

Wissenschaftliche Hausarbeit
im Rahmen der Ersten Staatsprüfung
für das Lehramt an Grundschulen
im Fach Sachunterricht-Schwerpunkt Physik
der Goethe-Universität Frankfurt am Main

Schülervorstellungen von Grundschülern zum Regenbogen

Verfasserin:

Julia Dzembitzki

Gutachter:

Universitätsprofessor
Prof. Dr. Thomas Wilhelm

**Eingereicht dem Amt für Lehrerbildung
- Prüfungsstelle Frankfurt Main –**

Danksagung

Bedanken möchte ich mich an erster Stelle bei meinem Dozenten, Prof. Dr. Thomas Wilhelm, der mich als Examenskandidatin aufnahm und mir so ermöglichte, diese Arbeit zu schreiben. Zudem danke ich ihm für seine hervorragende Betreuung und sein stets offenes Ohr.

Die Lehrkräfte Uschi Rumpel und Renate Hehlein ermöglichten mir, die Interviews mit ihren Schülern durchzuführen. Ebenfalls danke ich den Kindern, die toll mitarbeiteten und sich viel Mühe gaben.

Ein besonders großer Dank gilt ebenfalls Christian Wiegand, Michael, Nikola und Max Dzembritzki.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Motivation	1
2 Sachanalyse	3
2.1 Wann kann man einen Regenbogen sehen?	4
2.2 Wie entsteht der Regenbogen?	5
2.3 Die Höhe und der Kreisausschnitt des Regenbogens	6
2.4 Wie entstehen die Farben des Regenbogens?	8
2.5 Wie entsteht der Sekundäre Regenbogen?	9
2.6 Kann man zu einem Regenbogen hinlaufen?	11
3 Schülervorstellungen über den Regenbogen	12
3.1 Was sind Schülervorstellungen?	12
3.2 Zur Bedeutung von Schülervorstellungen im Unterricht	13
4 Erfassung der Schülervorstellungen anhand einer empirischen Forschung	15
4.1 Gegenüberstellung der qualitativen und quantitativen Forschung	15
4.2 Erfassung der Schülervorstellungen zum Regenbogen anhand der qualitativen Forschung	17
4.3 Das Interview	17
4.4 Das Leitfadeninterview	19
4.5 Wie entsteht der Fragebogen des Leitfadeninterviews?	20
5 Das Interview zu Schülervorstellungen von Grundschülern zum Regenbogen	21
5.1 Vorstellung des Interviewleitfadens über Schülervorstellungen von Grundschülern zum Regenbogen	21
5.2 Durchführung/Ablauf der Interviews	29
5.3 Auswertungsmethode der einzelnen Interviews	30
5.4 Die Auswertung der Interviews	34
6 Fazit	60
7 Literaturverzeichnis	64
8 Anhang	66

Abbildungs-und Tabellenverzeichnis

Abbildungen	Titel/Quelle	Seite
Abbildung 1	Positionen Sonne, Auge des Betrachters, Regenwand und Regenbogen	5
Abbildung 2	Austritt der Strahlen aus dem Regentropfen mit einem 40° und 42° Winkel	6
Abbildung 3	Der Austritt der Strahlen aus dem Regentropfen wird im Blickwinkel auf der Kegelmantellinie 42° rot, auf der Kegelmantellinie 40° blau gesehen. Das Auge nimmt also die Strahlen/Farben innerhalb der beiden Kegelmäntel von 40° - 42° wahr.	7
Abbildung 4	http://www.n-tv.de/wissen/frageantwort/Warum-ist-ein-Regenbogen-ein-Bogen-article217720.html (Zugriff: 07.04.02014)	7
Abbildung 5	Die Höhe des Regenbogens	8
Abbildung 6	Der Sonnenstrahl wird zweimal im Tropfen reflektiert und tritt in einem Winkel von 52° mit der Farbe	10
Abbildung 7	Die Farben treten in umgekehrter Reihenfolge aus dem Regentropfen	11
Abbildung 8	Beobachtung eines Regenbogens an einer dünnen Regenfront	12
Abbildung 9	Der Regenbogen innerhalb einer „dicken“ Regenfront	13
Abbildung 10	Regenmodell mit einer Figur, zwei Regenbögen und einer Sonne	29
Abbildung 11	Kind 3.a)	38
Abbildung 12	Kind 3.b)	39
Abbildung 13	Kind 3.c)	39

Abbildung 14	Kind 3.d)	40
Abbildung 15	Kind 3.e)	40
Abbildung 16	Kind 3.f)	41
Abbildung 17	Kind 3.g)	41
Abbildung 18	Kind 3.h)	42
Abbildung 19	Kind 3.i)	43
Abbildung 20	Kind 3.i)	43
Abbildung 21	Kind 3.j)	44

Tabelle	Titel	Seite
Tabelle 1	Ausschnitt der Übersichtstabelle über die Ergebnisse der Einzelinterviews	33

1 Einleitung und Motivation

Das Fach Physik wird in den Schulen oftmals als schwer und trocken beschrieben. Es fällt nicht nur Schülern, sondern auch vielen Erwachsenen schwer, physikalische Phänomene zu verstehen. Die größte Herausforderung besteht jedoch darin, das verstandene Wissen zu vermitteln. Innerhalb meines Studiums wurde mir bewusst, wie viel Spaß das Fach Physik bereiten kann. Vor allem die Möglichkeit, physikalische Phänomene anschaulich und spielerisch zu vermitteln motiviert mich, diese Freude an die Kinder weiterzugeben.

Mitte der siebziger Jahre wurde eine Befragung von Lehramtsstudenten und anderen jungen Erwachsenen über physikalisches Wissen von Alltagserscheinungen gemacht. Dabei wurde festgestellt, dass trotz der schulischen Ausbildung nur geringe physikalische Kenntnisse vorhanden waren. Dies war ausschlaggebend für eine weltweite Erfassung der Alltagsvorstellungen, auch Fehlvorstellungen genannt, der Schüler.¹ Um eine Basis für den Unterricht zu schaffen, stellen die Kenntnisse der Schülervorstellungen eine wichtige Voraussetzung für die Lehrperson dar.²

Die vorliegende Arbeit soll nun in diesem Sinne herausfinden, welche expliziten Vorstellungen, beziehungsweise Fehlvorstellungen Drittklässler über einen Regenbogen haben.

Zur Ermittlung dieser expliziten Vorstellungen wurde hier ein qualitatives Verfahren in Form eines halboffenen Interviews angewendet. Dieses Verfahren, mit den dazugehörigen Arbeitsschritten und Ergebnissen, steht im Fokus dieser Arbeit.

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass die vorliegende Arbeit Abbildungen ohne Quellenangabe enthält, die von der Autorin selbst

¹ Kircher, Ernst: *Warum Physikunterricht? Schülervorstellungen und humanes Lernen*. In: Kircher Ernst; Girwidz, Raimund; Häußler, Peter (Hrsg.): *Physikdidaktik, Theorie und Praxis*. Berlin/ Heidelberg: Springer, 2009. S.64

² Kircher, Ernst 2009, S.64

erstellt wurden. Des Weiteren wurde immer die männliche Form, beispielsweise der Schüler, benutzt, um das Lesen zu erleichtern.

Um sich mit den Schülervorstellungen, beziehungsweise Fehlvorstellungen der Drittklässler auseinandersetzen zu können, wird zuerst anhand einer Sachanalyse auf den fachlichen Hintergrund eines Regenbogens eingegangen.

Die Sachanalyse dient zum Verständnis, wann und wie ein Regenbogen entstehen kann. Weiterhin beinhaltet sie die Punkte Höhe und Kreisausschnitt, Entstehung der Farben und des Sekundären Regenbogens. Im letzten Abschnitt der Sachanalyse wird erläutert, ob man einen Regenbogen zu Fuß erreichen kann. Der fachliche Hintergrund dient als Verständnisgrundlage des späteren Interviewleitfadens. Es ist wichtig, sich die einzelnen Positionen Sonne, Sekundärer/Primärer Regenbogen und Betrachter in Bezug zum Regen, bewusst zu machen.

Das darauf folgende Kapitel Schülervorstellungen über den Regenbogen, erklärt nicht nur den Begriff „Schülervorstellungen“, sondern auch warum sie für den Unterricht so wichtig sind.

Der empirische Teil, Erfassung der Schülervorstellungen anhand einer empirischen Forschung, der Schwerpunkt dieser Arbeit, baut auf die ersten Kapitel auf. Es werden Schülervorstellungen von Drittklässlern über den Regenbogen anhand eines halboffenen Interviews erfasst und ausgewertet.

Dieses Kapitel beginnt mit der Vor-und gleichzeitigen Gegenüberstellung zweier Erhebungsmethoden, der qualitativen und der quantitativen Forschung. Danach wird das Erhebungsinstrument dieser Arbeit, das Interview innerhalb der qualitativen Methode, vorgestellt. Es werden unterschiedliche Interviewformen beschrieben, wobei insbesondere auf das Leitfadeninterview eingegangen wird. Die Form des Leitfadeninterviews dient als Grundlage der späteren Datenerhebung. An-

schließlich wird erklärt, wie der Fragebogen eines Leitfadeninterviews entsteht und was dabei zu beachten ist.

Im Anschluss daran werden im fünften Kapitel die Interviews zu Schülervorstellungen von Grundschülern zum Regenbogen vorgestellt. An dieser Stelle werden der Ablauf und die Formulierung der Fragen beschrieben. Es folgt die Durchführung der einzelnen Interviews, mit der dazugehörigen Auswertungsmethode. Danach findet die Auswertung der einzelnen Interviews statt.

Das letzte Kapitel, das Fazit, fasst die Ergebnisse und die daraus gewonnenen Erkenntnisse zusammen.

2 Sachanalyse

Regenbögen begleiten die Menschen seit Urzeiten. Sie werden als erstaunliche Phänomene wahrgenommen und mit den unterschiedlichsten Interpretationen verknüpft. Dies bedeutet, dass diejenigen, die sich nicht auf eine wissenschaftliche Weise mit dem Regenbogen auseinandersetzen, ihn mit Kunst, Aberglaube, Musik, Literatur und Malerei in Verbindung bringen.³

Aus Beobachtungen kann man zunächst schließen, dass man einen Regenbogen erst dann sehen kann, wenn es regnet und gleichzeitig die Sonne scheint. Es handelt sich hier um einen primären (Haupt-) Regenbogen. Betrachtet man ihn genauer, wird man nicht nur die Reihenfolge der Farben erkennen, sondern mit etwas Glück einen zweiten, sekundären (Neben-) Bogen.

Die Wissenschaft versuchte über Jahrhunderte, das Phänomen Regenbogen zu erklären, wobei immer wieder Theorien verworfen wurden.

³ Vollmer, Michael: *Lichtspiele in der Luft. Atmosphärische Optik für Einsteiger*. München: Spektrum, 2006. S.101

Heute weiß man, dass ein Regenbogen eine „optische Erscheinung“ ist, die durch Brechung und Reflexion der Sonnenstrahlen in einzelnen Regentropfen entsteht. „Das Sonnenlicht wird dabei in sein Farbspektrum zerlegt.“⁴

2.1 Wann kann man einen Regenbogen sehen?

Wie man in der Abbildung 1 erkennen kann, gibt es zwei Bedingungen um einen Regenbogen zu sehen. Die erste Bedingung ist, dass die Sonne auf partiell verregnete Himmelsregionen („Regenvorhänge“) scheint. Die zweite Bedingung sind die Positionen der Sonne, des Regens beziehungsweise Wolken und der betrachtenden Person. Die Sonne muss dabei immer hinter der Person und direkt gegenüber der Regenwand stehen (Abb.1).⁵

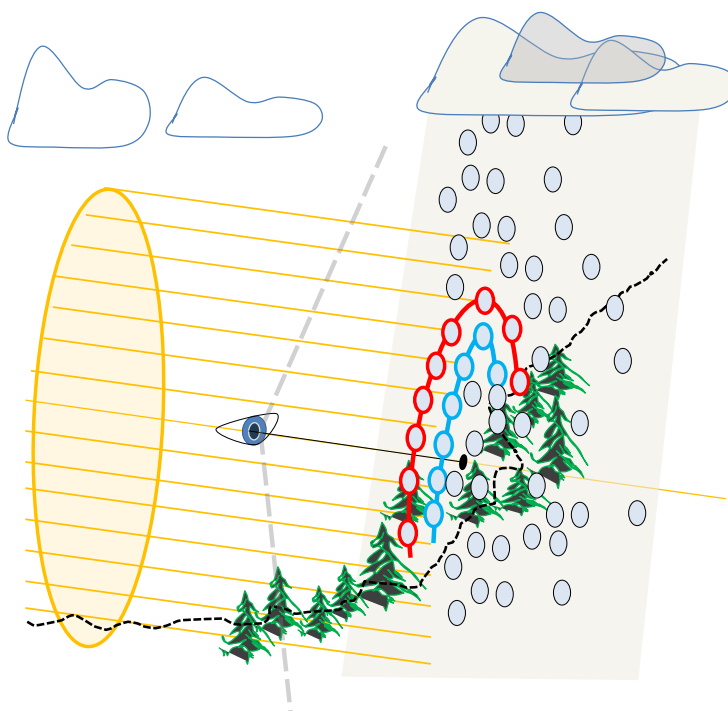


Abb. 1 Positionen Sonne, Auge des Betrachters, Regenwand und Regenbogen⁶

⁴ Gorgas, Martina: *Aha! Wetter. Sachwissen für Grundschüler*. Ravensburg: Ravensburger, 2012. S.77

⁵ Schlegel, Kristian: *Vom Regenbogen zum Polarlicht. Leuchterscheinungen in der Atmosphäre*. Berlin: Spektrum, 1999. S. 27

⁶ Abb.1 Von Julia Dzembitzki

2.2 Wie entsteht der Regenbogen?

Die Sonnenstrahlen (weißes Licht) scheinen parallel und treffen je nach Sonnenstand in einem bestimmten Winkel auf die Regentropfen. Bei Eintritt in den Tropfen werden sie gebrochen, das heißt abgelenkt, an der Rückseite des Tropfens reflektiert, wieder abgelenkt und treten dann in den Spektralfarben mit einem Winkel von 42° (rote Farbe) bis ca. 40° (blaue Farbe) aus dem Wassertropfen (Abb. 2) aus.

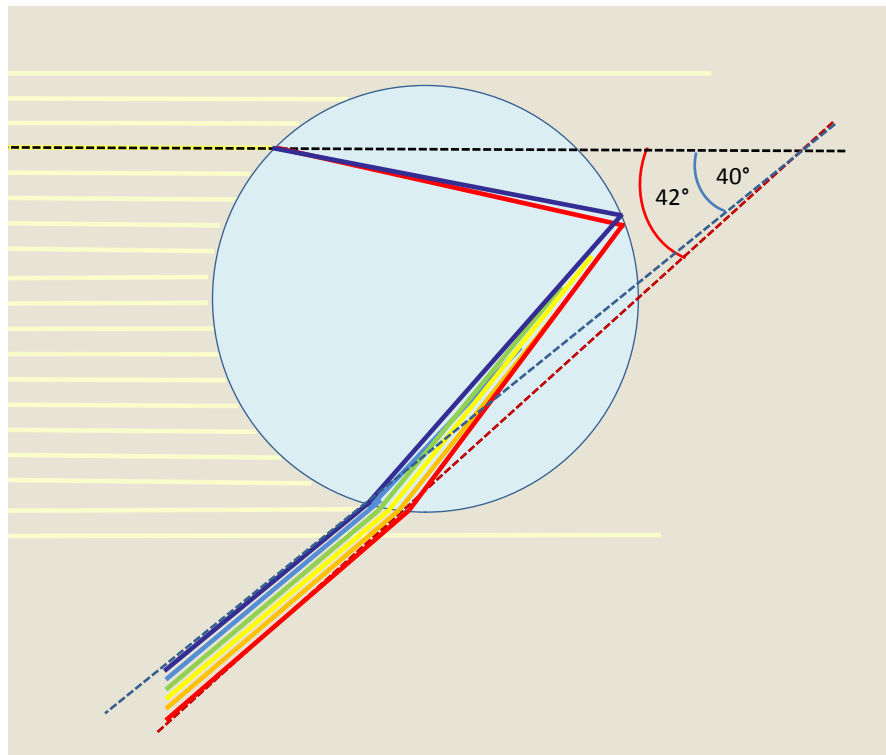


Abb. 2 Austritt der Strahlen aus dem Regentropfen mit einem 40° und 42° Winkel⁷

Da unser Auge einen kegelförmigen Blickwinkel hat (Abb. 3), dessen Kegelspitze im Auge des Beobachters liegt, können wir alle Tropfen, die auf der Kegelmantellinie von 42° - 40° liegen, die das Licht in ihren Spektralfarben reflektieren, sehen.⁸ Der Regenbogen zeigt sich im Normalfall als Kreisausschnitt (Abb. 3).

