*. Oregon School Study Council Bulletin. Eugene, Oregon: Oregon School Study Council.
- Gaustad, J. (1993). Peer and Cross-Age Peer Tutoring, *ERIC Digest* 79.
- Guesne, E. (1985). Light. In: Driver, R. (Ed.) *Children's Ideas in Science*. 10-31.
- Gropengießer, H. (1997). Didaktische Rekonstruktion des "Sehens". *Wissenschaftliche Theorien und die Sicht der Schüler in der Perspektive der Vermittlung*. Oldenburg: Carl von Ossietzky Universität.
- Guderian, P. (2006), *Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte*. Humboldt-Universität Berlin. 59-62
- Hammersley, M. (1996). The relationship between qualitative and quantitative research: Paradigm loyalty versus methodological eclecticism. In: Flick, U. (2006) *Qualitative Evaluationsforschung*. 15-18
- Hanel, P.(1991). Lernen durch Lehren oder Schüler übernehmen Lehrerfunktionen: *RL-Information*, 4, 31-34.

- Harris, V. W. & Sherman, J. A. (1973). Effects of peer tutoring and consequences on the math performance of elementary classroom students. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 6, 587-597.
- Hashweh, M.Z. (1986) Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education* 8 (3), 229-249.
- Jung, W. (1986) Alltagsvorstellungen und das Lernen von Physik und Chemie. In: Müller, R. Wodzinski, R. & Hopf, M. (Hrsg.) (2007). *Schülervorstellungen in der Physik*. Aulis Verlag Deubner. 18, 19.
- Jung, W. (1981) Erhebungen zu Schülervorstellungen in Optik (Sekundarstufe I). In: *physica didactica* 8. 137-153.
- Jung, W. (1981). Ergebnisse einer Optik – Erhebung. In: *physica didactica* 9. 19-34
- Jung, W., Wiesner, H. & Engelhardt, P. (1981). Vorstellungen von Schülern über Begriffe der Newtonschen Mechanik. Bad Salzdetfurth: Franzbecker.
- Kardorff, E. (2006). Zur gesellschaftlichen Bedeutung und Entwicklung (qualitativer) Evaluationsforschung. In: Flick, U. (2006). *Qualitative Evaluationsforschung*. 15-18
- Kattmann, U. Duit, R. Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der didaktischen Rekonstruktion- Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktischen Forschung und Entwicklung. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. Jg. 3. Heft 3. S. 3-18
- Kelle, U. & Erzberger, C. (2000). Quantitative und qualitative Methoden – Kein Gegensatz. In: Flick, U. (2006). *Qualitative Evaluationsforschung*. 15-18
- Kluge, S. (2001). Strategien zur Integration qualitativen und quantitativen Erhebungs- und Auswertungsverfahren. Ein methodischer und methodologischer Bericht aus dem Sonderforschungsbereich 186 „Statuspassagen und Risikolagen im Lebensverlauf“ In: Flick, U. (2006). *Qualitative Evaluationsforschung*. 15-18
- Korner, M. Urban-Woldron, H. & Hopf, M. (2012). Entwicklung eines Messinstrumentes zur Motivation. Paper presented at the GDCP Jahrestagung – Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht, Oldenburg.
- Krapp, A. (1992). Interesse, Lernen und Leistung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 38 (5), 747-770.
- Lippitt, P. (1976). Learning Through Cross-Age Helping: Why and How. In: Vernon, L. A. (Ed.). *Children as Teachers: Theory and Research on Tutoring*. New York: Academic Press.
- Martin, Jean-Pol. 2000. Lernen durch Lehren: ein modernes Unterrichtskonzept. Schulverwaltung Bayern, März/2000. <http://www.lernen-durch-lehren.de/Material/Publikationen/aufsatz2000.pdf>, (3.5.2012)
- Martin, Jean-Pol. 2002. „Weltverbesserungskompetenz“ als Lernziel? „Pädagogisches Handeln – Wissenschaft und Praxis im Dialog“, 6. Jahrgang, Heft 1. S. 71-76. <http://www.ldl.de/Material/Publikationen/aufsatz2002-2.pdf> (3.5.2012)
- Murmann, L. (2004). Phänomene erschließen kann Physiklernen bedeuten. [www.widerstreit-sachunterricht.de/Ausgabe Nr. 3, 1-14](http://www.widerstreit-sachunterricht.de/Ausgabe%20Nr.%203,%201-14) (23.4.2012)
- Mayring, P. (2008). *Qualitative Inhaltsanalyse Grundlagen und Techniken*. Weinheim: Beltz UTB . 42-83.
- Mayring, P., Gläser-Zikuda, M. & Ziegelbauer, S. (2005). Auswertung von Videoaufnahmen mit Hilfe der Qualitativen Inhaltsanalyse – ein Beispiel aus der Unterrichtsforschung. [www.medienpaed.com/04-1/mayring04-1.pdf](http://www.medienpaed.com/04-1/mayring04-1.pdf). 1-17 (29.4.2012)
- Müller, F.H. Hanfstingl, B. & Andreitz, I. (2007). Skalen zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülerinnen und Schülern. Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung. Alpen-Adria-Universität Klagenfurt.
- Niedderer, H. & Schecker, H. (1992). Towards an explicit description of cognitive systems for research in physics learning. In: Duit, R.; Goldberg, F. & Niedderer, H. (Eds.). *Research in physics learning: theoretical issues and empirical studies*. Proceedings of an International Workshop Kiel: Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften, 74-98.