⁷ Abb.2 Von Julia Dzembritzki

⁸ Vollmer, Michael 2006 S.109

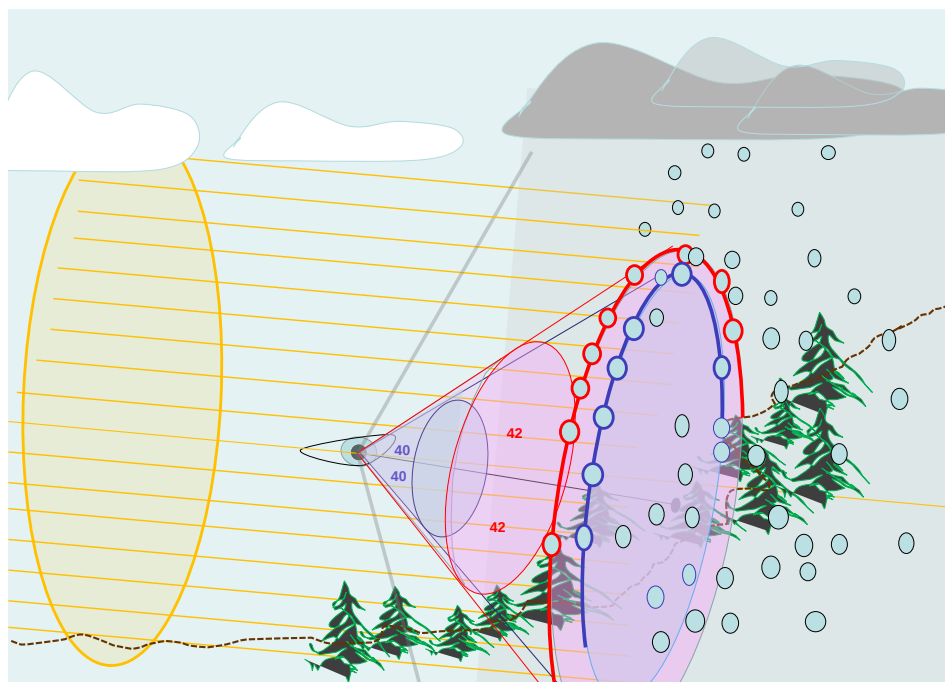


Abb. 3 Der Austritt der Strahlen aus dem Regentropfen wird im Blickwinkel auf der Kegelmantellinie 42° rot, auf der Kegelmantellinie 40° blau gesehen. Das Auge nimmt also die Strahlen/Farben innerhalb der beiden Kegelmäntel von 40° - 42° wahr.⁹

2.3 Die Höhe und der Kreisausschnitt des Regenbogens

Der Stand der Sonne entscheidet nicht nur über die Höhe des Regenbogens, sondern auch über den Kreisausschnitt des Regenbogens.

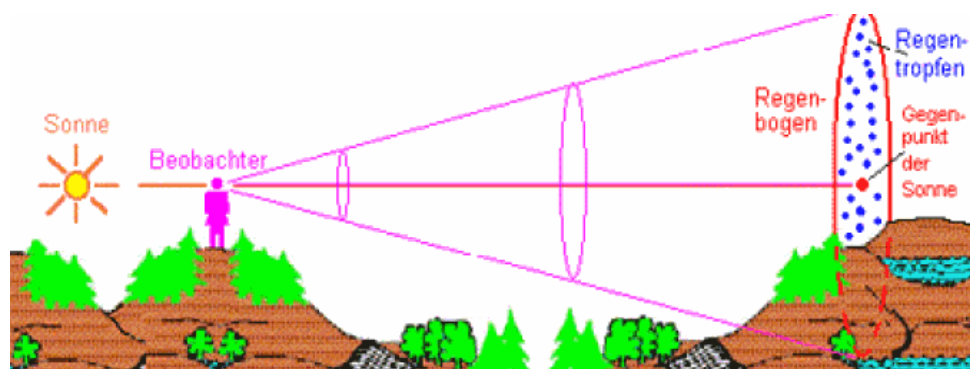


Abb. 4 <http://www.n-tv.de/wissen/frageantwort/Warum-ist-ein-Regenbogen-ein-Bogen-article217720.html> (Zugriff: 07.04.2014)

In der Abbildung 4 steht die Sonne hinter dem Beobachter und hat ungefähr dieselbe Höhe wie sein Auge. Die Zeichnung verdeutlicht, dass bei diesem Stand der Sonne, ein schöner, großer Bogen zu sehen

⁹ Abb.3 Von Julia Dzembritzki

ist. Betrachtet man die gestrichelten Linien, die in den Berg unterhalb des Regenbogens hineingehen, schließt man daraus, dass der Regenbogen auch ein Kreis sein könnte.

Man sieht also durch diesen Stand der Sonne nur den oberen Kreisbogen des Regenbogens, wobei der untere Teil durch Berge, das heißt dem Relief oder hohe Gebäude verdeckt wird (Abb. 4).

Nimmt man nun an, dass die Sonne tief am Horizont steht, so erscheint der Regenbogenschnitt hoch. Steigt die Sonne am Horizont weiter nach oben desto flacher wird der Regenbogen (flacher Kreisabschnitt). Die Abbildung 5 dient als Beispiel für die Sonneneinfallswinkel 17° und 8° .

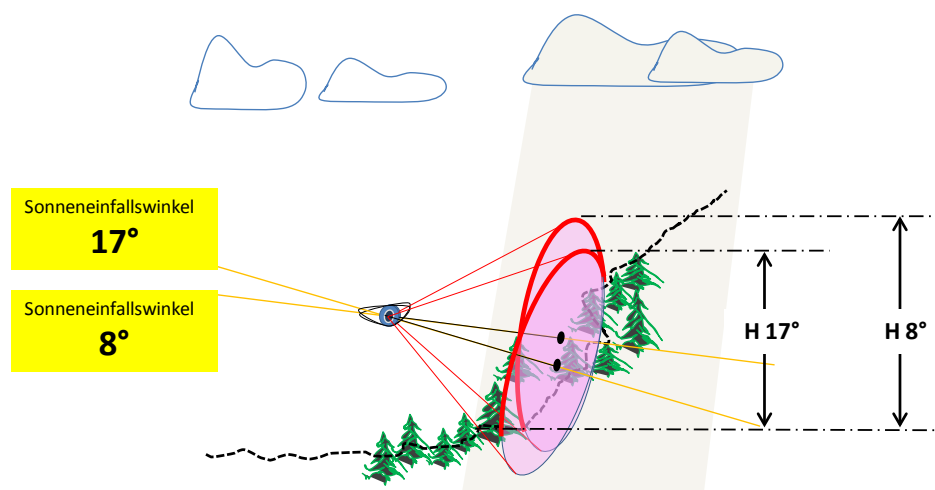


Abb. 5 Die Höhe des Regenbogens¹⁰

Bei einem Sonnenstand von $> 42^\circ$ über dem Horizont kann man keinen Regenbogen mehr sehen.¹¹ Je höher der Betrachtungspunkt ist, zum Beispiel aus einem Flugzeug heraus, Hochhaus oder hohem Berg, desto größer erscheint der Kreisausschnitt des Regenbogens. Unter Umständen lässt sich eventuell auch ein vollständiger Kreisbogen (360°) sehen.¹²

¹⁰ Abb.5 Von Julia Dzembritzki

¹¹ Vollmer, Michael 2006, S.110

¹² Vollmer, Michael 2006, S.110

2.4 Wie entstehen die Farben des Regenbogens?

Die Farben des Regenbogens entstehen durch die Brechung und Reflexion der Sonnenstrahlen im Regentropfen. Durch diesen Vorgang wird der Sonnenstrahl in Spektralfarben zerlegt, die das Auge unter dem besagten Kegelmantelwinkel auf seiner Mantellinie von 42° **rot** wahrnehmen kann (Abb. 3).¹³

Die Sonnenstrahlen verlaufen parallel. Treffen sie auf einen Regentropfen, werden sie, wie man auf der Abbildung 2 erkennen kann, zuerst abgelenkt und teilweise reflektiert und beim Austreten aus dem Tropfen wieder leicht abgelenkt.¹⁴ Manche Strahlen werden dabei nicht reflektiert und treten schon an der Rückseite des Regentropfens wieder aus.¹⁵

Die Strahlen, die abgelenkt werden, teilen sich in ihr Farbspektrum auf (Abb. 2).¹⁶ Die roten Strahlen treten unter einem Winkel von 42° aus, die blauen in einem Winkel von ca. 40° .¹⁷ Die Farben rot und blau sind immer zu erkennen. Innerhalb der Breite des Hauptregenbogens, also zwischen 40° und 42° zerlegen sich die Strahlen in die restlichen Spektralfarben orange, gelb, hellgrün und hellblau. Die Breite des Hauptregenbogens beträgt somit ca. 2° .¹⁸ Welche Spektralfarben der Regenbogen zeigt, ist von der Größe der Regentropfen und von der Strahlenreflexion innerhalb des Tropfens abhängig.¹⁹ Die Farbreihenfolge besteht, von oben nach unten, aus kontinuierlichen Übergängen von Rot, über Orange, Gelb, Grün und Blau nach Violett.²⁰ Es

¹³ Schlegel, Kristian 1999, S. 29

¹⁴ Schlegel, Kristian 1999, S.29

¹⁵ Schlegel, Kristian 1999, S. 30

¹⁶ Gorgas, Martina 2012, S.77

¹⁷ Web 1: <http://www.n-tv.de/wissen/frageantwort/Warum-ist-ein-Regenbogen-ein-Bogen-article217720.html> (Zugriff: 06.04.2014)

¹⁸ Vollmer, Michael 2006, S.109

¹⁹ Schlegel, Kristian 1999, S. 38

²⁰ Bergmann, Martin: *Duden, Schülerduden Physik*. Mannheim: Bibliographisches Institut, 2010. S.411-412

wird auch so beschrieben, dass sich die Farbreihenfolge von außen rot, nach innen blau verändert.²¹

2.5 Wie entsteht der Sekundäre Regenbogen?

Beim Sekundären Regenbogen bildet der Strahl, der aus dem Tropfen austritt, mit dem einfallenden Sonnenstrahl einen Winkel von 51° (Abb. 6).^{22 23}

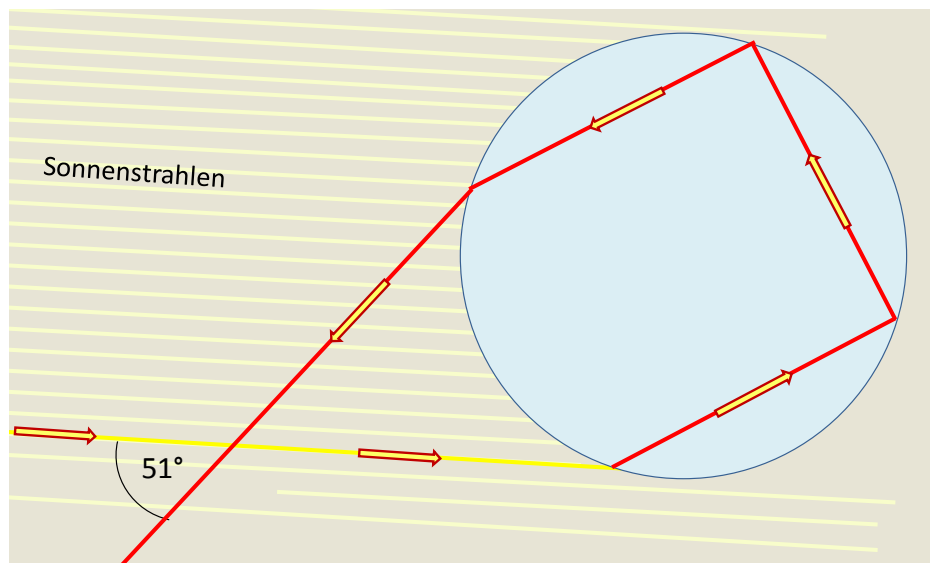


Abb. 6 Der Sonnenstrahl wird zwei Mal im Tropfen reflektiert und tritt in einem Winkel von 52° mit der Farbe Rot wieder aus²⁴

²¹ Vollmer, Michael 2006, S.109

²² Vollmer, Michael 2006, S.109

²³ Schlegel, Kristian 1999, S. 30

²⁴ Abb.6 Von Julia Dzembitzki

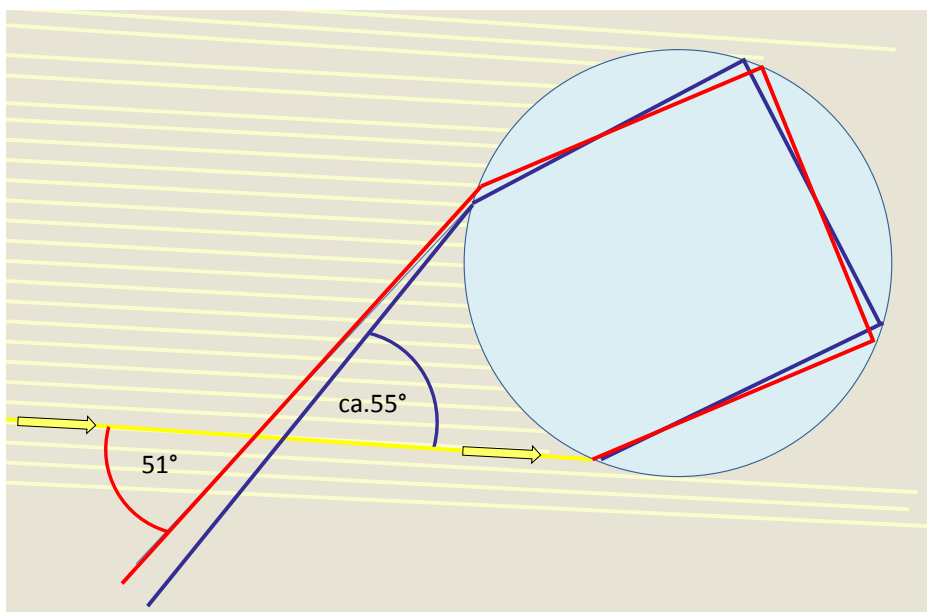


Abb. 7 Die Farben treten in umgekehrter Reihenfolge aus dem Regentropfen²⁵

Die Farbreihenfolge ist jedoch beim Sekundären Regenbogen genau umgekehrt (Abb. 7).²⁶ Dies entsteht dadurch, dass die Sonnenstrahlen nicht einmal, sondern zweimal im Regentropfen reflektiert werden, was anhand der Abbildungen 6 und 7 verdeutlicht wird.²⁷ Durch die zweimalige Reflexion und dadurch, dass bei beiden Reflexionen ein Teil der Strahlen wieder austritt, erscheinen die Farben des Sekundären Regenbogens schwächer als beim Hauptregenbogen.²⁸ Die Breite beträgt etwa 4° , also das Doppelte des Primären Bogens.²⁹

Der Sekundäre Regenbogen erscheint über dem Hauptregenbogen und hat somit einen größeren Durchmesser. Zwischen den zwei Regenbögen entsteht eine Verdunklung, die „Alexanders dunkles Band“ genannt wird.³⁰

²⁵ Abb.7 Von Julia Dzembritzki

²⁶ Vollmer, Michael 2006, S.110

²⁷ Schlegel, Kristian 1999, S. 32

²⁸ Schlegel, Kristian 1999, S. 30

²⁹ Vollmer, Michael 2006, S.111

³⁰ Vollmer, Michael 2006, S.110

2.6 Kann man zu einem Regenbogen hinlaufen?

Diese Frage wird in dem noch folgenden Interviewleitfaden zur Datenerhebung gestellt und fordert somit eine Integration in die Sachanalyse.

Die Erläuterung, beziehungsweise Beantwortung der Frage ist nicht einfach, da durch verschiedene Gegebenheiten unterschiedliche Antworten möglich sind. Geht man davon aus, dass der Betrachter vor einer „dünnen“ Regenwand /Regenebene steht und dem Regenbogen entgegen läuft, wird der Radius des Kreisausschnitts immer kleiner, welches man in der Abbildung 8 anhand der Positionen 1 und 2 erkennen kann. In der Position 1 scheint der Regenbogen fast doppelt so groß zu sein als in Position 2. Durch die „dünne“ Regenwand kann der Regenbogen, während man auf ihn zugeht, nicht nach hinten wandern, da dort ja der Regen aufhört.

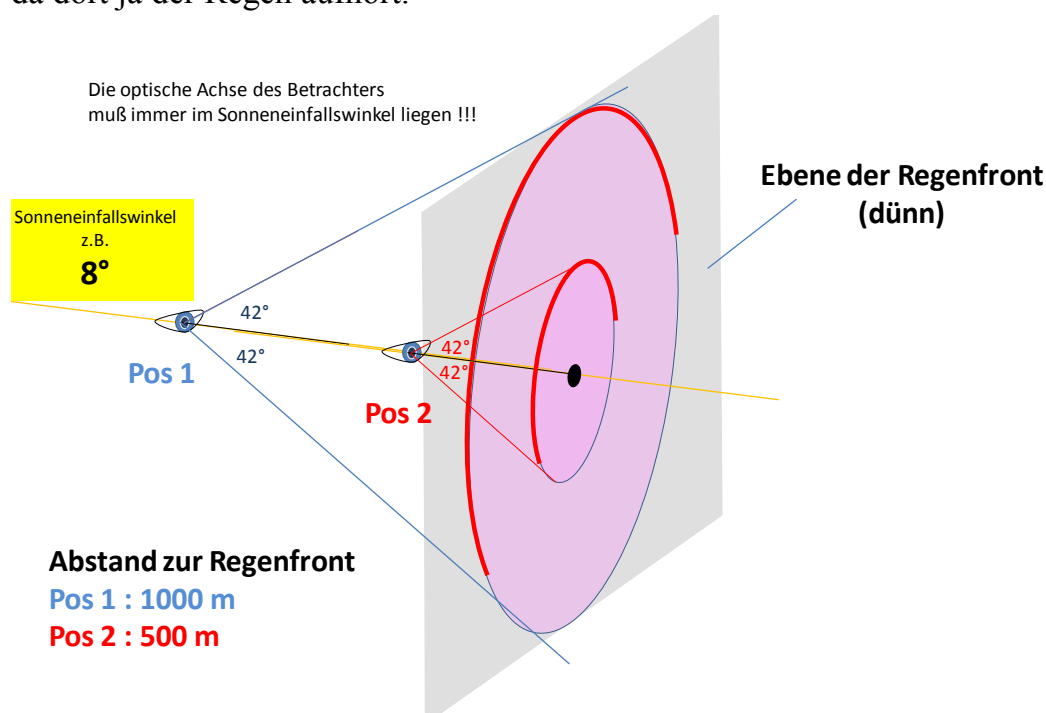


Abb. 8 Beobachtung eines Regenbogens an einer dünnen Regenfront³¹

Die folgende Abbildung 9 zeigt allerdings genau das Gegenteil der Abbildung 8. Hier ist eine breite beziehungsweise dicke Regenfront zu sehen. Läuft der Betrachter nun in diese Regenfront hinein, dem Re-

³¹ Abb.8 Von Julia Dzembritzki

genbogen entgegen, hat dieser immer denselben Abstand zu ihm, da der Regenbogen automatisch weiter nach hinten in die Regenwand wandert. Die Größe des Regenbogens verändert sich hier nicht. Theoretisch könnte man nun sagen, dass man zu einem Regenbogen innerhalb einer „dünnen“ Regenwand laufen kann, befindet er sich jedoch innerhalb einer „dicken“ Regenwand, ist er unerreichbar.

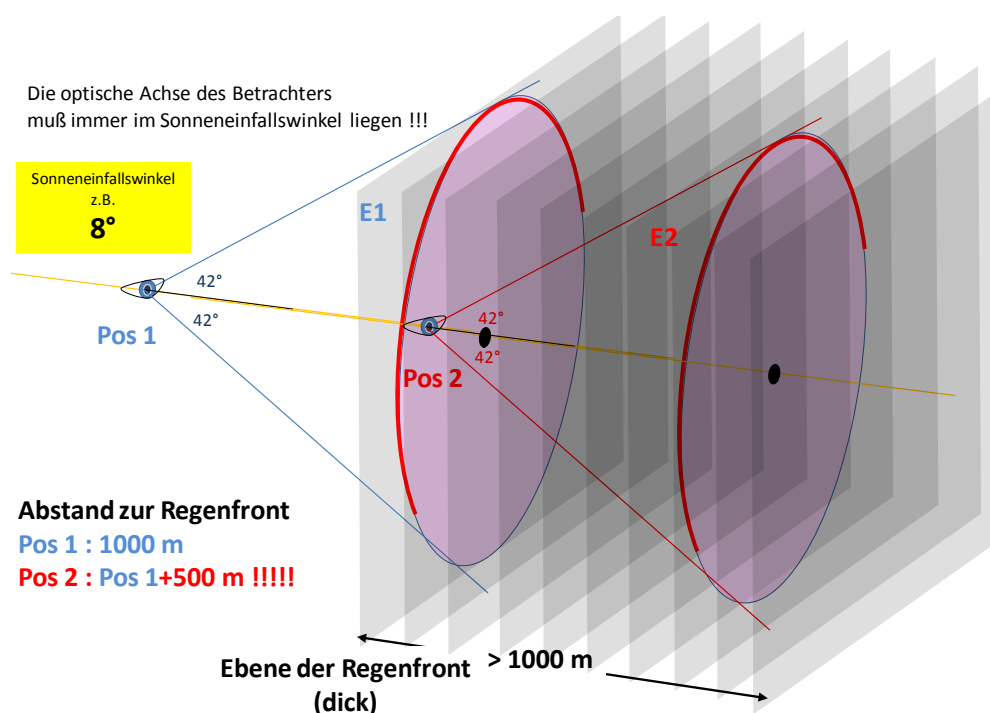


Abb. 9 Der Regenbogen innerhalb einer „dicken“ Regenfront³²

3 Schülervorstellungen über den Regenbogen

3.1 Was sind Schülervorstellungen?

Als Schülervorstellungen bezeichnet man hier das Wissen der Schüler über physikalische Phänomene und Begriffe.³³ Einerseits ist es ein Vorwissen, welches schon in den Unterricht mitgebracht wird, andererseits stammt es aus dem Unterricht.

³² Abb.9 Von Julia Dzembitzki

³³ Duit, Reinders: *Alltagsvorstellungen und Physik lernen*. In: Kircher Ernst; Girwidz, Raimund; Häußler, Peter (Hrsg.): *Physikdidaktik, Theorie und Praxis*. Berlin/ Heidelberg: Springer, 2009. S.605

Schülervorstellungen entstehen durch Vermutungen, allgemeine Beobachtungen, alltägliche Erfahrungen, Medien (Bücher, Fernseher, Computer) und von Aussagen der Erwachsenen.³⁴ Weiterhin können vorhandene Vorstellungen auch von diesen Faktoren beeinflusst werden und dementsprechend vielfältig sein. Zusätzlich können angeborene oder erworbene Denkmuster die Vorstellungen der Kinder steuern und prägen.³⁵ Hierbei ist zu beachten, dass auch Fehlvorstellungen innerhalb der Schülervorstellungen einen großen Raum einnehmen und Einfluss auf das Verstehen von Naturphänomenen haben.

Schülervorstellungen spiegeln den Entwicklungsstand, sowie das soziale und kulturelle Umfeld der Kinder wieder. Das bedeutet, Schülervorstellungen schränken die Arten möglicher Ursachen für physikalische Ereignisse, hier die Entstehung des Regenbogens, nicht auf den physikalischen Bereich ein, sondern unterstellen auch psychologische Ursachen, wie Wünsche und Absichten.³⁶

3.2 Zur Bedeutung von Schülervorstellungen im Unterricht

Die oben erwähnte Studie der siebziger Jahre verdeutlicht, wie wichtig es ist, den Schülervorstellungen auf den Grund zu gehen.

Die Vorstellungen sind oft so fest verwurzelt, dass es den Kindern schwerfällt, sich von ihnen zu lösen. Es stellt sich die Frage, wie man mit diesen Vorstellungen umgehen sollte. Ignoriert man sie oder knüpft man daran an und findet heraus, welche Vorstellungen Schüler beispielsweise von einem Regenbogen haben? Warum sollte man diese Vorstellungen nicht ignorieren?

³⁴ Möller, Kornelia: *Verstehen durch Handeln beim Lernen naturwissenschaftlicher und technikbezogener Sachverhalte*. In: Lauterbach, Roland; Köhnlein, Wolfgang (Hrsg.): *Verstehen und begründetes Handeln*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 2004. S.148

³⁵ Kircher, Ernst: *Warum Physikunterricht? Schülervorstellungen und humanes Lernen*. In: Kircher Ernst; Girwidz, Raimund; Häußler, Peter (Hrsg.): *Physikdidaktik, Theorie und Praxis*. Berlin/ Heidelberg: Springer, 2009. S.64

³⁶ Oerter, Rolf; Montada, Leo (Hrsg.), 2008. S.447

Kornelia Möller beschreibt dies so:

„Ignoriert der Unterricht die Vorstellungen, so lernen die Kinder zwar eine Erklärung (...), halten aber häufig dennoch an ihren ursprünglichen Vorstellungen fest. Es entstehen entweder Hybridvorstellungen, wobei verschiedene Konzepte nebeneinander bestehen bleiben und je nach Situation aktiviert werden, oder vorhandene Vorstellungen werden durch Verknüpfungen in neue Vorstellungen überführt, um inhaltliche Widersprüche zu vermeiden.“

Die Vorstellungen der Schüler dienen jedoch auch zur Deutung neuer Erfahrungen. Neue Erkenntnisse bewirken, dass Daten selektiert und transformiert werden, wobei sie wiederum in diesem Sinne Einfluss auf die Produktion neuer Erfahrungen nehmen.³⁷ So entsteht ein Kreislauf, um immer wieder neues Wissen zu erwerben, auf dem alten aufzubauen oder daran anzuknüpfen.

Duit bestätigt durch das folgende Zitat, dass es wichtig ist, an Schülervorstellungen, oftmals Fehlvorstellungen, anzuknüpfen.

„Lernen bedeutet Wissen auf der Basis der vorhandenen Vorstellungen aktiv aufzubauen. (...) Der Unterricht muss also an den Vorstellungen der Schüler und Schülerinnen anknüpfen und ihre Eigenaktivität fordern und fördern.“³⁸

Das Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist es, beim Abbau alter Fehlvorstellungen zu helfen und die Schüler mit ihnen zu konfrontieren, damit sie danach offen für neue adäquate Vorstellungen sind. Die neuen Kenntnisse sollen gefestigt werden und als Grundlage dazu dienen, neues Wissen aufzubauen.³⁹ Die Konfrontation mit den Fehlvorstellungen ist dabei besonders wichtig, da Ergebnisse aus Forschungen zu Schülervorstellungen aufzeigten, dass es selbst Erwachsenen schwerfällt, sich von ihren Ursprungsvorstellungen zu lösen.⁴⁰

³⁷ Jung, Walter: *Zur Bedeutung von Schülervorstellungen für den Unterricht*. In: Duit, Reinders; Jung, Walter; Pfund Helga: *Alltagsvorstellungen und Naturwissenschaftlicher Unterricht*. Köln: Aulis Verlag Deubner & Co KG, 1981. S.9

³⁸ Duit, Reinders 2009, S.605

³⁹ Möller, Kornelia 2004, S.153

⁴⁰ Möller, Kornelia 2004 S. 153

Durch die besagte Konfrontation entsteht ein neuer Denkprozess, welcher das alte Konzept in Frage stellt und neue Wege, Sichtweisen und Ideen ermöglicht. Dieser Vorgang nennt sich auch „*Conceptual Change*“ (Konzeptwechsel), das Wechseln von einem Konzept, dem alten, in ein neues.

4 Erfassung der Schülervorstellungen anhand einer empirischen Forschung

Je nachdem, welche Daten erhoben werden sollen wird eine bestimmte Form der Datenerhebung angewandt. Im folgenden Abschnitt werden zwei Formen der Datenerhebung, die qualitative und quantitative, zusammenfassend gegenübergestellt und erläutert.

4.1 Gegenüberstellung der qualitativen und quantitativen Forschung

Die qualitative und quantitative Methode können entweder alleine oder zusammen angewendet werden. Werden beide Modelle zusammen angewandt, wird dies als Methodenintegration bezeichnet.⁴¹ Sie können sich gegenseitig ergänzen, nacheinander oder aufeinander aufbauend angewendet werden.

Die qualitative Methode ist als ein so genanntes „offenes Verfahren“ zu betrachten. Die Zugangsweise zu den untersuchten Phänomenen wird als „näher dran“ oder „individueller“ als andere Forschungsstrategien beschrieben.⁴² Innerhalb der qualitativen Forschung werden die ursprünglichen, individuellen Vorstellungen der Probanden erho-

⁴¹Fölling-Albers, Maria; Rank, Astrid: *Verknüpfung qualitativer und quantitativer Methoden in der pädagogischen Forschung-Beispielsweise für unterschiedliche Forschungsfragen und Zielsetzungen*. In: Hellmich, Frank: *Lehr-Lernforschung und Grundschulpädagogik*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, 2008. S.226

⁴²Flick, Uwe; von Kardorff Ernst; Steinke, Ines (Hrsg.): *Qualitative Forschung, Ein Handbuch*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 2005. S. 17

ben, wobei sie für alles „Unbekannte“ offen ist.⁴³ Im Gegensatz zur quantitativen Forschung wird hier mit kleineren Fallzahlen, gearbeitet.⁴⁴

Die Erkenntnisziele beider Methoden sind ebenfalls unterschiedlich. In der qualitativen Forschung geht es darum, neue Erkenntnisse auf entdeckende Weise zu erlangen. Um diese Erkenntnisse aufzudecken, bietet sich zum Beispiel die Form des Interviews an. Das Interview ermöglicht konkrete Ergebnisse, welche eine gewisse Anschaulichkeit mit sich bringen. Zusätzlich bietet diese Form der Datenerhebung, dass man individuell auf die befragte Person eingehen, falls nötig das soziale Umfeld mit einbeziehen und auf die Sichtweisen Rücksicht nehmen kann.⁴⁵ Wichtig ist hier, dass der individuelle Einzelfall und nicht die Masse untersucht wird.

Betrachtet man nun die quantitative Forschungsmethode, ist diese stark standardisiert und orientiert sich nicht nach dem Individuellen, sondern nach Zahlen und Werten.⁴⁶ Daraus folgend hat dieses Verfahren mit großen Datensätzen zu tun. Legt man hier eine Befragung anhand eines Fragebogens zugrunde, würde dies eine weitaus größere Anzahl von Probanden erfordern.⁴⁷

Innerhalb der vorab bestehenden Theorieaussagen der quantitativen Forschung wird bereits eine Hypothese aufgestellt. Es gilt diese Hypothese zunächst zu überprüfen, um sie dann entweder zu bestätigen oder zu widerlegen. Die genauen Fallzahlen werden durch das Überprüfen von signifikant messbaren Mengen erfasst. Dabei geht es darum, wie groß oder klein die Prozentanteile der Ergebnisse sind.⁴⁸

⁴³ Flick, Uwe; von Kardorff Ernst; Steinke, Ines (Hrsg.), 2005. S.17

⁴⁴ Brüsemeister, Thomas: *Qualitative Forschung, Ein Überblick*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2008. S. 19

⁴⁵ Flick, Uwe; von Kardorff Ernst; Steinke, Ines (Hrsg.), 2008. S.17

⁴⁶ Flick, Uwe; von Kardorff Ernst; Steinke, Ines (Hrsg.), 2008. S.17

⁴⁷ Brüsemeister, Thomas, 2008 S. 19

⁴⁸ Brüsemeister, Thomas, 2008 S. 19

Wendet man die Methodenintegration an, können sich, laut Fölling-Albers und Rank (2008), die Ergebnisse der qualitativen und quantitativen Methode „gegenseitig erweitern, befruchten, aber auch widersprechen“.⁴⁹

4.2 Erfassung der Schülervorstellungen zum Regenbogen anhand der qualitativen Forschung

Innerhalb dieses Kapitels wird erklärt, in welcher Form die qualitative Methode eingesetzt wurde, um Schülervorstellungen von Grundschulern zum Regenbogen zu erfassen. Zusätzlich werden die genauen Arbeitsprozesse und Ergebnisse der Untersuchung zum Thema „Schülervorstellungen einer dritten Klasse zum Regenbogen“ vorgestellt. Für die Gewinnung der Daten wurde innerhalb der qualitativen Methode das nichtstandardisierte Interview, auch Leitfadeninterview genannt, gewählt.

4.3 Das Interview

Interviews können allgemein geführt werden, um bestimmte Sichtweisen, Meinungen, Einstellungen sowie bestimmtes Wissen und Verhalten der Befragten anhand einer Datenerhebung zu erfassen.

Es gibt unterschiedliche Arten von Interviews, die sich nach ihrem Inhalt und ihrer Form, der Standardisierung, unterscheiden.⁵⁰ Der Inhalt bezieht sich, wie schon erwähnt, auf das, was man erheben möchte. In dieser Arbeit sind es die Schülervorstellungen von Drittklässlern zum Regenbogen.

⁴⁹ Fölling-Albers, Maria; Rank, Astrid, 2008 S.225

⁵⁰ Porst, Rolf: *Fragebogen, Ein Arbeitsbuch*. Wiesbaden: Springer, 2014. S.53

Die Form unterscheidet sich in drei Versionen, vollstandardisiertes (geschlossenes) Interview, halbstandardisiertes (halboffenes) Interview und nichtstandardisiertes (offenes) Interview.⁵¹

- Vollstandardisiertes (geschlossenes) Interview

Das geschlossene Interview beinhaltet fest vorgeschriebene Fragen mit dem dazugehörigen Antwortkatalog (multiple choice). Jedes Interview besteht somit aus denselben Fragen und gibt denselben Antwortkatalog vor. Hier ist es wichtig, die Reihenfolge der Fragen einzuhalten. Die befragte Person darf nur eine Antwort aus dem Antwortkatalog auswählen. Dies erleichtert einerseits das Auswerten, andererseits können die Befragten keine individuellen Antworten formulieren und müssen sich auf die Antwortmöglichkeiten des Antwortkatalogs beschränken.⁵² Es ist zu beachten, dass bei dieser Form die Handlung beider Beteiligten des Interviews standardisiert ist.

- Halbstandardisiertes (halboffenes) Interview

Hier ist die Handlungsweise des Interviewers noch standardisiert, was bedeutet, dass die Fragen immer noch vorgeschrieben sind und in einer bestimmten Reihenfolge gefragt werden muss. Die befragte Person kann jedoch individuell und frei antworten. Es ist also nur ein Akteur, der Interviewer, standardisiert.