- Phillips, D. (Ed.). (2000) *Constructivism in education: Opinions and second opinions on controversial issues*. Chicago: The University of Chicago Press
- Ravanis, K., Zacharos, K. & Vellopoulou, A. (2010). The formation of shadows: the case of the position of a light source in relevance to the shadow. *Acta Didactica Napocensia*. Volume 3, Number 3.
- Rheinberg F., Vollmeyer R., Burns B.D. (2001) FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen, (Langversion, 2001), *Diagnostika* 2. 57-66
- Robinson, D., Schofield, J. & Steers-Wentzell, K.(2005). *Peer and Cross-Age Tutoring in Math: Outcomes and their design implications*. Springer Science+Business Media
- Rowell, J.A. & Dawson, C.J. (1985). Equilibration, conflict and instruction: A Newclass-oriented perspective. *European Journal of Science Education* 2, 331-344.
- Schwarzer, R. & Jerusalem, M. (Hrsg.) (1999). *Allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung*. <http://userpage.fu-berlin.de/health/germscal.htm> (6.6.2012)
- Scott, P.H, Asoko, H.M & Driver, R.H. (1992). Teaching for conceptual change: A review of strategies. In R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (Eds.), *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies; proceeding of an international workshop* (310-329). Kiel: Institut für die Pädagogik
- Seitz, S.(2004). Was Kinder an Zeit berührt. In: *Einblicke*(Sept. 2004). *Forschungsmagazin der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg*.
- Solomon, J. (1983). Learning about energy: how pupils think in two domains. *European Journal of Science Education* 5 (1), 49-59.
- Strike, K.A. & Posner, G.J.(1992). A revisionist theory of conceptual change. In R.A. Duschl & R.J. Hamilton (Ed.), *Philosophy of Science, cognitive psychology and educational theory and practice* (147-176). New York: State University of New York.
- Tashakkori, A. & Teddlie, C. (2003b). The Past and the Future of Mixed Methods Research: From Data Triangulation to Mixed Model Designs. In: Flick, U. (2006). *Qualitative Evaluationsforschung*. 15-18
- Thurston, A., Van de Keere, K., Topping, K.J., Kosack, W., Gatt, S. Marchal, J. Mestdagh, N., Schmeinck, D., Sidor, W. & Donnert, K.(2007), *Peer learning in primary school science: Theoretical perspectives and implications for classroom practice*. *Education&Psychology I+D+I and Editorial EOS* (Spain)
- Videograph. Bedienungsanleitung. <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/videograph/videograph.pdf> (5.6.2012)
- Watts,M.(1994). Constructivism, re-constructivism and task oriented problem-solving. In: Fensham, P., Gunstone, R. & While, R. (Eds.).*The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning*. London: The Falmer Press
- Widodo, A. & Duit, R. (2004). Konstruktivistische Sichtweisen vom Lehren und Lernen und die Praxis des Physikunterrichts. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. 10. 233-255
- Widodo, A. & Duit, R. (2005). „*Konstruktivistische Lehr-Lern-Sequenzen und die Praxis des Physikunterrichts*“. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. 131- 146
- Wiesner, H. Engelhardt, P. & Herdt, D. (1995) *Unterricht Physik. Band 1: Optik I. Lichtquellen und Reflexion*.
- Wodzinski , R. (1996). Untersuchungen von Lernprozessen beim Lernen Newtonscher Mechanik im Anfangsunterricht. In: Müller, R.; Wodzinski, R. & Hopf, M. (Hrsg.). *Schülervorstellungen in der Physik* Münster: Lit-Verlag, 23-33.
- Zinn, B.(2009). Ergebnisse einer Pilotuntersuchung zur Unterrichtsmethode „Lernen durch Lehren“. *Zeitschrift für Didaktik Naturwissenschaften*, 325- 329.