- Nichtstandardisiertes (offenes) Interview

Weder der Interviewer noch die befragte Person haben standardisierte Fragen oder Antworten.⁵³

⁵¹ Gläser, Jochen; Laudel, Grit: *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2010. S.41

⁵² Porst, Rolf 2014, S.53

⁵³ Gläser, Jochen; Laudel, Grit 2010. S.41

An dieser Stelle ist anzumerken, dass „standardisierte Interviews in der quantitativen Forschung geführt werden, während die nichtstandardisierten Interviews zu den qualitativen Erhebungsmethoden zählen.“⁵⁴

Die nichtstandardisierten Interviews werden nochmals in das Leitfadeninterview, offenes Interview und narratives Interview unterschieden, wobei an dieser Stelle nur auf das Leitfadeninterview eingegangen wird.

4.4 Das Leitfadeninterview

Ein Leitfadeninterview ist ein Erhebungsinstrument und beinhaltet Fragen, die man im Verlauf des Interviews stellen möchte.⁵⁵ Diese Form des Interviews arbeitet mit vorgegebenen Themen und dem so genannten dazugehörigen Fragegerüst, dem Leitfaden. Jede Frage muss in den jeweiligen Interviews beantwortet werden, wobei weder die Formulierung der Fragen noch die der Antworten verbindlich sind.⁵⁶ Das Interviewgespräch sollte in seinem Verlauf möglichst natürlich sein, weshalb die Reihenfolge der Fragen nicht relevant ist. Dies ermöglicht der interviewten Person offener zu sprechen und selbstständig Themen beziehungsweise Fragen anzuschneiden, die normalerweise noch nicht an der Reihe wären. Dem Interviewer bietet diese Vorgehensweise die Möglichkeit weiterführende Fragen einzubinden, um eine vollständige Antwort zu erhalten, wobei der ursprüngliche Fragenkatalog bestimmte Fragen als Richtlinie enthält, die unbedingt gestellt werden müssen.⁵⁷ Vergleicht man dies mit einem vollstandardisierten Interview, besteht dort keine Möglichkeit des

⁵⁴ Gläser, Jochen; Laudel, Grit 2010. S.41

⁵⁵ Gläser, Jochen; Laudel, Grit 2010. S.142

⁵⁶ Gläser, Jochen; Laudel, Grit 2010. S.42

⁵⁷ Gläser, Jochen; Laudel, Grit 2010. S.42

Nachfragens, da zusätzliche, nicht im Fragebogen enthaltene Fragen, nicht vorgesehen sind.

4.5 Wie entsteht der Fragebogen des Leitfadeninterviews?

Der Aufbau eines Fragebogens setzt zunächst den fachlichen Hintergrund über den Inhalt des Interviews voraus. Anhand der Sachanalyse wurde erklärt, wie und wann ein Regenbogen entsteht, von welchen Parametern Höhe und Kreisausschnitt abhängig sind, wie seine Farben entstehen und wann ein sekundärer Regenbogen zu sehen ist.

Ebenfalls ist wichtig, dass die Fragen zielgerichtet sind und zudem dazu beitragen, die befragten Schüler zu motivieren, ihre Vorstellungen mitzuteilen.

Die Auswahl der Fragen wird im Hinblick auf die theoretische Relevanz oder technische Funktion gemacht. Geht es um den Inhalt, wird zunächst untersucht, wonach gefragt werden soll. Danach folgt die Frage nach dem wie.⁵⁸

Im Hinblick auf die Zielgruppe, hier Drittklässler, sollten die Fragen einfach, klar und unmissverständlich formuliert sein. Zusätzlich wird darauf geachtet, dass sie möglichst kurz sind, um grammatikalisch schwierige Konstruktionen zu vermeiden.⁵⁹ Bei Kindern ist es hierbei wichtig, möglichst nah an der Alltagssprache zu bleiben.

Wie viele Fragen gestellt werden, richtet sich nach den zu erhebenden Inhalten, wobei immer auf den zeitlichen Rahmen geachtet werden sollte.⁶⁰ Um den Zeitrahmen von einer Stunde einzuhalten wird empfohlen, dass das Leitfadeninterview nicht mehr als zwei Seiten beinhaltet. Eine Ausformulierung der Fragen sorgt dafür, dass alle befrag-

⁵⁸ Gläser, Jochen; Laudel, Grit 2010. S.149

⁵⁹ Gläser, Jochen; Laudel, Grit 2010. S.140

⁶⁰ Gläser, Jochen; Laudel, Grit 2010. S.144

ten Personen die gleichen Fragen hören und gibt dem Interviewer gleichzeitig eine gewisse Sicherheit.⁶¹ Nicht unerwähnt bleiben soll, dass das Leitfadeninterview ethischen Grundsätzen folgt, indem durch die Fragen der interviewten Personen kein Schaden zugefügt werden darf.⁶²

5 Das Interview zu Schülervorstellungen von Grundschülern zum Regenbogen

5.1 Vorstellung des Interviewleitfadens über Schülervorstellungen von Grundschülern zum Regenbogen

Interviewleitfaden zu Schülervorstellungen von Grundschülern zum Regenbogen

Einführung:

- Ich heiße Julia Dzembritzki und studiere in Frankfurt Grundschulpädagogik.
Da mein Studium bald zu Ende ist, schreibe ich eine Examensarbeit/ Abschlussarbeit und möchte dir im Rahmen dieser Arbeit ein paar Fragen stellen.
- Vielen Dank, dass du dich bereit erklärt hast mitzumachen.
- Darf ich deine Antworten mit einem Diktiergerät aufzeichnen? Deine Eltern haben von mir einen Brief dazu erhalten, in dem unter anderem steht, dass deine Anonymität gewährleistet ist, das bedeutet, dass ich weder ein Foto von dir veröffentliche, noch deinen Namen nenne.
- Ich möchte dir nun ein paar Fragen über den Regenbogen stellen. Der Regenbogen war bisher kein Thema in der Schule, daher ist es nicht schlimm, wenn du etwas nicht weißt. Wenn du zu einer Frage keine Idee hast, ist es auch in Ordnung.
- Bevor wir mit dem Interview anfangen, möchte ich, dass du mir einen Regenbogen malst, so, wie du ihn dir vorstellst, mit allem, was für dich dazugehört.

⁶¹ Gläser, Jochen; Laudel, Grit 2010. S.144

⁶² Gläser, Jochen; Laudel, Grit 2010. S.145

Fragen:

- 1) **Was ist für dich ein Regenbogen?**
- 2) **Wann kann man einen Regenbogen sehen?**
- 3) **Stelle hier mit Hilfe der vor dir liegenden Gegenstände deine Beschreibung der Entstehung des Regenbogens nach!**
 Es wird gegebenenfalls nachfragt:
 - a) Wo stehst du?
 - b) Wo ist der Regenbogen?
 - c) Wo ist - der Regen?
 - die Sonne?
 - die Pfütze?
 - der Wasserdampf?
 Erkläre mit eigenen Worten, wie du die unterschiedlichen Positionen, Regen, Sonne, Regenbogen und deinen Standort ausgewählt hast.
- 4) **Warum kann man einen Regenbogen sehen?**
- 5) **Welche Farben hat ein Regenbogen?**
- 6) **Wie entstehen die Farben des Regenbogens?**
- 7) **Kann man noch mehr als den Regenbogen sehen?**
 - a) Was kann man noch sehen?
 - b) Wo sieht man es?
 - b) Farben hat der zweite Regenbogen?
 - c) Was ist zwischen dem ersten und zweiten Regenbogen zu sehen?
- 8) **Kann man auf einem Regenbogen laufen oder auf ihm stehen?**
- 9) **Kann man zu einem Regenbogen hinlaufen?**
- 10) **Kann man unter einem Regenbogen hindurchlaufen?**
- 11) **Kann man einen Regenbogen anfassen?**
- 12) **Was befindet sich am Fuß/ Ende eines Regenbogens?**
- 13) **Erläutere mir bitte noch einmal deine Zeichnung, die du vom Regenbogen gemacht hast.**

Danke für das Interview

Im Folgenden wird auf die einzelnen Fragen des Leitfadeninterviews eingegangen. Es wird erklärt, warum und mit welcher Zielsetzung die Fragen gestellt werden. Zusätzlich wird angedeutet, welche Antworten die Kinder geben könnten.

Die Form der Fragestellung beginnt oft mit den Fragepronomen „was“, „wann“, „welche“, „wie“ und „warum“. Weitere Formulierungen beginnen mit „Kannst du mir sagen/erklären (...)“. Beide Arten der Formulierung sollen für die Schüler leicht zu verstehen sein und sie zu einer ausführlichen Antwort anregen.

Das hier verwendete Leitfadeninterview besteht nicht nur aus dem Fragenkatalog, sondern beinhaltet zusätzlich eine praktische Aufgabe. Da die Schüler in einer dritten Klasse noch nicht in der Lage sind, bestimmte Sachverhalte sprachlich exakt wiederzugeben und zu erklären, dient diese Aufgabe als eine Art Hilfestellung, nicht nur für die Schüler, sondern auch für die interviewende Person. Piaget nennt diese Entwicklungsphase konkret-operatorisches Stadium (7-12 Jahre).⁶³ Innerhalb dieses Stadiums bilden mentale Operationen die Grundlage für das Verständnis von Transformationen. Desweiteren erfolgt der Erwerb von Invarianzbegriffen, Klasseninklusion, Kausalverständnis, Überwindung des Egozentrismus. Die Kinder können immer mehr Denkprozesse umkehren und sind fähig einfache, logische Operationen durchzuführen. Für Piaget steht fest, dass dies die Voraussetzung für die erfolgreiche Lösung von Aufgaben ist. Zusätzlich werden dabei mehrere Dimensionen berücksichtigt und Transformationen beachtet.⁶⁴ Den Schülern erleichtert die praktische Aufgabe das Erklären des Sachverhalts, dem Interviewer das Verstehen.

⁶³ Oerter, Rolf; Montada, Leo (Hrsg.): *Entwicklungspsychologie*. Weinheim, Basel: Beltz, 2008 S.285/438

⁶⁴ Oerter, Rolf; Montada, Leo (Hrsg.), 2008 S.438

1) Was ist für dich ein Regenbogen?

Die erste Frage soll der interviewenden Person einen ersten Überblick darüber verschaffen, welche Vorstellungen, beziehungsweise Assoziationen die Schüler mit einem Regenbogen verbinden. Für das Kind stellt diese Frage einen Einstieg dar, der es ihm ermöglicht alle spontanen Gedanken oder Ideen, die es von einem Regenbogen hat, mitzuteilen.

2) Wann kann man einen Regenbogen sehen?

Hier werden die Kinder dazu angeleitet, eine konkrete, zielgerichtete Frage zu beantworten. Die interviewende Person legt den Schwerpunkt bei dieser Frage auf die Entstehung eines Regenbogens. Das Fragepronomen, „wann“ ist in dieser Frage ausschlaggebend und lässt für die Kinder die Möglichkeit offen, wie sie diese Frage interpretieren. Die Schüler könnten dies auf zwei unterschiedliche Arten interpretieren. Zunächst unter dem zeitlichen Aspekt (morgens, mittags, abends) oder unter dem Aspekt, welche physikalisch/äußeren Bedingungen (Sonne, Regen usw.) herrschen müssen.

3) Stelle hier mit Hilfe der vor dir liegenden Gegenstände deine Beschreibung der Entstehung des Regenbogens nach!

Es wird gegebenenfalls nachfragt:

- a) Wo stehst du?
- b) Wo ist der Regenbogen?
- c) Wo ist - der Regen?
 - die Sonne?
 - die Pfütze?
 - der Wasserdampf?

Erkläre mit eigenen Worten, wie du die unterschiedlichen Positionen, Regen, Sonne, Regenbogen und deinen Standort ausgewählt hast.

Hier handelt es sich um die praktische Aufgabe zur Erläuterung der Sachverhalte. Sie knüpft an die erste Frage an und soll den Schülern helfen sich besser zu erklären, ihre Gedanken zu intensivieren und mitzuteilen. Zusätzlich dient die Aufgabe dazu, den Interviewern eventuelle Widersprüche in den Aussagen der Kinder zu verdeutlichen oder aufzuklären. Das Gleiche gilt in Bezug auf das Bewusstwerden, für die Schüler.

4) Warum kann man einen Regenbogen sehen?

Die Frage vier sowie die folgenden Fragen resultieren aus der zweiten Frage, wann ein Regenbogen entsteht, und bauen aufeinander auf.

Das Pronomen „warum“, lässt sich wieder auf unterschiedliche Arten interpretieren. Auch hier bietet sich für die Kinder die Möglichkeit; die Antwort aus ihrer Phantasie entspringen zu lassen, auf vorherrschende Bedingungen des Regenbogens einzugehen, oder sogar beides.

5) Welche Farben hat ein Regenbogen?

Besonders diese Frage können die Kinder anhand eigener Beobachtungen beantworten. Diese Beobachtungen müssen nicht zwangsläufig der Natur entsprechen und in der Natur beobachtet worden sein. Vielmehr kann dieses Wissen auch aus diversen Medien stammen.

6) Wie entstehen die Farben des Regenbogens?

Die Frage nach dem „wie“ die Farben eines Regenbogens entstehen, stellt für die Schüler eine besondere Herausforderung dar. An dieser Stelle können sie nicht auf eigene Beobachtungen zurückgreifen. Das eventuell vorhandene Wissen kann von den Eltern oder Bekannten vermittelt worden sein. Neben dieser meist mündli-

chen Weitergabe, kann das Wissen aus bestimmten Medien wie beispielsweise Fachbüchern oder TV und Internet-Dokumentationen stammen. Liegt jedoch seitens der Schüler noch kein Vorwissen vor, sind es gerade die spontanen Antworten, die die Frage für den Interviewer interessant und spannend macht.

Wie erklärt sich ein Kind einen Sachverhalt, über den es sich mit größter Wahrscheinlichkeit noch nie Gedanken gemacht hat? Insbesondere diese Frage bietet so gut wie keine Möglichkeit eine Antwort vorauszusagen.

7) Kann man noch mehr als den Regenbogen sehen?

- a) Was kann man noch sehen?
- b) Wo sieht man es?
- c) Welche Farben hat der zweite Regenbogen?
- d) Was ist zwischen dem ersten und zweiten Regenbogen zu sehen?

Die Frage sieben lässt wieder Beobachtungen der Schüler zu. Was konnten sie zusätzlich zum Regenbogen sehen?

Je nach Antwort der Schüler werden die darunter stehenden Fragen **a-d** gestellt.

Es stehen hier mehrere Antwortmöglichkeiten offen. Neben der wiederholten Beschreibung der Gegebenheiten eines Regenbogens, Sonne, Regen, Wolken, wäre es auch möglich, dass sie auf die Landschaft eingehen oder sogar schon einmal einen zweiten Regenbogen, den Sekundären Regenbogen, gesehen haben. Ist dies der Fall, stellt der Interviewer die Fragen **c** welche Farben der Sekundäre Regenbogen hat und **d** was zwischen den beiden Bögen zu sehen ist.

8) Kann man auf einem Regenbogen laufen oder auf ihm stehen?

Durch diese Frage erfährt der Interviewer, ob die Kinder den Regenbogen als einen festen, greifbaren Gegenstand wahrnehmen. Sie

erweckt den Anschein, dass sie einfach zu beantworten sei, doch sie kann auch irritierend wirken und die Schüler verunsichern. In Bilderbüchern und manchen Filmen wird des Öfteren der Eindruck erweckt, man könne auf einem Regenbogen laufen und ihn somit auch anfassen. Kinder mit dem entsprechend „richtigen“ Vorwissen könnten aber auch sagen, dass die Farben dadurch entstehen, dass die Sonnenstrahlen auf die Regentropfen scheinen, beziehungsweise treffen. Den genauen Vorgang, das Brechen und Widerspiegeln der Sonnenstrahlen im Regentropfen zu beschreiben, ist für Kinder dieser Altersstufe natürlich noch zu schwierig.

9) Kann man zu einem Regenbogen hinlaufen?

Die Frage neun zielt darauf ab herauszufinden, ob die Schüler schon wissen, dass man einen Regenbogen nicht erreichen kann. Die richtige Antwort auf die Frage, dass ein Regenbogen, wenn man auf ihn zugeht immer gleich groß bleibt, ihn jedoch in diesen Momenten an jeweils anderer Stelle in der Natur wahrnimmt (siehe Abb. 10), können die Kinder einer dritten Klasse noch nicht geben. Selbst Erwachsene haben damit Schwierigkeiten. Dennoch gibt die Frage Auskunft darüber, wie sich die Kinder einen Regenbogen und dessen Entstehung vorstellen. Stellen sie sich ihn als einen festen Gegenstand vor, könnten sie der Meinung sein, dass man zu ihm hinlaufen kann. Sehen sie ihn ein als ein physikalisches Phänomen, werden sie sagen, dass ein Regenbogen zu Fuß nicht erreichbar ist. Die entsprechende physikalische Erklärung kann in diesem Alter, wie schon erwähnt, noch nicht gegeben werden. Hier bleiben noch viele weitere Antwortmöglichkeiten offen, da die Vorstellungen der Schüler auch Phantasiekonstrukte beinhalten könnten.

10) Kann man unter einem Regenbogen hindurchlaufen?

Frage zehn baut nicht nur auf die vorhergehende Frage auf, sondern zeigt der interviewenden Person auch, ob die Kinder bei ihren vorhergehenden Aussagen bleiben oder sich widersprechen. Sagt ein Kind, dass man zu einem Regenbogen laufen kann, müsste es auch der Meinung sein, dass man darunter hindurchlaufen kann.

11) Kann man einen Regenbogen anfassen?

Diese Frage knüpft indirekt an die Frage acht an. Antworten die Schüler, dass man auf einem Regenbogen laufen oder stehen kann, müssten sie auch bei dieser Frage der Meinung sein, dass man ihn anfassen kann. Es könnte also auch hier zu widersprüchlichen Antworten kommen. Die Frage elf soll ebenfalls dazu dienen den Entwicklungsstand der Drittklässler zu verdeutlichen. Die hier schon angesprochenen Widersprüche, können aus unterschiedlichen kognitiven Verknüpfungen entstehen und interessante Ergebnisse einbringen.

12) Was befindet sich am Fuß/Ende eines Regenbogens?

Was sich am Fuß eines Regenbogens befindet, lässt sich auf den ersten Blick leicht beschreiben. Die Frage zwölf lädt die Schüler dazu ein, eigene Beobachtungen zu beschreiben. In diesem Sinne wäre es möglich, dass sie die Umgebung oder Landschaft um den Fuß eines Regenbogens beschreiben. Zusätzlich zu der „realen“ Beobachtung könnten Märchen und Erzählungen die Vorstellungen der Schüler beeinflussen. Ein gängiges Beispiel wäre die Vorstellung, dass sich am Fuß eines Regenbogens ein Fass voll Gold versteckt.

13) Die Kinder erklären ihre Zeichnung

Abschließend wird an dieser Stelle auf die Zeichnung der Kinder eingegangen. Dies bietet ihnen die Möglichkeit ihre Zeichnung zu erklären und eventuell auf Besonderheiten hinzuweisen, die ihnen wichtig erscheinen. Gleichmaßen wird der interviewenden Person ermöglicht, bestimmte Aspekte des Bildes zu hinterfragen, die von den später gegebenen Antworten der Kinder abweichen.

5.2 Durchführung/Ablauf der Interviews

Die Interviews fanden in unterschiedlichen Grundschulen statt, wobei zehn Kinder der dritten Klasse befragt wurden. Für die Einzelinterviews wurde mir jeweils ein Raum zur Verfügung gestellt. In diesen Räumen konnte ich ungestört jedes Kind nacheinander interviewen.



Abb. 10 Regenmodell mit einer Figur, zwei Regenbögen und einer Sonne

Wie schon erwähnt, sollten die Kinder als erstes ein Bild vom Regenbogen malen. Danach führte ich anhand des Leitfadens das Interview durch.

Für die praktische Aufgabe der dritten Frage verwendete ich ein Regenmodell mit den zusätzlichen Elementen Sonne, Sekundärer und Primärer Regenbogen und einer Figur. Zur weiteren Dokumentation wurden ein Fotoapparat und ein Diktiergerät eingesetzt.

5.3 Auswertungsmethode der einzelnen Interviews

Im Folgenden werden die einzelnen Auswertungsschritte der Interviews beschrieben und im Anschluss die Ergebnisse präsentiert.

Um die Interviews auswerten zu können, wurden diese zunächst anhand der vorliegenden Audioaufnahmen transkribiert. Die zwei folgenden Ausschnitte des Transkriptes Kind **i** werden zur Anschauung vorgestellt. Innerhalb des Auszuges steht die Abkürzung **I.** für Interviewer und **S.** für Schüler.

- 11 **I.: „Was denkst du, wann kann man einen Regenbogen sehen?“**
- 12 S.: „Äh, also wenn es regnet, nicht so doll regnet, aber äh, dann ist dann,
13 dann hört des Regen auf, wenn des Regenbogen kommt, dann regnet es
14 nur ein bisschen und dann hört es auf zu regnen.“
- 15 I.: „Dann hört es also auf zu regnen.“
- 16 S.: „Ja.“
- 17 I.: „Und was sieht man dann noch? Man sieht also den Regenbogen. Du hast
18 gesagt, den sieht man erst, wenn es aufhört zu regnen, also noch Niesel-
19 regen ist? Erkläre mir das bitte noch einmal genauer.“
- 20 S.: „Also ich, immer wenn ich dis Regenbogen seh, dann weiß ich, erst
21 regnets so und dann kommt des Regenbogen.“
- 22 I.: „Also kommt der Regenbogen nach dem Regen?“
- 23 S.: „Ähm, wenn`s anfängt zu regnen dann kommt der.“
- 24 I.: „Wenn es anfängt zu regnen?“
- 25 S.: „Ja.“
- 26 I.: „Also mit dem Regen zusammen?“
- 27 S.: „Ähe.“ (Das Kind nickt.)

28 I.: „Entsteht der Regenbogen nur durch den Regen, oder durch etwas ande-
29 res?“

30 S.: „Äh, also man kann auch wenn der Regenbogen kommt, da sehe ich
31 auch so Wolken am Himmel.“

32

133 **I.: „Kann man denn auf einem Regenbogen laufen oder auf ihm ste-**
134 **hen?“**

135 S.: „Äh, nein. Aber die Vögel können, wenn die können fliegen und dann
136 geht's bei Regenbogen und dann können sie auch stehen.“

137 I.: „Ja, die können sich auf einen Regenbogen stellen? Warum denkst du
138 denn, dass sich die Vögel auf einen Regenbogen stellen können und du
139 nicht?“

140 S.: „Äh, wegen des Regenbogen im Himmel ist und wir können nicht flie-
141 gen, sondern die Vögel.“

142 I.: „Ok. Aber die Vögel müssen sich ja auf irgendetwas raufstellen können.
143 Und wenn die Vögel sich auf etwas raufstellen können, wie auf den Tisch
144 zum Beispiel, dann können wir uns ja auch darauf stellen.“

145 S.: „Also, wenn Beispiel so eine Hubschrauber kommt und der bringt die
146 Menschen hoch bei Regenbogen, dann können wir stehen.“

147 I.: „Ja?“

148 S.: „Ehh.“(bejahend)

Nach den einzelnen Interviews erfolgte eine Einteilung der Rohdaten, hier die Antworten der Kinder, in relevante und irrelevante Daten.⁶⁵ Als relevante Daten gelten hier die Aussagen, welche die schon vorhandenen Vorstellungen der Schüler über den Regenbogen widerspiegeln. Diese Vorstellungen setzten sich aus den unterschiedlichsten Alltagserfahrungen der Schüler zusammen und bilden somit das Vorwissen, welches sie in den Unterricht mitbringen.

Die relevanten Zitate aus den einzelnen Transkriptionen werden, um eine bessere Übersicht zu erhalten, in einer Übersichtstabelle angelegt. Diese Tabelle wird durch Kommentare ergänzt, die bestimmte Zusammenhänge verdeutlichen und zusätzlich spezifische Interviewsituationen darstellen und erläutern.

Die Übersichtstabelle ist so angelegt, dass die einzelnen Aussagen der Schüler zu der jeweiligen Frage nebeneinander stehen. In der linken Spalte, senkrecht verlaufend, befinden sich die Fragen des Leitfadenterviews unter fortlaufender Nummerierung **1-13**. Neben den Fragen stehen die unterschiedlichen Aussagen der Kinder (*kursiv*) in den Querspalten mit der fortlaufenden Kennzeichnung **a-j**. Die Querspalten beinhalten ebenfalls die ergänzenden Kommentare. Ein Auszug der Tabelle dient hier zur Veranschaulichung.

⁶⁵ Gläser, Jochen; Laudel, Grit 2010. S.43

Übersichtstabelle der Aussagen des halboffenen Interviews über Schülervorstellungen von Grundschulern zum Regenbogen				
Schüler Fragen	a)	b)	c)	d)
1) Was ist für dich ein Regenbogen?	1.a) „Also ich finde ein Regenbogen ist Kunst, gehört zum Himmel und kommt nur ganz selten vor.“	1.b) „Ein Regenbogen ist für mich eine Erscheinung aus Wasser und Sonne, ich glaub ein bisschen Kondenswasser“ (Die Erscheinung besteht nicht nur aus Wasser und Sonne, sondern auch aus etwas Kondenswasser)	1.c) „Wenn ich zum Beispiel am Fenster bin und es regnet, ähm die Sonne scheint, dann ist ein Regenbogen einfach für mich ein schönes Bild.“	1.d) „Das im Himmel strahlt, im Himmel ist und wenn es regnet und Sonne ist dann kommt der Regenbogen.“
4) Warum kann man einen Regenbogen sehen?	4.a) „Ich glaube, (...)ich mein ja halt, die Farben, die Sonne ist ja da und scheint auf den Regen und dann entstehen da ja Farben und dann entsteht da halt ein Regenbogen.“	4.b) „Ich glaube, es ist so ähnlich wie beim Donner, dass verschiedene Teilchen aufeinander treffen.“ (Teilchen der Sonne/ Sonnenstrahlen, treffen auf den Regen/Regentropfen und dadurch entsteht seiner Meinung nach der Regenbogen. Er ist sich zwar unsicher, doch er bleibt dabei)	4.c) „Da aus der Sonne, Wolken und Wasser entsteht so eine Mischung zum Regenbogen.“	4.d) „Weil er über dem Himmel ist.“ „Aber warum sieht man ihn überhaupt?“ „Ich weiß es nicht.“

Tabelle 1: Ausschnitt der Übersichtstabelle über die Ergebnisse der Einzelinterviews

5.4 Die Auswertung der Interviews

Der folgende Abschnitt beschreibt die Auswertung der einzelnen Interviewfragen.

Zunächst wird ein Gesamteindruck der Antworten beschrieben, der schon Rückschlüsse auf die vorhandenen Schülervorstellungen zulässt. Danach folgen Beispiele einzelner Aussagen der Schüler in Form von Zitaten.

1) Was ist für dich ein Regenbogen?

Es stellte sich heraus, dass jedes Kind seine individuelle Vorstellung von einem Regenbogen hat. Dass der Regenbogen ein physikalisches, beziehungsweise optisches Phänomen ist, wusste keines der Kinder, was jedoch in der dritten Klasse nicht verwunderlich ist. Sie beschrieben den Regenbogen eher aus einem intuitiven Wissen heraus. Fast alle Kinder brachten den Regenbogen mit dem Himmel in Verbindung.

In weiteren Beschreibungen vergleichen die Schüler den Regenbogen mit Begriffen aus ihrer Realität, einem greifbaren Gegenstand oder einer Definition.

Besonders faszinierend wirken die Farben des Regenbogens auf die Kinder, welche sie mit den Worten „strahlend“ und „bunte Streifen“ beschreiben.

Die Hälfte der Kinder erwähnte den Regen und die Sonne.

- **1.b)** *„Ein Regenbogen ist für mich eine Erscheinung aus Wasser und Sonne, ich glaub ein bisschen Kondenswasser“.*
- **1.d)** *„Das im Himmel strahlt, im Himmel ist und wenn es regnet und Sonne ist dann kommt der Regenbogen.“*
- **1.f)** *„Ist irgendwie für mich eine Strahlung aus Sonne und Regen.“*

- **1.h)** „*Hmm, wenn er, also wenn er, das ist ein bunter Streifen und der kommt vom Regen und wenn die Sonne scheint.*“

Besonders individuell waren die Vorstellungen, *dass ein Regenbogen Kunst sei oder ein schönes Bild*. Diese Aussagen von Schülern zeigen besonders deutlich, dass sie den Regenbogen nicht als ein physikalisch/optisches Phänomen sehen, sondern verknüpfen den Begriff Regenbogen mit Dingen oder Erfahrungen aus ihrem Alltag und versuchen so das Phänomen in eigenen Worten zu erklären.

Anhand einiger Beschreibungen der Kinder konnte man einen direkten Eindruck gewinnen, auf welche Art und Weise sie einen Regenbogen empfinden und wahrnehmen. Die Adjektive „schön“, „strahlend“ und „bunt“ zeigen auf, dass sie den Anblick eines Regenbogens als angenehm und positiv empfinden.

- **1.c)** „*Wenn ich zum Beispiel am Fenster bin und es regnet, ähm die Sonne scheint, dann ist der Regenbogen einfach für mich ein schönes Bild.*“
- **1.a)** „*Also ich finde ein Regenbogen ist Kunst, gehört zum Himmel und kommt nur ganz selten vor.*“

Definiert man nun eine Fehlvorstellung des Regenbogens, als eine Vorstellung, die nicht auf den physikalischen Grundlagen basiert, wären hier alle Antworten der Schüler als solche einzuordnen. Es stellt sich nun die Frage, wenn ein Kind den Regenbogen als „Kunst“ bezeichnet, ist dies schon eine Fehlvorstellung?

2) Wann kann man einen Regenbogen sehen?

Neun von zehn Kindern sagten unabhängig voneinander, dass man einen Regenbogen sehen kann, wenn es regnet und die Sonne scheint. Insbesondere eine Aussage ist für einen Schüler der dritten Klasse sehr präzise:

- **1.a)** *„Wenn Regen mit Sonne gemischt ist, meistens und nicht sehr viele Wolken am Himmel sind.“*

Diese Aussage zeugt von einer guten Beobachtung. Normalerweise geht man davon aus, dass wenn es regnet, viele Wolken am Himmel sind, durch die die Sonne gar nicht durchscheinen kann. Dieses Kind fügte jedoch bewusst hinzu: *„(...) und nicht sehr viele Wolken am Himmel sind“*.

Fünf Kinder beschrieben mit ähnlichen Worten den Zusammenhang, dass ein Regenbogen nur entsteht wenn es regnet und die Sonne scheint.

Zwei Kinder trafen schon relativ präzise Aussagen mit den Wortlauten:

- **2.e)** *„Die Sonnenstrahlen treffen auf das Wasser vom Regen.“*
- **2.f)** *„Wenn die Sonne den Regen anstrahlt.“*

Beide Aussagen treffen zu und verdeutlichen, dass sie schon einige Bedingungen oder Voraussetzungen kennen, unter denen ein Regenbogen entsteht.

Der Aussage **2.i** kann man entnehmen, dass sich das Kind das Phänomen des Regenbogens auf Grund eigener Erfahrung, beziehungsweise Erinnerung erklärt.

- **2.i)** *„Äh, also wenn es regnet, aber äh, dann ist Regenbogen und dann das ist dann, dann hört der Regen auf, wenn der Regenbogen kommt, dann regnet es nur ein bisschen und dann hört es auf zu regnen.“*

Die Aussage, dass ein Regenbogen erst nach dem Regen entsteht, zeugt von einer Fehlvorstellung des Kindes. Allerdings kann ein Regenbogen auch dann am Himmel erscheinen, wenn die Luft genügend Feuchtigkeit enthält. Somit ist der zweite Teil der Aussage, *„(...) wenn des Regenbogen kommt, dann regnet es nur ein bisschen und dann hört es auf zu regnen.“*, nicht falsch, da durch die Luftfeuchtigkeit der Regenbogen weiterhin am Himmel zu sehen ist. Aus der Erklärung des Kindes kann man schließen, dass es diese Beobachtung genau so gemacht hat. Hier wird deutlich, dass Fehlvorstellungen auch aus reellen Beobachtungen und verallgemeinerten Schlussfolgerungen entstehen können.

Die folgende Frage soll die ersten beiden Fragen an die Kinder ergänzen. Sie beinhaltet eine praktische Aufgabe. Die einzelnen Schüler sollen hier innerhalb ihrer Einzelinterviews anhand eines Modells (Abb. 10), bestehend aus Regen, Regenbogen, Sonne und Betrachter, nachbauen, wann und unter welchen Umständen es ihrer Meinung nach zu einem Regenbogen kommt. Das zu interviewende Kind muss die einzelnen Elemente zueinander in Position bringen. Daraufhin fotografierte ich die jeweilige Gesamtkonstruktion der Elemente zwecks Dokumentation und um das Bild dann später auszuwerten. Abschließend sollten mir die Kinder ihre Zusammenstellung der Gegenstände erläutern.

Die vorgegebene Vorgehensweise hat zur Folge, dass zunächst jedes Kind einzeln ausgewertet wurde. Am Ende der Auswertung werden dann alle Positionen miteinander verglichen und im Zuge der Einzelauswertung die Positionen der Gegenstände erläutert.

Ich möchte an dieser Stelle anmerken, dass nicht jedes Kind in der Lage war, die eigene Positionierung der Gegenstände zu begründen. Da es hier auf die explizite Vorstellung der Schüler ankam, musste ich beim Nachfragen darauf achten, die Kinder nicht zu lenken oder zu

verunsichern. Somit war es nicht bei jedem Schüler möglich eine Erklärung zu hinterfragen, ohne das Kind zu verunsichern.

- 3) Stelle hier mit Hilfe der vor dir liegenden Gegenstände deine Beschreibung der Entstehung des Regenbogens nach!

Es wird gegebenenfalls nachgefragt:

- a) Wo stehst du?
- b) Wo ist der Regenbogen?
- c) Wo ist - der Regen?
 - die Sonne?
 - die Pfütze?
 - der Wasserdampf?

Erkläre mit eigenen Worten, wie du die unterschiedlichen Positionen von Regen, Sonne, Regenbogen und deinem Standort ausgewählt hast.



Abb. 11 Kind 3.a)

Das Kind **3.a** stellte die Figur vor den Regen. Da sich der Regenbogen im Regen befand, schaute die Figur direkt auf den Regen und somit auch auf den Bogen. Die Sonne stand hier links auf Höhe der Wolken.