## 9. Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 1: Unterschiedliche Sehvorstellungen (nach Guesne, 1986) .....   | 15 |
| Abbildung 2: Sende-Empfänger-Vorstellung nicht selbstleuchtender Gegenstände.....                                  | 16 |
| Abbildung 3: Geradlinige Lichtausbreitung.....   | 17 |
| Abbildung 4: Didaktische Rekonstruktion .....  | 26 |
| Abbildung 5: Ergebnisse der richtig geschriebenen Wörter .....   | 31 |
| Abbildung 6: Vorgegebenen Interventionen.....  | 39 |
| Abbildung 7: Überblick über den zeitlichen Ablauf.....   | 44 |
| Abbildung 8: Zeitlicher Überblick Februar 2012-Mai 2012 .....  | 45 |
| Abbildung 9: Gruppenkonstellationen, Tutoring KMS→VS .....   | 46 |
| Abbildung 10: Gruppenkonstellation Tutoring VS→KG .....  | 46 |
| Abbildung 11: Zusammenhang Schatten und geradliniger Lichtausbreitung .....  | 47 |
| Abbildung 12: Vorstellung über die Eigenschaften des Schattens.....  | 48 |
| Abbildung 13: Zusammenhang Schatten und geradlinige Lichtausbreitung.....  | 48 |
| Abbildung 14: Zusammenhang Schatten und geradlinige Lichtausbreitung.....  | 48 |
| Abbildung 15: Mehrere Lichtquellen, mehrere Schatten .....   | 49 |
| Abbildung 16: Eigenschaften des Schattens .....  | 49 |
| Abbildung 17: Legofiguren/geradlinige Lichtausbreitung.....  | 50 |
| Abbildung 18: .....  | 50 |
| Abbildung 19: .....  | 50 |
| Abbildung 20: Schatten übermalen .....   | 51 |
| Abbildung 21: Eigenschaften des Schattens .....  | 51 |
| Abbildung 22 Kodierungsfenster.....  | 52 |
| Abbildung 23: Arbeitsumgebung Videograph .....   | 54 |
| Abbildung 24: Aktivitäten von $T_1$ .....  | 75 |
| Abbildung 25: Aktivitäten von $T_2$ .....  | 75 |
| Abbildung 26: Aktivitäten von $T_3$ .....  | 76 |
| Abbildung 27: Aktivitäten von $T_4$ .....  | 77 |
| Abbildung 28: Aktivitäten von $T_5$ .....  | 78 |
| Abbildung 29: Aktivitäten aller Tutoren/innen in % der gesamten individuellen Aufnahmezeit .....                   | 78 |
| Abbildung 30: Zeitliche Verteilung der Tutoren/innen-Aktivitäten in % der gesamten individuellen Aufnahmezeit..... | 80 |
| Abbildung 31: Anteile der einzelnen Tutoren/innen bei den verschiedenen Aktivitäten .....                          | 80 |
| Abbildung 32: Selbstwirksamkeitserwartung kodiert von [0; 4].....  | 81 |
| Abbildung 33: Selbstbestimmungsindex .....   | 81 |
| Abbildung 34: Engagement der Tutoren/innen vor dem Tutoring kodiert von [0; 4].....                                | 82 |
| Abbildung 35: Engagement der Tutoren/innen vor dem Tutoring kodiert von [0; 4].....                                | 83 |
| Abbildung 36: Engagement der Tutoren/innen beim und nach dem Tutoring kodiert von [0; 4] .....                     | 84 |
| Abbildung 37: Engagement der Tutoren/innen beim und nach dem Tutoring kodiert von [0;4] .....                      | 85 |
| Abbildung 38: Aktivitäten von $t_1$ .....  | 86 |
| Abbildung 39: Aktivitäten von $t_2$ .....  | 87 |
| Abbildung 40: Aktivitäten von $t_3$ .....  | 87 |
| Abbildung 41: Aktivitäten aller drei Tutees .....  | 88 |
| Abbildung 42: Anteile der einzelnen Tutees bei den verschiedenen Aktivitäten .....                                 | 88 |
| Abbildung 43: Zeitliche Verteilung der Tutee-Aktivitäten in % der gesamten individuellen Aufnahmezeit.....         | 89 |

## 10. Tabellenverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 1: Dunkelkammeraufgabe von Jung (1981).....                                       | 24 |
| Tabelle 2: Ergebnisse der zweiten Gruppe.....   | 24 |
| Tabelle 3: Notenverteilungen der getesteten Klassen .....                                 | 25 |
| Tabelle 4: Jeweilige Items aus dem FAM für die Skalen Interesse und Herausforderung ..... | 55 |
| Tabelle 5: Freude an der Tätigkeit und ihre zugehörigen 5 Items .....                     | 55 |
| Tabelle 6: Zuordnung der Items in die Subskalen .....                                     | 56 |
| Tabelle 7: Selbstwirksamkeitserwartung nach Jerusalem et. al (1999) .....                 | 57 |
| Tabelle 8: Übersicht über die Vorstellungen von Schüler T <sub>1</sub> .....              | 60 |
| Tabelle 9: Übersicht über die Vorstellungen von T <sub>2</sub> .....                      | 61 |
| Tabelle 10: Übersicht über die Vorstellung von T <sub>3</sub> .....                       | 62 |
| Tabelle 11: Übersicht über die Vorstellungen von T <sub>4</sub> .....                     | 63 |
| Tabelle 12: Übersicht über die Vorstellungen von T <sub>5</sub> .....                     | 64 |
| Tabelle 13: Übersicht über die Vorstellung von t <sub>1</sub> .....                       | 68 |
| Tabelle 14: Übersicht über die Vorstellung von t <sub>2</sub> .....                       | 69 |
| Tabelle 15: Übersicht über die Vorstellung von t <sub>3</sub> .....                       | 70 |
| Tabelle 16: Individuelle Aufnahmezeiten der Gesamtaktivität.....                          | 74 |
| Tabelle 17: Deduktiv gebildete Kategorien für die Auswertung mit dem Videographen .....   | 74 |

## 11. Quellenverzeichnis

- Abbildung 1 Guesne, E. (1985). Light. In: Driver, R. (Ed.) Children's Ideas in Science. 28.
- Abbildung 2 Wiesner, H. Engelhardt, P. & Herdt, D. (1995) Unterricht Physik. Band 1: Optik I. Lichtquellen und Reflexion. 67.
- Abbildung 3 [http://www.leifiphysik.de/web\\_ph07\\_g8/leifitest/quiz/sq07\\_01.htm](http://www.leifiphysik.de/web_ph07_g8/leifitest/quiz/sq07_01.htm) (22.5.12)
- Abbildung 4 Kattmann, U. Duit, R. Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der didaktischen Rekonstruktion- Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktischen Forschung und Entwicklung. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften. Jg. 3. Heft 3. S. 4
- Abbildung 5 Dineen J., Clark H& Risley, T. (1977). Peer Tutoring among elementary students: educational benefits to the tutor. *Journal of applied behavior analysis*, 10. 236.
- Abbildung 11 Guesne, E. (1986,1992). Vorunterrichtliche Schülervorstellung in der Optik. 3
- Abbildung 12 [http://www.leifiphysik.de/web\\_ph07\\_g8/leifitest/quiz/sq07\\_01.htm](http://www.leifiphysik.de/web_ph07_g8/leifitest/quiz/sq07_01.htm) (22.5.12)
- Abbildung 13 [http://www.leifiphysik.de/web\\_ph07\\_g8/leifitest/quiz/sq07\\_01.htm](http://www.leifiphysik.de/web_ph07_g8/leifitest/quiz/sq07_01.htm) (22.5.12)
- Abbildung 14 [http://www.leifiphysik.de/web\\_ph07\\_g8/leifitest/quiz/sq07\\_01.htm](http://www.leifiphysik.de/web_ph07_g8/leifitest/quiz/sq07_01.htm) (22.5.12)
- Abbildung 15 <http://www.youtube.com/watch?v=gk4uL-riH8> (Screenshot aus diesem Video, 29.5.2012)
- Abbildung 16 [http://www.leifiphysik.de/web\\_ph07\\_g8/leifitest/quiz/sq07\\_01.htm](http://www.leifiphysik.de/web_ph07_g8/leifitest/quiz/sq07_01.htm) (22.5.12)
- Abbildung 18 [http://www.leifiphysik.de/web\\_ph07\\_g8/leifitest/quiz/sq07\\_01.htm](http://www.leifiphysik.de/web_ph07_g8/leifitest/quiz/sq07_01.htm) (22.5.12)
- Abbildung 19 [http://www.leifiphysik.de/web\\_ph07\\_g8/leifitest/quiz/sq07\\_01.htm](http://www.leifiphysik.de/web_ph07_g8/leifitest/quiz/sq07_01.htm) (22.5.12)
- Abbildung 20 [http://www.leifiphysik.de/web\\_ph09/zusatzaufgaben/09lichtausbreit/komisch/faul.htm](http://www.leifiphysik.de/web_ph09/zusatzaufgaben/09lichtausbreit/komisch/faul.htm) (29.5.2012)
- Tabelle 1 Jung, W. (1981). Ergebnisse einer Optik – Erhebung. In: *physica didactica* 9. 22
- Tabelle 2 Jung, W. (1981). Ergebnisse einer Optik – Erhebung. In: *physica didactica* 9. 29
- Tabelle 3 Jung, W. (1981). Ergebnisse einer Optik – Erhebung. In: *physica didactica* 9. 29
- Tabelle 4 Rheinberg, F. Vollmeyer R. & Burns, B.D. (2001) FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen, (Langversion, 2001), *Diagnostika* 2, 57-66 <http://www.psych.uni-potsdam.de/people/rheinberg/messverfahren/FAMLangfassung.pdf> (5.6.2012)
- Tabelle 5 Korner, M. Urban-Woldron, H. & Hopf, M. (2012). Entwicklung eines Messinstrumentes zur Motivation. Paper presented at the GDCP Jahrestagung – Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht, Oldenburg.
- Tabelle 6 Müller, F.H. Hanfstingl, B. & Andreitz, I. (2007). Skalen zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülerinnen und Schülern. Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung. Aplen-Adria – Universität Klagenfurt.
- Tabelle 7 Schwarzer, R. & Jerusalem, M. (Hrsg.) (1999). Allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung. <http://userpage.fu-berlin.de/health/germscal.htm> (6.6.2012)