Das Kind erklärte jedoch, dass die Sonne auch rechts vom Regen/Wolken sein könne und sich nicht in den Wolken versteckt. Des Weiteren sagte es, dass der Regenbogen

auch erscheinen kann, wenn nicht sehr viele Wolken am Himmel sind.

Alle Positionen, außer der Sonne sind richtig, denn diese scheint immer hinter der Figur/dem Betrachter auf den Regen. Die Höhe des Regenbogens richtet sich nach der Sonne (siehe Abb.4 und 5), wobei dessen Position nicht falsch ist, da er sich im Regen befindet.



Abb. 12 Kind 3.b)

Kind **3.b** Kommentierte so, „*Sonne müsste, scheint von oben auf, drauf scheinen.*“ [auf den Regenbogen]. Es hatte den Regenbogen ebenfalls im Regen positioniert und die Figur davor, mit Blick zum Regenmodell. Die Sonne war leicht links oberhalb der Wolken. Auch hier ist die Position der Sonne falsch, denn die Sonne muss im Rücken der „betrachtenden“ Person stehen. Zusätzlich darf sie die Höhe von $>42^\circ$ nicht überschreiten

(siehe Abb. 4/5).

Dem Schüler war in diesem Moment nicht bewusst, dass die Sonne nicht durch eine dicke Regenwolke hindurch scheinen kann. Dies führte zu einer Fehlvorstellung.

Den Kindern fiel es schwer sich ihre Vorstellungen bewusst zu machen und zu begründen warum sie so denken.



Abb. 13 Kind 3.c)

Auch das Kind **3.c** platzierte die Figur wieder vor dem Regenmodell. Den Regenbogen hielt das Kind ziemlich tief vor den Regen. Auf etwa gleicher Höhe, ebenfalls sehr tief zeigte es die Sonne. Auf die Frage, warum die Sonne so tief ist wusste das Kind keine Antwort und zuckte mit der Schulter.

Da das Kind die Positionierung nicht begrün-

den konnte, gibt das Bild nur Aufschluss darüber, dass es sich bewusst war, dass der Regenbogen durch ein Zusammenwirken von Sonne und Regen entsteht.



Abb. 14 Kind 3.d)

3.d Die Sonne sieht man hier über den Wolken. Dieses Kind positionierte den Regenbogen zwischen der Sonne und den Wolken. Die Figur stellte es vor das Regenmodell. Auf die Frage, „Warum hast du das so angeordnet?“, antwortete das Kind: *„Weil wenn es regnet und die Sonne strahlt von oben, wird es ein Regenbogen.“* „Der Regenbogen steht also über den Wolken und über dem Regen?“ Es antwortete: *„Ja“*.

Auch bei diesem Kind wird deutlich, dass es zwar weiß, dass es gleichzeitig regnet und die Sonne scheint, doch die Anordnung der Gegenstände weist darauf hin, dass es eine Fehlvorstellung von der Position der Sonne und des Regenbogens hat. Es stellt sich die Frage, ob es sich bewusst ist, dass es über den Wolken gar nicht regnen kann. Es könnte auch sein, dass es diese Information in diesem Moment nicht abrufen oder damit in Verbindung bringen kann.

Das Kind **3.e** hielt die Sonne weit über die Wolken, wobei der Regen-



Abb. 15 Kind 3.e)

bogen ebenfalls in großem Abstand, links neben dem Regen in Höhe der Sonne erschien. Die Figur stand zwischen dem Regenmodell und dem Regenbogen mit Blick auf den Regenbogen.

Das Kind erklärte, dass die Sonne so hoch steht, damit die Strahlen auf die Regentropfen treffen. *„Die ähm, sie treffen sich dann [Regentropfen und Sonnenstrahlen] und dann entstehen Farben.“* Es wird wieder deutlich, dass ein Schüler der dritten Klasse weiß, dass ein Re-

genbogen nur entsteht, wenn die Sonnenstrahlen auf die Regentropfen treffen, doch die genaue Position der Sonne und des Regenbogens ist diesem und den anderen Kindern unklar.



Abb. 16 Kind 3.f)

3.f Dieser Schüler positionierte die Sonne rechts über den Wolken. Der Regenbogen befand sich unter der Sonne, vor der Regenwand. Die obere Hälfte des Regenbogens war über den Wolken. Die Figur stand mit Abstand seitlich vom Regenmodell und schaute in Richtung Regenbogen.

Kind 3.f sagte, es hätte die Objekte so angeordnet: „ (...) *da ja die Sonne scheinen muss, wenn ein Regenbogen entsteht.*“

3.g In diesem Bild steht die Sonne direkt auf den Wolken. Der Regenbogen entsteht für das Kind kurz vor dem Regenmodell. Die Figur befindet sich unter, beziehungsweise im Regen.



Abb. 17 Kind 3.g)

Der Schüler erklärte: „(...) *dass die Sonne über den Wolken ist, da ein Regenbogen nur entstehen kann, wenn es regnet und die Sonne scheint. Die Figur befindet sich mitten im Regen, (...) weil ein Regenbogen ja nur bei Regen mit Sonne entsteht.*“. Kind **3.g** hatte als einziges die Figur direkt in den Regen

unter den Regenbogen gestellt. Auch hier lassen sich wieder Fehlvorstellungen bezüglich der Positionen ableiten.

3.h Das Kind positionierte alle Gegenstände räumlich getrennt voneinander. Ausgehend von der Figur, stellte das Kind den Regen nach



Abb. 18 Kind 3.h)

links, die Sonne in die Mitte und den Regenbogen nach rechts. Durch diese Anordnung kehrt die Figur dem Regen den Rücken zu und schaut zum gegenüberliegenden Regenbogen. Die Sonne befand sich an höchster Stelle, zwischen dem Regen und dem Regenbogen.

Das Kind überlegte zunächst lange bevor es erklärte, *„Der Regenbogen entsteht nach dem Regen, also muss die Wolke auch schon weg sein.“* Diese Aussage widerspricht jedoch der Antwort aus der Frage 2 Wann kann man einen Regenbogen sehen? **2.h**, *„Wenn es regnet und Sonne auch noch scheint, dann kommt nämlich der Regenbogen.“* Hier wird deutlich, wie schwer es den Kindern fällt, das Phänomen zu beschreiben beziehungsweise nachzustellen. Allerdings ist an dieser Stelle anzumerken, dass ich im Rahmen des zeitlich begrenzten Interviews nicht genau nachvollziehen konnte, ob die zwei widersprüchlichen Aussagen auf realen Beobachtungen basieren oder Phantasievorstellungen entsprechen. Eine dritte Möglichkeit wäre die Mischung aus Realität und Phantasie.



Abb. 19 Kind 3.i)

3.i In diesem Bild sieht man den Regenbogen unterhalb der Wolken vor dem Regenmodell. Die Sonne befindet sich ebenfalls vor dem Regenmodell zwischen Wolken und Regenbogen. Die Figur steht mit Abstand vor dem Regenmodell und schaut auf den Regenbogen. Dieses Kind erklärte, dass der Regenbogen vor dem Regen sei, da die-

ser erst erscheint, wenn es aufhört zu regnen und die Sonne scheint. Deshalb befindet sich die Sonne ebenfalls vor dem Regenmodell.

Das Kind **3.i** hatte als einziges schon einen zweiten, primären Regen-



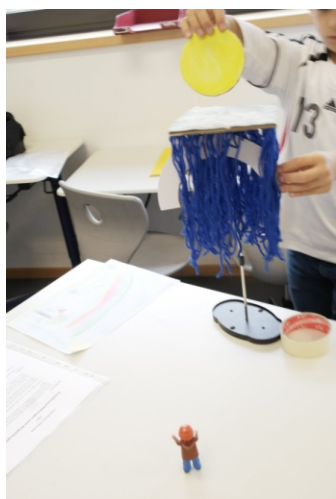
Abb. 20 Kind 3.i)

bogen gesehen. Abbildung 21 zeigt den Sekundären Regenbogen, der nach der Meinung des Kindes unter dem Primären Regenbogen entsteht. Es beschrieb, dass der Sekundäre Regenbogen größer als der Primäre ist und dann nach rechts wandert. Das Kind erklärte, dass die Sonne später erscheint, die sich in Höhe des ersten Regenbogens befin-

den soll (leider gab es keine Möglichkeit die Sonne hochzuhalten).

Der Sekundäre Regenbogen entsteht immer über dem Primären Regenbogen. Eine Fehlvorstellung wäre hier, dass der Sekundäre Regenbogen nach rechts wandert.

Auch im Modell des Kindes **3.j** befand sich die Sonne über den Wol-



ken. Im Gegensatz zu den meisten anderen Kindern, hielt das Kind **3.j** den Regenbogen direkt in den Regen, unterhalb der Wolken. Die Figur stand auch hier wieder mit Abstand vor dem Regenmodell und schaute zum Regenbogen. Die Sonne steht nach der Meinung des Kindes über den Wolken, da es Mittagszeit ist. Die Fehlvorstellung von der

Abb. 21 Kind 3.j)

Platzierung der Sonne, entspringt hier dem korrekten Wissen des Kindes über den Stand der Sonne zur Mittagszeit. Nochmals hervorzuheben ist, dass das Kind den Regenbogen an die richtige Stelle setzte.

Zusammenfassung der Positionen der einzelnen Modellgegenstände, Figur, Sonne, Regen und Regenbögen

Hier möchte ich noch einmal auf die einzelnen räumlichen Positionen der Figur, Sonne und des Regenbogens eingehen. Da sich die Positionen immer auf das Regenmodell beziehen, ist dies kein Einzelpunkt.

- **Die Position der Figur**

Acht von Zehn Kindern hatten ihre Figuren vor das Regenmodell gestellt und somit richtig positioniert. Der Blick der Figuren war immer in Richtung Regenbogen.

Eine Figur wurde direkt unter das Regenmodell gestellt, so dass sie hoch schauen musste. Eine andere stand zwischen dem Regenbogen und dem Regen, wobei sie dem Regen den Rücken zukehrte.

Die Figur in Bezug zum Regenmodell konnten die meisten Schüler leicht positionieren. Es war ihnen klar, dass die Figur immer vor dem Regenmodell stehen muss, um den Regenbogen zu sehen.

- Die Position der Sonne

Die Sonne wurde von den Schülern unterschiedlich positioniert. Am häufigsten hielten die Schüler die Sonne über die Wolken. Weitere Positionen waren links, rechts, über oder hinter dem Regenmodell. Auch die Höhe variierte. Mal war die Sonne weit über, auf gleicher Höhe oder unter den Wolken.

Ein Kind sagte auch, dass *die Sonne erst nach dem Regen erscheint* und begründete so, dass seine Sonne vor dem Regenmodell und dem Regenbogen steht.

Keines der Kinder wusste, dass man den Regenbogen nur sehen kann, wenn die Sonne hinter dem Betrachter steht. Bei allen Schülern handelte es sich hier um eine Fehlvorstellung über die Position der Sonne.

- Die Position des Regenbogens

Für drei von zehn Kindern stand fest, dass sich der Regenbogen im Regen befindet. Sie erklärten, dass es regnet wenn ein Regenbogen entsteht. Die Tatsache, dass es regnet ist richtig, doch die beobachtende Person steht nicht im Regen, sondern in meist weiter Entfernung ist (Abb. 3 und 4).

Die Meinung der weiteren sieben Kinder teilte sich folgendermaßen auf:

- der Regenbogen befindet sich über den Wolken
- der Regenbogen befindet sich links oder rechts neben den Wolken

Die Höhe des Regenbogens wurde ebenfalls unterschiedlich eingeschätzt:

- ein Bogen befindet sich weit unten im Regenmodell
- ein Bogen steht in weiter Entfernung zum Regenmodell, direkt auf der Erde

Das erstaunliche an diesen Positionen ist, dass sich neun Kinder unabhängig voneinander einig waren, dass ein Regenbogen nur entstehen kann, wenn es regnet und gleichzeitig die Sonne scheint. Die richtige Schlussfolgerung muss dann sein, dass der Regenbogen im Regen zu sehen ist.

Es hat den Anschein, dass die Kinder das einzelne Wissen noch nicht zu einer weiterführenden Schlussfolgerung verknüpfen können. Zusätzlich ist die Umsetzung der Positionen auf ein nicht maßstabsgetreues Modell problematisch.

4) Warum kann man einen Regenbogen sehen?

Diese Frage wurde von sechs Schülern durch die Aussage erklärt, dass ein Regenbogen dann entsteht, wenn es regnet und gleichzeitig die Sonne scheint. Jedes Kind versuchte dies mit eigenen Worten zu beschreiben, wobei manche Aussagen viel präziser als in den Fragen eins und zwei ausfielen.

Zwei Schüler konnten auf die Frage, warum man einen Regenbogen sieht keine Antwort geben. Hier liegt die Vermutung nahe, dass sie etwas irritiert waren, da die Schüler in der zweiten Frage, nach der Entstehung des Regenbogens ebenfalls erklärten, wenn die Sonne scheint und es gleichzeitig regnet. Es ist anzunehmen, dass sie dachten, dass nun eine andere Erklärung verlangt werde und es fiel ihnen nichts weiter dazu ein.

Die weiteren Antworten zeigen auf, dass die Schüler nicht nur ihre Beobachtungen beschreiben, sondern auch die richtigen Schlüsse daraus ziehen.

- **4.a)** *„Ich glaube,(...) ich meine ja halt, die Farben, die Sonne ist ja da und scheint auf den Regen und dann entstehen da ja die Farben und dann entsteht da halt ein Regenbogen.“*

Das Kind begründete nicht nur, dass man den Regenbogen durch seine Farben sieht, sondern beschrieb auch, wie sie entstehen. Es verbindet das Entstehen der Farben mit einem Prozess, der erst dann vonstatten geht, wenn Sonnenstrahlen auf Regentropfen treffen. Auch hier ist es verständlich, dass Schüler der dritten Klasse noch keine korrekte physikalische Erklärung haben.

Auch andere Schüler bezogenen diesen Vorgang, das Aufeinandertreffen von Sonne und Regen, in ihre Erklärung mit ein. Ein Schüler verglich den Vorgang sogar mit der Entstehung des Donners.

- **4.b)** *„Ich glaube es ist so ähnlich wie beim Donner, dass verschiedene Teilchen aufeinander treffen.“*

Das Wort Teilchen bezog der Schüler auf die Sonnenstrahlen sowie die Regentropfen. Diese Erklärung verdeutlicht, dass manche Schüler der dritten Klasse in der Lage sind, Vergleiche zu ziehen.

Fast alle Kinder waren sich der Existenz physikalischer Prozesse bewusst, ohne diese exakt benennen zu können. Sie beschrieben das, was ihrer Meinung nach passiert, um einen Regenbogen zu sehen, mit ihren eigenen Worten. Die folgenden Vorstellungen unterstreichen dies.

- **4.c)** *„Da aus der Sonne, Wolken und Wasser entsteht so eine Mischung zu Regenbogen.“*
- **4.e)** *„Wegen dem Licht, wegen der Sonne und dem Wasser. (...)Die ähm, sie treffen sich dann. Und dann entstehen Farben. Ich denke der Regenbogen, die Sonne und das Wasser die werden dann ja zu Farben und wenn das Wasser und Licht zusammen kommt, entstehen Farben und so entsteht ein Regenbogen.“*
- **4.f)** *„Vielleicht weil die Sonne den Regen anstrahlt und dadurch Farben entstehen.“*

Auch die letzten Aussagen zeigen deutlich, dass die Schüler die Grundvoraussetzung zur Entstehung eines Regenbogens verstan-

den haben. Viele gingen noch weiter und binden die Entstehung der Farben in ihre Erklärung ein. Die Farben des Regenbogens spielen in der Vorstellung der Kinder eine große Rolle.

5) Welche Farben hat ein Regenbogen?

Sechs von zehn Kindern waren der Meinung, dass sie die Farbreihenfolge eines Regenbogens benennen können. Vier Schüler nannten nur einzelnen Farben, da sie die Reihenfolge nicht wussten.

Zum größten Teil sind sich die sechs Schüler über die Reihenfolge der Farben einig. Fast alle zehn Kinder sagten, dass die oberste Farbe Rot sei. Die unterste Farbe konnten sie ebenso benennen, doch für sie war es nicht Blau, sondern Lila. Die Farben Rot, Gelb, Grün und Blau kommen in jeder Reihenfolge vor. Gelb wurde meist an zweiter oder dritter Stelle von oben genannt, Blau war die vorletzte und Lila oft die letzte Farbe.

Auch die Aussage über die Anzahl der Farben ist bei den Schülern der dritten Klasse ähnlich. Drei Kinder nannten sechs, weitere drei sieben Farben.

Fünf Kinder nannten die Farbe Orange, eines Violett und ein weiteres Pink.

Eines der vier Kinder, welche die Reihenfolge der Farben eines Regenbogens nicht wusste, nannte nicht nur die Farben Rot, Gelb, Grün und Blau, sondern auch Hellblau, Dunkelblau und Rosa.

Ein weiteres Kind beschrieb die Farben Blau, Rot, Orange, manchmal Grün und manchmal Lila oder Pink. Es erklärte, dass die Reihenfolge immer gleich sei, doch es konnte sie sich nicht merken.

Auch fiel die Aussage, dass oben sich die hellen Farben befinden und sie nach unten dunkler werden.

Es folgen nun die Farbreihenfolgen der Schüler, die die Reihenfolge benennen konnten. An erster Stelle steht die oberste Farbe, an letzter Stelle die unterste.

- Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Lila
- Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Lila
- Rot, Gelb, Grün, Blau, Orange, Pink, Lila
- Rot, Gelb, Grün, Blau, Lila, Lila, Pink
- Rot, Gelb, Orange, Grün, Blau, Violett
- Gelb, Rot, Orange, Grün, Blau, Rot, Lila

Es ist erstaunlich, dass sich die Kinder über die oberste Farbe Rot überwiegend einig waren. Im Großen und Ganzen haben diese Schüler die Farben eines Regenbogens sehr gut beobachtet und wiedergegeben. Es ist davon auszugehen, dass die wenigsten Kinder auf Beobachtungen, die sie in der Natur gemacht haben, zurückgreifen. Die meisten Vorstellungen der Schüler zu den Farben des Regenbogens basieren auf Bildern die sie aus unterschiedlichsten Medien entnommen haben.

6) Wie entstehen die Farben des Regenbogens?

Vier Kinder konnten die Frage nach der Entstehung der Farben nicht beantworten. Sechs Kinder fanden eine Erklärung, wobei vier von ihnen sinngemäß aussagten, dass die Sonne auf den Regen scheint.

Das Kind, welches sich mit der Farbreihenfolge Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Lila sicher war, beschrieb die Entstehung der Regenbogenfarben so:

- **6.a)** „Also die Sonne, die scheint auf den Regen und dann kommen verschiedene Farben und dann ähm, manchmal sind auch andere Farben dazwischen und so entsteht halt ein Regenbogen.“

Auch wenn sich dieses Kind nach eigener Auffassung in der Farbreihenfolge sicher war, bekommt man nach dieser Aussage den Eindruck, dass die Farben des Regenbogens variieren können.

Das nächste Kind mit der Farbreihenfolge Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Lila erklärte:

- **6.e)** *„Ähm, ich denke der Regenbogen, die Sonne und das Wasser, die werden dann ja zu Farben und wenn das Wasser und Licht zusammen kommt, entstehen Farben und so entsteht ein Regenbogen.“*

Das folgende Kind war sich zwar sicher, dass die Farben immer in der gleichen Reihenfolge erscheinen, konnte sich jedoch an diese nicht erinnern. Es beschrieb die Entstehung der Farben mit den Worten:

- **6.g)** *„(...)die Sonne scheint richtig und der Regen regnet noch und dann daraus entsteht dann die Farben, bunte Farben.“*

Die Aussage des Schülers **6.b**, *„Entstehen tun sie durch das Licht, das besteht ja eigentlich aus mehreren Farben.“*, wurde durch seine Anmerkung ergänzt, dass die Erklärung aus einem Fachbuch stammt.

Die nächsten zwei Schüler fanden weitere individuelle Aussagen zur Entstehung der Regenbogenfarben.

- **6.f)** *„Vielleicht durch die Farben, die hier unten auf der Erde sind und die Sonne, die dann den Regen anstrahlt.“*
- **6.i)** *„Äh, die entstehen so, äh, also wie bei uns auf dem Spielplatz, wo ich wohne steht eine Rutsche und diese Farbe sieht man so wie einen Regenbogen.“*

Beide Schüler erklären sich die Entstehung der Farben durch Vergleiche und binden Alltagswissen, welches hier zum Teil auf Fehlvorstellungen basiert, in ihr Erklärungsmodell ein.

Die Aussagen der Schüler bauen auf sehr unterschiedlichen Wissensniveaus auf, welches sehr gut an den vorherrschenden Fehlvorstellungen zu erkennen ist. Vier der Kinder weisen Fehlvorstellungen auf, die sich sehr nah an dem Phänomen des Regenbogens orientieren. Sie sind in der Lage, die Entstehung der Farben mit dem Regen und der Sonne zu verknüpfen.

7) Kann man noch mehr als den Regenbogen sehen?

- Was kann man noch sehen?
- Wo sieht man es?
- Welche Farben hat der zweite Regenbogen?
- Was ist zwischen dem ersten und dem zweiten Regenbogen zu sehen?

Neun Kinder sagten, dass sie etwas gesehen haben, doch sie bezogen es nicht auf einen zweiten Regenbogen, sondern auf dessen Umgebung. Ein Kind hatte einen zweiten Regenbogen gesehen und versuchte zu beschreiben, wie es ihn wahrgenommen hat.

Die Kinder, die noch nie einen zweiten Regenbogen gesehen hatten formulierten ihre Beobachtungen wie folgt:

- **7.f)** *„Regen, Sonne, Wolken, eventuell ein Flugzeug.“*
- **7.g)** *„Der Regenbogen ist nicht lange da, dann sieht man nur die Sonne und den Regen.“*
- **7.j)** *„Ja, dunkle Wolken, denn bei hellen Wolken regnet es ja nicht.“*

Das Kind, welches den zweiten Regenbogen gesehen hatte, erklärte es mit den Worten:

- **7.i)** *„Ich habe einen Regenbogen gesehen und die Wolken gehen so weg, und dann habe ich noch einen Regenbogen gesehen, so zwei, also des Regenbogen und dann kommt so noch eine mit Blau, Rot, Lila.“*

Diese Aussage verdeutlicht nicht nur, dass das Kind zwei Regenbögen gesehen hat, sondern auch, dass es die umgekehrte Farbreihenfolge beobachten konnte. Auf die Frage nach den Farben des zweiten Regenbogens sagte es, dass oben Blau und unten Lila zu sehen ist. Die Farbe Rot sah das Kind in der Mitte. Desweiteren hatte es richtig beobachtet, dass der Sekundäre Regenbogen größer ist als der Primäre Bogen.

Auf die Frage wo sich der Sekundäre Regenbogen denn genau befand, folgte die Antwort, dass dieser zunächst unter dem Primären Regenbogen zu sehen ist und dann leicht nach rechts wandert. Erst danach kommt die Sonne zwischen beiden Regenbögen zum Vorschein.

Dies ist ein schönes Beispiel dafür, dass die Kinder Beobachtungen in Form von Alltagserfahrungen in den Unterricht mitbringen.

Die aus den Alltagserfahrungen mitgebrachten Fehlvorstellungen lassen sich hier gut aufzeigen:

- Das Befinden des Sekundären Regenbogens unter dem Primären Bogen.
- Das Wandern des Sekundären Regenbogens nach rechts.
- Das Durchscheinen der Sonne zwischen den Regenbögen.

8) Kann man auf einem Regenbogen laufen oder auf ihm stehen?

Neun von zehn Kindern konnten bei dieser Frage eine klare Antwort geben und sagten entschieden „Nein“. Zur Begründung fanden sie beeindruckende individuelle Erklärungen.

- **8.a)** *„Nein, das geht nicht, weil da ist ja der Regen, auf dem kann man ja nicht laufen, ne, den kann man nur spüren.“*

Die Aussage zeigt auf, dass das Kind auf eigene Erfahrungen zurückgreift und sie mit der Vorstellung zum Regenbogen verknüpft.

Es folgen weitere Aussagen, die inhaltlich logische Schlussfolgerung aufweisen.

- **8.b)** *„Nein, es ist ja nur Licht, eine Lichterscheinung.“*

Der Umstand, dass das Kind den Regenbogen mit einer „Lichterscheinung“ vergleicht, deutet darauf hin, dass es weiß, dass der Regenbogen keine feste Masse darstellt.

- **8.d)** *„Nein, man kann nicht laufen drüber, weil er im Himmel ist und man kann nicht im Himmel fliegen oder laufen.“*
- **8.e)** *„Nein, weil praktisch ist der Regenbogen Luft und wenn man darauf stehen würde, so ist das wie bei den Wolken, da würde man durchfallen.“*
- **8.f)** *„Nein, da er eigentlich nur aus angestrahlttem Regen entsteht.“*
- **8.g)** *„Nein, (...)der Regenbogen ist ja nur ein Ding, ein also, ist ja schon echt, aber das kann man gar nicht fühlen, also kann man auch nicht darauf laufen.“*
- **8.j)** *„Nein, das geht nicht. Ich bin mir sicher, dass man da durch krachen würde, da er ja Luft ist.“*
- **8.c)** *„Ne, das ist ja eigentlich nur so, äh, eigentlich nur Luft. Es ist ja Sommer, nur da entstehen Farben und da sieht es so aus wie ein Regenbogen. Aus der Sonne und dem Regen zusammen ist es ja ein Regenbogen, aber anfassen kann man ihn nicht.“*

Auch an diesen Antworten kann man sehr gut sehen, dass die Schüler genaue Vorstellungen haben. Obwohl sie die physikalischen Zusammenhänge nicht kennen, ermöglichen die Fehlvor-

stellungen hier eine richtige Antwort, in der oftmals eine fortschreitende Logik zu erkennen ist.

Die nun folgende letzte Aussage zur Frage acht, lässt darauf schließen, dass dieses Kind den Regenbogen als einen festen Gegenstand betrachtet.

- **8.i)** *„Nein, aber die Vögel können, die können fliegen und dann geht’s, beim Regenbogen können sie auch stehen.“*

Desweiteren erklärt das Kind:

„(...) wir können doch nicht fliegen, sondern die Vögel. Wenn zum Beispiel ein Hubschrauber kommt und der bringt die Menschen hoch, dann können wir stehen.“

9) Kann man einen Regenbogen zu Fuß erreichen?

Auch wenn sich acht von zehn Schülern unabhängig voneinander einig waren, dass man nicht zu einem Regenbogen laufen kann, fiel es den meisten schwer ihre Antwort zu begründen.

- **9.f)** *„Glaub ich nicht, dass der so weit runter kommt.“*

Dieses Kind ist der Meinung dass man einen Regenbogen nicht zu Fuß erreichen kann, da er viel zu hoch steht. Das nächste Kind ist der gleichen Meinung.

- **9.i)** *„Nein, wegen des der Regenbogen im Himmel ist und wir sind am Boden.“*

Ein Kind verglich den Abstand des Regenbogens mit dem für ihn konstanten Abstand zur Sonne und äußerte sich folgendermaßen:

- **9.j)** *„Nein, weil er ja in der Luft ist. Man sieht ja wie die Sonne ...“*

Hier unterbricht das Kind und bringt einen neuen Gedanken hervor.

„Klara, sagt immer beim Autofahren, also meine Schwester, dann ist da die Sonne zwar immer noch da, und sie sagt: „Die Sonne fährt mit, Papa.“. Weil die Sonne immer noch mitfährt, weil wir zur Sonne fahren, wir aber nicht hinfahren können (...) und deswegen glaube ich auch beim Regenbogen dass man da nicht hin kann.“

Es ist interessant, dass das Kind die Sonne als Beispiel nimmt, um zu erklären, warum der Regenbogen immer den gleichen Abstand zum Betrachter hat. Dies verdeutlicht, dass es in der Lage ist, Vorstellungen, die es in Bezug auf die Sonne hat, auf den Regenbogen zu übertragen.

Das letzte Kind, hatte die Vorstellung, dass man einen Regenbogen zu Fuß erreichen kann.

- **9.a)** *„Also man kann nur auf dem Boden stehen, aber nicht zum Regenbogen nach oben laufen, hinlaufen das geht.“*

10) Kann man unter einem Regenbogen hindurchlaufen?

Bei dieser Frage äußerten sechs Schüler die Vorstellung, man könne unter einem Regenbogen hindurchlaufen. Die meisten Kinder widersprachen sich hier in Bezug auf ihre Antwort auf die Frage neun, ob man einen Regenbogen zu Fuß erreichen kann. Anscheinend waren sie sich in diesem Moment nicht bewusst, dass man, um unter einem Regenbogen hindurch zu laufen, ihn erst einmal erreichen muss. Man erkennt an dieser Stelle keine Verknüpfung zwischen den jeweils gegebenen Antworten der Kinder.

Kind **10.a** knüpfte an seine in **9.a** beschriebene Fehlvorstellung an.

- **10.a)** *„Ja, dann wird man aber nur platschnass.“*

Kind **10.b** konnte die Frage neun nicht beantworten, sagt jedoch nun:

- **10.b)** *„Eigentlich ist der Regenbogen immer vor einem.“*

Warum es dieser Meinung war, konnte es nicht begründen, doch es blieb dabei, dass man nicht unter einem Regenbogen hindurchlaufen kann. Dieses Kind konnte sich anscheinend an ein konkretes Bild von einem Regenbogen erinnern.

Die nächste Antwort des Kindes **j** bezieht sich ebenfalls darauf, dass der Regenbogen immer einen gewissen Abstand zum Betrachter hat.

- **10.j)** *„Nein, das könnte man nicht, er ist doch in der Luft. Du kannst zwar hinlaufen, aber nicht ganz. Der Regenbogen ist immer trotzdem noch weit entfernt.“*

Die folgenden Fehlvorstellungen, die begründen, warum man unter einem Regenbogen hindurchlaufen kann, beruhen auf der Tatsache, dass ein Regenbogen eine Bogenform aufweist. Die Schüler könnten dabei unbewusst an Brücken oder ein Tor gedacht haben, durch die man ebenfalls hindurchlaufen kann.

- **10.d)** *„Doch das geht, weil der Regenbogen so ist.“* (Das Kind stellt mit der Hand einen Bogen nach.)
- **10.e)** *„Unten durch, das geht. Oben ist ja der Regenbogen und unten ist ja die Erde, da laufen die Menschen ja rum und der Regenbogen ist praktisch vielleicht über ihnen und da können sie unten durchlaufen.“*

Kind **10.i** ist der Ansicht, dass es nur mit einem Hubschrauber, welchen es schon bei den Fragen 8 und 9 erwähnte, möglich sei.

- **10.i)** *„Nein, äh, (...) wir können doch nicht so hoch gehen, so wie in Himmel, nur wenn wir einen Hubschrauber haben.“*

11) Kann man einen Regenbogen anfassen?

Sieben von zehn Kindern waren der Meinung, dass man einen Regenbogen nicht anfassen kann, wobei die meisten keine Erklärung dafür hatten. Es fällt auf, dass sich die Kinder auch an dieser Stelle nicht auf ihre vorhergehenden Antworten bezogen.

Diejenigen, die eine Erklärung fanden, gaben an, dass der Regenbogen nur aus Regen und Sonne besteht, er sei kein fester Gegenstand. Im Folgenden kann man feststellen, dass sich manche Aussagen aus den vorigen Fragen wiederholen:

- **10.c)** *„Man kann unter ihm stehen, ihn vielleicht anfassen, doch es ist nur Luft.“*
- **11.a)** *„Ja, da er aus Regen und Sonne besteht.“*

Das Kind **a** sagte zur Frage acht, dass man nicht auf Regen laufen, sondern ihn nur spüren kann. Es stellt sich nun die Frage, ob sich dieses Spüren auch auf die Frage elf bezieht.

In der nächsten Antwort des Kindes **i** erscheint wieder der Hubschrauber.

- **11.i)** *„Wenn wir bei einem Hubschrauber sind, dann können wir ihn anfassen.“*

Interessant ist bei diesem Kind, dass es bei der Version, Hubschrauber bleibt und nicht davon abweicht.

Die letzte Beispielantwort Kind **j** ist kurz und präzise.

- **11.j)** *„Du würdest ins Leere greifen.“*

Diese Vorstellung basiert gleichfalls auf der Antwort, Frage zehn, in der das Kind sagte, dass der Regenbogen Luft sei.

Durch die Frage elf wird deutlich, dass manche Kinder doch in der Lage sind, Verbindungen zwischen einzelnen schon gegebene-

nen Antworten herzustellen. Allerdings ist auch hier anzumerken, dass es trotzdem zu widersprüchlichen Aussagen kommen kann.

12) Was befindet sich am Fuß/ Ende eines Regenbogens?

Hier gehen die Meinungen der Schüler auseinander. Zwei Kinder sagten aus, dass sich am Ende eines Regenbogens nichts befindet. Drei Schüler wussten es nicht und weitere fünf Schüler hatten unterschiedliche Vorstellungen:

- **12.b)** „Wasser oder Licht.“
- **12.f)** „Es kommt darauf an, wo er ankommt, Wasser, Luft, Bäume, Gras.“

In der Antwort zur Frage zwölf beschrieb das Kind **f**, dass der Regenbogen immer an einer anderen Stelle zu sehen ist und somit seine Umgebung wechselt.

- **12.c)** „Die Farben sind unten am Regenbogen.“

Ein weiteres Kind wirkte verunsichert und gab anfangs an, dass sich nichts am Ende eines Regenbogens befindet. Nach kurzem Überlegen allerdings, revidierte es seine Antwort und sagte, es könnten Farben da sein.

Auf die Farben des Regenbogens bezogen sich auch noch andere Kinder, dies erscheint für sie die naheliegendste Antwort zu sein.

13) Die Kinder erklären ihre Zeichnung

Vergleicht man die Zeichnungen der Schüler mit ihren Aussagen, wird deutlich, dass sie oftmals nicht mit ihren mündlichen Beschreibungen des Regenbogens übereinstimmen.

Auf Nachfragen erklärten viele Kinder, dass sie einfach nur „drauf los“ gemalt und sich nichts dabei gedacht hätten. Es stellte sich

heraus, dass es ihnen hauptsächlich um die Farben des Regenbogens ging.