## 12. Anhang

### A Interview-Leitfaden

#### *Einstiegsinterview*

##### **Warm up**

- Erzähle mir doch einmal über dein Interesse für das Fach Physik! (Zum Einstieg könnte ich so die Einstellung für das Fach Physik abfragen, um die Antwort dann auch mit dem Fragebogen abzugleichen.)

##### **Schülervorstellungen**

- Was ist Licht?
- *Lampen, Sonne,... Aufzählung der Lichtquellen.*
  - *Breitet sich aus. → Trifft auf Gegenstände und macht sie sichtbar.*
  - Überleitung Schatten
- Hat alles (jeder) einen Schatten?
- Wie kommt es zu einem Schatten?
- Bitte beschreibe mir kurz wie ein Schatten entsteht!
- Als Abschluss kann man dann noch das Bild vom Fußballspieler herzeigen: Was ist hier passiert? Wieso haben wir hier mehrere Schatten?

##### **Abschluss**

- Wir haben uns nun über Licht und Schatten sehr intensiv unterhalten. Ist dir das Lösen der Aufgaben leicht gefallen?
- Hattest du beim Lösen dieser Aufgaben Spaß?
  - Was hat dir dabei Spaß gemacht?
  - Was hat dir keinen Spaß gemacht?

#### *Zwischeninterview*

Glaubst du, dass du es nun nach dem Mentoring besser verstanden hast/ kannst?

Was hast du bis jetzt verstanden?

Welche Lernfortschritte habe ich bis jetzt gemacht?

Traust du dir zu mit den Kleinen zu arbeiten?

Was glaubst du, was wissen die Kleinen schon?

Muss ich ihnen noch was Neues beibringen?

#### *Abschlussinterview*

T<sub>1</sub>:

- Glaubst du hast du den Schüler/innen viel Neues beigebracht?
- Glaubst du sie verstehen es jetzt?
- Hast du etwas Neues beim Tutoring gelernt?
- Verstehst du manche Sachen nun anders?
- Hat es dir Spaß gemacht?

T<sub>2</sub>:

- Glaubst du hast du den Schüler/innen viel Neues beigebracht?

- Glaubst du sie verstehen es jetzt?
- Glaubst du hat  $T_3$  etwas von dir gelernt?
- Hast du etwas von  $T_3$  gelernt?
- Würdest du sagen ihr beide wusstet beide gleich viel und seid gleich gut vorbereitet gewesen?
- Hast du während des Tutorings etwas Neues gelernt?
- Verstehst du manche Sachen nun anders?
- Hat es dir Spaß gemacht?

$T_3$ :

- Glaubst du hast du den Schüler/innen viel Neues beigebracht?
- Glaubst du sie verstehen es jetzt?
- Glaubst du hat  $T_2$  etwas von dir gelernt?
- Hast du etwas von  $T_2$  gelernt?
- Würdest du sagen ihr beide wusstet beide gleich viel und seid gleich gut vorbereitet gewesen?
- Hast du während des Tutorings etwas Neues gelernt?
- Verstehst du manche Sachen nun anders?
- Hat es dir Spaß gemacht?

$T_4$ :

- Glaubst du hast du den Schüler/innen viel Neues beigebracht?
- Glaubst du sie verstehen es jetzt?
- Glaubst du hat  $T_5$  etwas von dir gelernt?
- Hast du etwas von  $T_5$  gelernt?
- Würdest du sagen ihr beide wusstet beide gleich viel und seid gleich gut vorbereitet gewesen?
- Hast du während des Tutorings etwas Neues gelernt?
- Verstehst du manche Sachen nun anders?
- Hat es dir Spaß gemacht?