Sechs Schüler malten Wolken am Himmel. Ein Kind zeichnete die Wolken um den Regenbogen herum, ein anderes malte sie nur unter den Regenbogen. Das Kind bemerkte, es habe ihm ursprünglich so gefallen. Allerdings korrigierte es sich später und sagte:

- **13.b)** *„Eigentlich können die Wolken nicht unter dem Regenbogen sein, eigentlich sind die oben drüber.“*

Auf meine Nachfrage, warum es den Regen nicht gemalt hat, erklärte es:

- **13.b)** *„Es ist ja eh schon blau.“*

Hier bezog sich das Kind auf den Hintergrund des Bildes, den es hellblau gemalt hatte.

Sieben Schüler zeichneten eine Sonne in die linke oder rechte obere Ecke mit der Begründung, die Sonne gehöre einfach so in ein Bild. Dies wird anhand der folgenden Aussage deutlich:

- **13.h)** *„Ich hab einfach nur gemalt, nur bei der Sonne, die muss im Bild scheinen.“*

Ich erinnerte mich in diesem Moment daran, dass auch ich in diesem Alter die Sonne immer in die oberen Ecken eines Zeichenblattes zeichnete. Die Ecken markieren für die Kinder den höchsten Punkt auf dem Zeichenpapier und da die Sonne noch über den Wolken steht, gehen Ihre Strahlen meist von diesen Ecken aus.

Ein Kind erklärte auch, dass es sich erst während des Interviews über die Reihenfolge der Farben Gedanken gemacht habe. Es malte den Regenbogen nur zur Hälfte, also keinen Bogen, sondern nur einen weiteren Ausschnitt des Regenbogens (siehe Anhang) und sagte:

- **13.j)** *„Dass der Regenbogen nicht gerade sein kann. Das sieht man ja. Ein Regenbogen ist nicht gerade, ich sehe ihn immer schief, quer ein bisschen. Die Farben müssen immer zueinander passen, Dunkelgrün passt zu Hellgrün, und Blau passt zu Lila und Lila zu Rosa und das zu Rot und die zu Orange.“*

Diese Aussage spiegelt genau die Regenbogenfarben auf dem Bild des Kindes wieder. Trotz der sehr spontanen Entstehung des Bildes, hat auch dieses Kind ganz konkrete Vorstellungen von Farbe und Farbfolge des Regenbogens. Weiterhin äußerte es sich zur Sonne, die habe es immer schon nach rechts oben gemalt.

In Anbetracht der oben genannten Aussagen wird deutlich, dass viele Kinder den Regenbogen zunächst mit seinen Farben in Verbindung bringen. Es ist ihnen in diesem Sinne nicht wichtig, dass das Bild der Realität entspricht. Wichtig ist, vor allem die Tatsache, ein in ihren Augen schönes Bild zu malen. Einige Kinder ergänzen ihr Bild durch eine phantasievolle Umwelt.

6 Fazit

Das Fazit soll noch einmal zusammenfassend die Ergebnisse der Interviews und meine persönlichen Schlussfolgerungen daraus beschreiben.

Zunächst möchte ich jedoch darauf eingehen, warum ich mich für das Leitfadeninterview der qualitativen Forschung entschieden habe. Das Leitfadeninterview eignet sich gut für den Entwicklungsstand der Kinder einer dritten Klasse, da es ihnen die Möglichkeit bietet, frei und ungehemmt zu sprechen. Als Interviewerin konnte ich so während des Interviews die spontanen Reaktionen der Kinder beobachten und aufnehmen. Zusätzlich war es auch mir möglich spontan zu reagieren.

Im Verlauf der einzelnen Interviews wurde deutlich, dass es den Schülern schwerfällt, die Entstehung des Phänomens Regenbogen zu beschreiben. Trotzdem war es den Drittklässlern möglich, fast alle Fragen auf individuelle Art und Weise zu beantworten. Es war erstaunlich wie viele Schüler die Entstehung des Regenbogens mit dem gleichzeitigen Auftreten von Regen und Sonne in Verbindung brachten. Dies bestätigt die Annahme, dass den Schülervorstellungen ein intuitives physikalisches Kernwissen zugrunde liegt.⁶⁶

Durch das Interview wurde ebenfalls verdeutlicht, dass sich das „Wissensniveau“ der Kinder zum Teil sehr unterscheidet. Dies macht sich vor allem bei den Fragen bemerkbar, deren Antworten aufzeigen, dass sich einige Kinder den Regenbogen als einen festen Gegenstand vorstellen. Auf diese individuellen Unterschiede der Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens, in Bezug auf Aufgabenstellungen, weisen auch Oerter und Montada (2008) in ihrem Lehrbuch zur Entwicklungspsychologie hin.

Um ihre Empfindungen beim Betrachten oder beschreiben des Regenbogens mitzuteilen, beziehen sich manche Schüler auf etwas Konkretes, wie die Kunst, ein schönes Bild oder eine „Strahlung/etwas Strahlendes“. Diese emotionalen Verknüpfungen sagen jedoch noch nichts über Fehlvorstellung aus, denn die gleichen Schüler sagten ebenfalls innerhalb des Interviews, dass die Entstehung eines Regenbogens mit dem Regen und der Sonne zusammenhängt.

Die Vorstellungen der Schüler basieren auf eigenen Erfahrungen/Beobachtungen, Erzählungen und Abbildungen beziehungsweise Darstellungen aus den unterschiedlichsten Medien. Die Darstellungen aus den Medien können fiktiver Natur sein. Zusätzlich spielt die Phantasie der Kinder eine große Rolle, die die Vorstellung ebenfalls/parallel beeinflusst. Das heißt, die Schülervorstellungen können eine Mischung aus Realität und Phantasie bestehen.

⁶⁶ Oerter, Rolf; Montada, Leo (Hrsg.), 2008 S.466

Aufgabe drei zeigt auf, dass Drittklässler vor allem Fehlvorstellungen in Bezug auf die Positionierung der Modellgegenstände haben. Hervorzuheben ist hier die Sonne, die von jedem Kind falsch platziert wurde. Es wird deutlich, dass die Kinder der dritten Klasse sich auf einem Entwicklungsstand befinden, der das hypothetische, abstrakte und formale Denken noch nicht, beziehungsweise nur ansatzweise beinhaltet.⁶⁷

Die Fehlvorstellungen der Kinder lassen sich in zwei Kategorien aufteilen. Einmal die Fehlvorstellungen auf die eine Lehrperson leicht aufbauen beziehungsweise anknüpfen kann, da sie einer „vereinfachten Form“ der physikalischen Erklärung entsprechen. Die anderen Fehlvorstellungen, beispielsweise dass der Regenbogen etwas Gegenständliches sei und die Farben durch seine Umgebung entstehen, erfordern von der Lehrperson zunächst einen größeren Erklärungsbedarf. In diesem Fall würde sich ein praktisches Beispiel anbieten (den Regenbogen mit Wasser aus dem Gartenschlauch nachstellen).

Die vorliegende Arbeit hat mir verdeutlicht, wie wichtig es ist, zu erkennen, welche konkreten Vorstellungen die Kinder in Bezug auf das aktuelle Thema in den Unterricht mitbringen. Um im zeitlich begrenzten praktischen Unterrichtsverlauf einen Überblick über die Schülervorstellungen zu erhalten, gibt es viele Möglichkeiten. Ein Beispiel wäre das „Forscherheft“, in das jedes Kind auf die erste Seite seine individuellen Vorstellungen einträgt. Im Verlauf des Unterrichts werden dort die verschiedenen Erkenntnisse, beziehungsweise Konzeptwechsel dokumentiert.

Meine Motivation ist es, wie schon erwähnt, die vorhandenen Intuitionen der Kinder zu erkennen und daran anzuknüpfen. Es handelt sich hier um Konzepte der Kinder, die in neue Konzepte umgewandelt werden sollen. Mir ist es wichtig, durch die neuen Konzepte die Kin-

⁶⁷ Oerter, Rolf; Montada, Leo (Hrsg.), 2008 S.285

der für das Fach Physik zu sensibilisieren und durch spielerische Versuche zu begeistern.

7 Literaturverzeichnis

- Bergmann, Martin: *Duden, Schülerduden Physik*. Mannheim: Bibliographisches Institut, 2010.
- Brüsemeister, Thomas: *Qualitative Forschung, Ein Überblick*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2008.
- Duit, Reinders: *Alltagsvorstellungen und Physik lernen*. In: Kircher Ernst; Girwidz, Raimund; Häußler, Peter (Hrsg.): *Physikdidaktik, Theorie und Praxis*. Berlin/ Heidelberg: Springer, 2009.
- Flick, Uwe; von Kardorff Ernst; Steinke, Ines (Hrsg.): *Qualitative Forschung, Ein Handbuch*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 2005.
- Fölling-Albers, Maria; Rank, Astrid: *Verknüpfung qualitativer und quantitativer Methoden in der pädagogischen Forschung- Beispielsweise für unterschiedliche Forschungsfragen und Zielsetzungen*. In: Hellmich, Frank: *Lehr-Lernforschung und Grundschulpädagogik*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, 2008.
- Gläser, Jochen; Laudel, Grit: *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2010.
- Gorgas, Martina: *Aha! Wetter. Sachwissen für Grundschüler*. Ravensburg: Ravensburger, 2012.
- Jung, Walter: *Zur Bedeutung von Schülervorstellungen für den Unterricht*. In: Duit, Reinders; Jung, Walter; Pfund Helga: *Alltagsvorstellungen und Naturwissenschaftlicher Unterricht*. Köln: Aulis Verlag Deubner & Co KG, 1981.
- Kircher, Ernst: *Warum Physikunterricht? Schülervorstellungen und humanes Lernen*. In: Kircher Ernst; Girwidz, Raimund; Häußler, Peter (Hrsg.): *Physikdidaktik, Theorie und Praxis*. Berlin/ Heidelberg: Springer, 2009.
- Möller, Kornelia: *Verstehen durch Handeln beim Lernen naturwissenschaftlicher und technikbezogener Sachverhalte*. In: Lauterbach, Roland; Köhnlein, Wolfgang (Hrsg.): *Verstehen und begründetes Handeln*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 2004
- Oerter, Rolf; Montada, Leo (Hrsg.): *Entwicklungspsychologie*. Weinheim, Basel: Beltz, 2008.

- Porst, Rolf: *Fragebogen, Ein Arbeitsbuch*. Wiesbaden: Springer, 2014.
- Schlegel, Kristian: *Vom Regenbogen zum Polarlicht. Leuchterscheinungen in der Atmosphäre*. Berlin: Spektrum, 1999.
- Vollmer, Michael: *Lichtspiele in der Luft. Atmosphärische Optik für Einsteiger*. München: Spektrum, 2006.

Webseiten:

- **Web 1:** <http://www.n-tv.de/wissen/frageantwort/Warum-ist-ein-Regenbogen-ein-Bogen-article217720.html> (Zugriff: 06.04.2014)
- **Web 2:** <http://www.n-tv.de/wissen/frageantwort/Warum-ist-ein-Regenbogen-ein-Bogen-article217720.html> (Zugriff: 07.04.2014)

8 Anhang

Eidesstattliche Erklärung

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

Desweiteren versichere ich, dass die durch die Interviews gewonnenen Angaben von allen Kindern freiwillig getätigt wurden.

Alle erhobenen Daten wurden ordnungsgemäß von den Ton-und Datenträgern gelöscht, um eine Anonymisierung zu gewährleisten.

Ort, Datum _____

Unterschrift _____



Prof. Dr. Wilhelm, IDP, 60438 Frankfurt am Main

An die Erziehungsberechtigten



Prof. Dr. habil. Thomas Wilhelm

Institut für Didaktik der Physik

Goethe-Universität Frankfurt am Main

Max-von-Laue-Str. 1

60438 Frankfurt am Main

Tel.: 069/798-47845

Fax: 069/798 763 47845

E-Mail: wilhelm@physik.uni-frankfurt.de

Web: www.thomas-wilhelm.net

Anonyme Befragung zum Regenbogen

Sehr geehrter Erziehungsberechtigte,

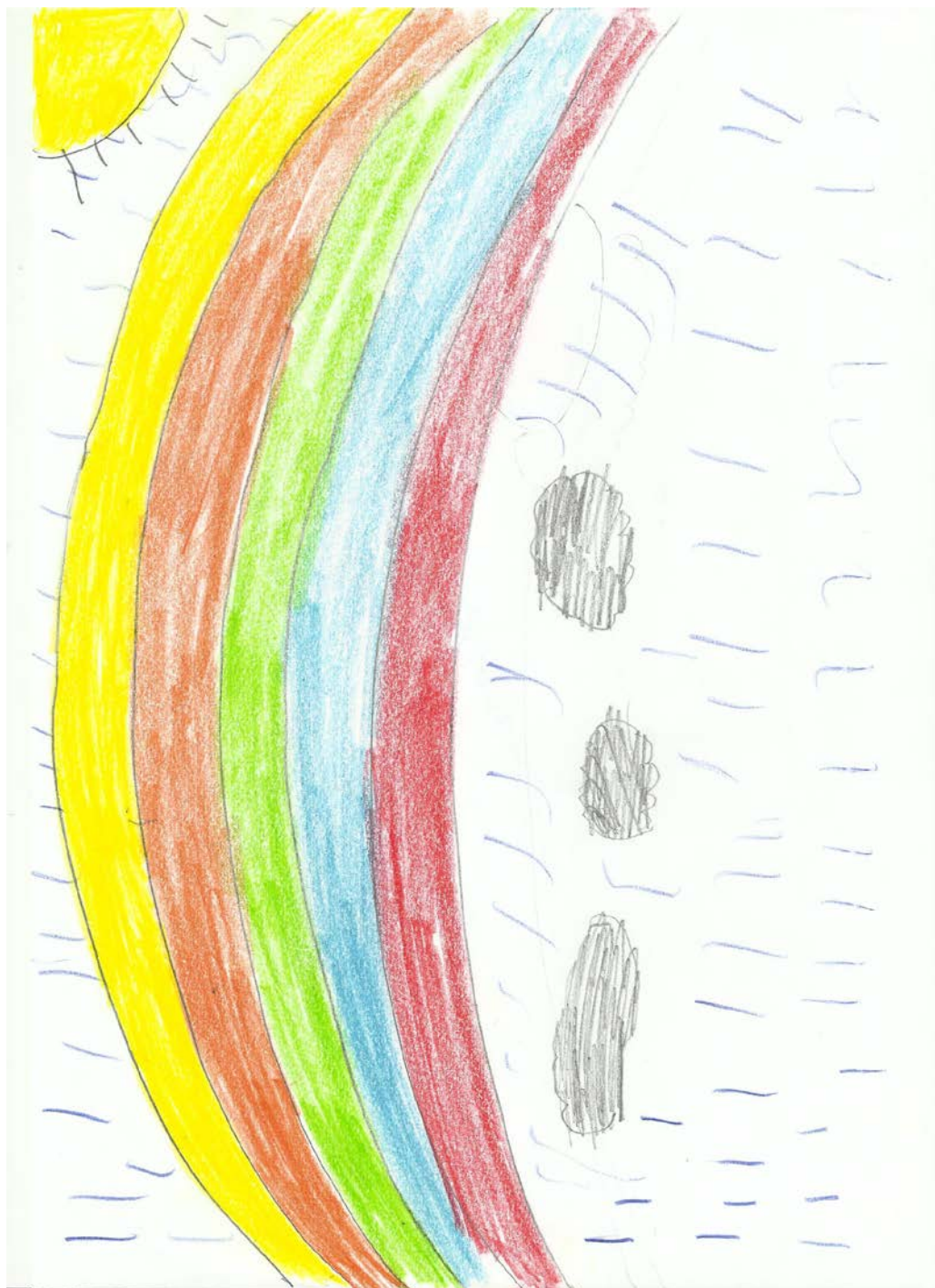
man ist sich heute in der Fachdidaktik Physik einig, dass eines der wichtigsten Aspekte guten Physik- und Sachunterrichts die Berücksichtigung von Schülervorstellungen ist: Wie denken Schüler schon vor dem Unterricht über entsprechende physikalische Zusammenhänge? Welche Fehlvorstellungen haben sie? Diese wurden in den letzten vierzig bei allen zentralen Unterrichtsinhalten Jahren ausführlich untersucht; es bleiben aber noch einige Randthemen, in dem diese Untersuchung noch aussteht. Ein solches Thema ist der Regenbogen, der auch im Sachunterricht angesprochen wird.

Die Studentin Julia Dzembitzki wird in ihrer Staatsexamensarbeit mit Hilfe von Leitfadeninterviews Vorstellungen von Schülern über den Regenbogen erfragen. Dazu brauchen wir Schüler, die in diesem Thema noch nicht unterrichtet wurden. Ein Interview dauert pro Schüler nur ca. 15 bis 20 Minuten. Das Ganze geschieht völlig anonym, d.h. Frau Dzembitzki wird nicht nach dem Namen der Schüler fragen und sich diese nicht notieren. Es geht ja auch nicht um die Leistungen der Schüler, sondern nur darum festzustellen, welche Vorstellungen und welches Vorwissen es prinzipiell gibt, bevor dieses Thema unterrichtet wurde. Damit hoffen wir, einen kleinen Schritt für die Verbesserung des Sachunterrichts tun zu können.

Wir wären Ihnen deshalb sehr verbunden, wenn Sie das anonyme Interview erlauben würden.

Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr. Thomas Wilhelm









ping