$T_5$ :

- Glaubst du hast du den Schüler/innen viel Neues beigebracht?
- Glaubst du sie verstehen es jetzt?
- Glaubst du hat  $T_4$  etwas von dir gelernt?
- Hast du etwas von  $T_4$  gelernt?
- Würdest du sagen ihr beide wusstet beide gleich viel und seid gleich gut vorbereitet gewesen?
- Hast du während des Tutorings etwas Neues gelernt?
- Verstehst du manche Sachen nun anders?
- Hat es dir Spaß gemacht?

### ***Follow-Up-Interview***

- Wie sieht man den Gegenstand?
- Was passiert beim Gegenstand?
- Was bedeutet das Wort reflektieren?
- Wie entsteht ein Schatten?
- Was ist ein Schatten?
- Warum müssen die Lichtquelle, der Gegenstand und der Schatten immer auf einer Geraden liegen.
- Ist der Schatten immer sichtbar (durch einen Schatten, den man am Boden sieht) verbunden?
- (Was ist ein Schattenraum?)

**Interviewleitfaden für die Volksschule**  
**Einführungsgespräch**

**Einstieg:**

- Legofiguren

Wo muss ich stehen damit ich die Kerze sehe?

Warum?

- Auto:

- Was sind die grauen Bereiche am Boden?
- Was macht das Auto?
- Wir haben hier 3 Fälle. Was fällt dir auf?
- Welcher der drei ist richtig?
- Warum stimmen die anderen beiden nicht?
- Was ist hier?
- Was ist da am Boden?
- Was kommt dir hier komisch vor?

- Legostange:

- Legostange: → Artikel aus Pressbaum
- Was glaubst du passiert mit dem Schatten?
- Muss der Schatten immer mit dem Gegenstand verbunden sein?

Kamel:

- Hier haben wir einen Schatten. Von welcher Lampe wird dieser kommen?
- Warum stimmen die anderen beiden nicht?

Schatten weg malen

- Was fällt dir hier auf?
- Was ist komisch?
- Glaubst du man kann den Schatten weg malen?
- Warum ist hier ein Schatten rot?
- Funktioniert das?

**Tiefeninterviewleitfaden t1**

**Einstieg:**

- Du wolltest nicht gefilmt werden richtig?  
Wie war das für dich, dass ich dich trotzdem gefilmt habe?  
Wie hast du dich dabei gefühlt? // Warst aufgeregt bevor das Kindergartenkind zu dir gekommen ist?  
Hast während dem Mentoring /Tutoring die Kamera mal vergessen können?

**Wissen:**

- Du hast jetzt selbst dein Wissen an die Kindergartenkinder weitergegeben. Ist dir dabei etwas aufgefallen?  
Kannst vielleicht beschreiben, ob es ein anderes Verständnis ist? // Also ein innigeres Verständnis?

Zum Beispiel: Hast vorher was noch nicht ganz verstanden, wo du dann beim eigenen Erklären draufgekommen bist? // Welche?

Wie dir Tobias zum ersten Mal etwas von Schatten erzählt hat, hast einiges Neues erfahren. Ist dir jetzt beim weiteren Verlauf, also als die Projektmitarbeiterin dir etwas erzählt hat bzw. auch beim eigenen weitererzählen noch etwas Neues aufgefallen? Also hast da auch noch was Neues dazugelernt?

**Rollen:**

- Jetzt hattest ja mehrere Rollen, welche davon hat dir den am besten gefallen?  
Würdest du sagen, dass du ein Lehrer für das Kindergartenkind warst?  
Hast du dich als Lehrer gesehen?  
Würdest du sagen dein Kindergartenkind hat dir aufmerksam zugehört?  
Wie war das für dich? Hat es dich geärgert, wenn dein Kind dir nicht zugehört hat?  
Glaubst du hat es viel Neues dazugelernt hat? // Wenn ja was?  
Würdest du dein Kind als gut einschätzen?  
Was willst du später einmal werden?

**Motivation:**

- Wie war das Projekt für dich? Kannst du kurz erzählen wie es dir gefallen hat?  
War es interessant? Also hat es dich interessiert, damals als Tobias euch etwas erzählt hat und auch später als die Projektmitarbeiterin euch die Aufgaben erklärt hat?  
War es spannend für dich?  
War es langweilig?  
Wie hat dir die Arbeit mit den Kindergartenkindern gefallen?  
Würdest das Gleiche noch einmal mit einem anderen Themengebiet durchführen wollen? Also noch einmal etwas von einem HS erklärt bekommen und dann an ein Kindergartenkind weitergeben?  
Wenn du etwas anders machen könntest, was würdest du verändern?

**Abschluss:**

- Zum Abschluss würde ich nun noch einmal die Items durchgehen. Ich möchte dabei nur gerne schauen, ob du nun mehr weißt als vorher ok?
- Interviewleitfaden VS

**Tiefeninterviewleitfaden t3**

**Einstieg:**

- Wie hast du dich beim Mentoring gefühlt?  
Ihr habt ja das mit dem Kindergarten schon durchgespielt. Wie seid ihr auf diese Idee gekommen?  
Bevor dein Kindergartenkind gekommen ist, wie hast dich da gefühlt?  
Nervös?  
War es unangenehm, dass ich dich gefilmt habe?

**Wissen:**

- Du hast jetzt selbst dein Wissen an die Kindergartenkinder weitergegeben. Ist dir dabei etwas aufgefallen?  
Kannst vielleicht beschreiben, ob es ein anderes Verständnis ist? // Also ein innigeres Verständnis?  
Zum Beispiel: Hast vorher was noch nicht ganz verstanden, wo du dann beim eigenen Erklären draufgekommen bist? // Welche?  
Kannst du dich noch an Themen erinnern die dir Indira und Roxana erzählt haben?  
Hattest du kurz davor noch bei irgendwelchen Aufgaben Probleme?

Du bist kurz vor Beginn noch einmal alle Aufgaben durchgegangen. Hattest Angst, dass du ihnen etwas Falsches beibringst?  
Beim Mentoring hat dir da Lisa noch was Neues beigebracht?  
Haben dich deine beiden HS gut auf die Situation vorbereitet?

**Rollen:**

- Jetzt hattest ja mehrere Rollen, welche davon hat dir den am besten gefallen?  
Würdest du sagen, dass du ein Lehrer für das Kindergartenkind warst?  
Hast du dich als Lehrer gesehen?  
Würdest du sagen dein Kindergartenkind hat dir aufmerksam zugehört?  
Glaubst du dein Kind hat alles verstanden?  
Glaubst du hat es viel Neues dazugelernt hat? // Wenn ja was?  
Würdest du dein Kind als gut einschätzen?  
Du hast es auch einem zweiten Kind erklärt. Hat es das noch nicht gewusst?  
Was willst du später einmal werden?  
Wie hast du dich kurz vor dem Tutoring gefühlt? Während dessen?

**Motivation:**

- Wie war das Projekt für dich? Kannst du kurz erzählen wie es dir gefallen hat?  
War es interessant? Also hat es dich interessiert, damals als Indira und Roxana euch etwas erzählt hat und auch später als die Projektmitarbeiterin euch die Aufgaben erklärt hat?  
War es spannend für dich?  
War es langweilig?  
Wie hat dir die Arbeit mit den Kindergartenkindern gefallen?  
Würdest das Gleiche noch einmal mit einem anderen Themengebiet durchführen wollen? Also noch einmal etwas von einem HS erklärt bekommen und dann an ein Kindergartenkind weitergeben?  
Wenn du etwas anders machen könntest, was würdest du verändern?  
Glaubst du die Kinder sind einfach noch zu klein?

**Abschluss:**

- Zum Abschluss würde ich nun noch einmal die Items durchgehen. Ich möchte dabei nur gerne schauen, ob du nun mehr weißt als vorher ok?
- Interviewleitfaden VS

***Tiefeninterviewleitfaden t2***

**Einstieg:**

- Wie hast du dich beim Mentoring gefühlt?  
Ihr habt ja das mit dem Kindergarten schon durchgespielt. Wie seid ihr auf diese Idee gekommen?  
Bevor dein Kindergartenkind gekommen ist, wie hast dich da gefühlt?  
War es unangenehm, dass ich dich gefilmt habe?

**Wissen:**

- Du hast jetzt selbst dein Wissen an die Kindergartenkinder weitergegeben. Ist dir dabei etwas aufgefallen?  
Kannst vielleicht beschreiben, ob es ein anderes Verständnis ist? // Also ein innigeres Verständnis?  
Zum Beispiel: Hast vorher was noch nicht ganz verstanden, wo du dann beim eigenen Erklären draufgekommen bist? // Welche?

Kannst du dich noch an Themen erinnern die dir Haron und Boris erzählt haben?  
Zum Beispiel das Wort „reflektieren“, hast das vor dem Treffen mit der HS schon gewusst, oder haben es dir die beiden neu beigebracht?

Wie war das mit der Schattengröße? Auch von der HS oder schon davor gewusst?

Beim Auto und Kamel hast gesagt, du hast noch Probleme. Haben sich die Probleme während der Zusammenarbeit mit dem Kindergarten gelegt? // Welche Probleme hattest? // Kannst es nun besser erklären?

Glaubst du du hast Kathrin noch etwas Neues beibringen können?

#### **Rollen:**

- Jetzt hattest ja mehrere Rollen, welche davon hat dir den am besten gefallen?  
Würdest du sagen, dass du ein Lehrer für das Kindergartenkind warst?  
Hast du dich als Lehrer gesehen?  
Würdest du sagen dein Kindergartenkind hat dir aufmerksam zugehört?  
Wie war das für dich? Hat es dich geärgert, wenn dein Kind dir nicht zugehört hat?  
Glaubst du hat es viel Neues dazugelernt hat? // Wenn ja was?  
Würdest du dein Kind als gut einschätzen?  
Was willst du später einmal werden?  
Wie hast du dich kurz vor dem Tutoring gefühlt? Während dessen?  
Warst am Ende schon sehr genervt, weil er dir nicht zugehört hat?  
Wie hast du es geschafft, dass er dir dann doch zugehört hat?

#### **Motivation:**

- Wie war das Projekt für dich? Kannst du kurz erzählen wie es dir gefallen hat?  
War es interessant? Also hat es dich interessiert, damals als Tobias euch etwas erzählt hat und auch später als die Projektmitarbeiterin euch die Aufgaben erklärt hat?  
War es spannend für dich?  
War es langweilig?  
Wie hat dir die Arbeit mit den Kindergartenkindern gefallen?  
Würdest das Gleiche noch einmal mit einem anderen Themengebiet durchführen wollen? Also noch einmal etwas von einem HS erklärt bekommen und dann an ein Kindergartenkind weitergeben?  
Wenn du etwas anders machen könntest, was würdest du verändern?  
Glaubst du die Kinder sind einfach noch zu klein?

#### **Abschluss:**

- Zum Abschluss würde ich nun noch einmal die Items durchgehen. Ich möchte dabei nur gerne schauen, ob du nun mehr weißt als vorher ok?
- Interviewleitfaden VS

#### ***Interviewleitfaden für die Lehrpersonen***

- Wie haben Sie das Projekt gefunden?
- Haben, Ihrer Meinung nach, die Kinder viel Neues dazu gelernt?
- Haben auch Sie nun einen anderen Blick auf die Inhalte dieses Themengebietes?
- Wenn Ja: Was?
- Könnten Sie sich vorstellen diesen Ablauf (KMS→VS→KG) auch ohne unsere Hilfe, also alleine bzw. durch Unterstützung der KMS-Lehrer/innen, KG-Betreuer/innen durchzuführen?
- Welche Probleme sehen Sie?
- Was sollte man, ihrer Meinung nach, verbessern?

## B Lebenslauf

### Curriculum vitae – Clara Trinkl

**Persönliche Daten**            Geboren am: 18. März 1988 in Salzburg  
   Österreichische Staatsbürgerin  
  
   Ledig  
  
   Römisch-Katholisch  
  
   Vater: Kamillo Trinkl, Regionalleiter Salzburg Nord, Asfinag  
  
   Mutter: Veronika Trinkl, Geschäftsführerin Tourismusverband Hintersee

**Schulbildung:**                Volksschule Hintersee von 1995 bis 1998  
  
   Hauptschule Faistenau von 1998 bis 2002  
  
   Bundesoberstufenrealgymnasium mit Schwerpunkt Musik (Vokal- und Gitarrenunterricht) in Salzburg Stadt von 2002 bis 2006  
  
   Schulabschluss: Matura 2006  
  
   1 Jahr Pädagogische Akademie Salzburg von 2006 bis 2007 (VS-Ausbildung)  
  
   Seit 2007 Studium an der Universität Wien, Lehramtsstudium Mathematik und Physik, geplanter Abschluss Juni 2012

**Berufliche Kenntnisse:**    Ferialpraktikum im Gastgewerbe  
  
   Ferialpraktikum im Seniorenwohnheim Hof bei Salzburg  
  
   Berufspraktische Tage in der Volksschule Hintersee  
  
   Ferialpraktikum als Kindermädchen  
  
   Pflicht-Praktikum in der Volksschule  
  
   Von 2007 bis 2011 Ferialpraktikum als Nachhilfelehrerin an der Schülerhilfe Salzburg  
  
   Tutorin an der Universität Wien, darunter zweimal das Frauentutorium und einmal Entwicklung unterstützender Diskussionsbeispiele für Theoretische Physik für das Lehramt 1

Wien, 13.6.2012