



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Diplomarbeit

„Schülervorstellungen zur Infrarotkamera und deren
Aufnahmen“

verfasst von

Markus Meiringer

Angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Oktober 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 190 412 406

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Lehramtsstudium UF Physik / UF Mathematik

Betreuer:

Prof. Dr. Martin Hopf

Vorwort

Bevor ich meine Forschungen und Hintergründe zu meiner Diplomarbeit darstelle möchte ich jene Personen namentlich erwähnen, die maßgeblich zum Gelingen und Vollenden dieser Arbeit beigetragen haben.

Mein erster Dank gilt meiner inoffiziellen Betreuerin Dr. Susanne Neumann. Sie übernahm in Stellvertretung von Prof. Dr. Martin Hopf meine Betreuung über beinahe ein gesamtes Jahr hinweg. Ihre Forschungsarbeiten und Veröffentlichungen motivierten mich, ein Thema im Bereich der Infrarotstrahlung aufzugreifen. Durch ihre Begeisterung für dieses Forschungsgebiet und ihrer Kompetenz schaffte sie es, mich für das Thema zu begeistern und während der Arbeit immer wieder anzuspornen.

Durch ihre kompetente Betreuung war es möglich, dass ich mich, im komplexen Arbeitsumfeld der qualitativen Interviews, zunehmend wohler und kompetenter fühlte. Sie stand mir in diesem Zusammenhang stets mit gutem Rat zur Seite und bemühte sich schnellstmöglich Rückmeldungen und Hilfestellungen zu geben.

In diesem Zusammenhang möchte ich auch die Arbeitsgruppe am AECC Physik, geleitet von Prof. Dr. Martin Hopf, erwähnen. Durch zwei Treffen mit dieser Expertengruppe, in denen ich meine Planung beziehungsweise meine Ergebnisse vorstellen konnte, war es mir möglich viele nützliche Hinweise aufzugreifen und in meiner Arbeit zu berücksichtigen.

Neben der Hilfe von Angehörigen der Universität Wien ist vor allem jene Schule zu erwähnen, in der es mir möglich war, Interviews durchzuführen – das Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium Lilienfeld. So erlangte ich einerseits von der Direktion die Zustimmung zu Schüler- und Schülerinnenbefragungen. Andererseits stellte mir das Physik - Lehrpersonal Zeit und Raum zur Verfügung die Schülerinnen und Schüler zu interviewen.

In diesem Zusammenhang danke ich zudem den Schülerinnen und Schülern, die sich bereit erklärten mich in meiner Arbeit zu unterstützen und bei jenen Eltern, die mir die Erlaubnis zur Befragungen ihrer Kinder erteilten.

Abseits dieser unmittelbaren Hilfe möchte ich noch kurz weiter ausholen und meiner ehemaligen Lehrerin in der Oberstufe, Mag. Sigrid Freinberger, bedanken. Ohne ihren motivierenden, originellen und mich begeisternden Unterricht hätte ich mich wohl nicht für ein Studium der Physik entschieden – so wäre diese Arbeit vermutlich ebenfalls nicht entstanden.

Letztendlich gilt mein Dank auch noch meiner Familie und meinen Freunden. Sie bemühten sich einerseits, mir Zeit für meine Arbeit zu ermöglichen, indem sie mir andere Verpflichtungen abnahmen und andererseits stellten sie sich als wertvolle Hilfen beim Korrekturlesen zur Verfügung.

Inhaltsverzeichnis

1) Einleitung.....	7
2) Fachwissenschaftliche Grundlagen	9
2.1) Infrarotstrahlung	9
2.2) Das Planck'sche Strahlungsgesetz.....	10
2.2.1) Der ideale schwarze Körper	10
2.2.2) Reale Körper.....	12
2.3) Die Infrarotkamera.....	15
2.3.1) Daten des für diese Arbeit verwendeten Modells – Flir i7 Wärmebildkamera	15
2.3.2) Funktionsweise der Kamera.....	15
2.3.3) Darstellung der Probleme in Zusammenhang mit dem Emissionsgrad.....	17
3) Fachdidaktische Grundlagen	18
3.1) Schülervorstellungen im Zusammenhang mit Infrarotstrahlung.....	18
3.1.1) Schülervorstellungen allgemein.....	18
3.1.2) Präkonzepte zur Wärmelehre und Infrarotstrahlung	20
3.2) Konzeptwechsel und Konzeptwechselstrategien	26
3.2.1) Konzeptwechsel allgemein.....	26
3.2.2) Konzeptwechselstrategien	28
5) Vorstellung der Forschungsfragen	34
6) Forschungsdesign – Grobzüge und Legitimation	35
6.1) Erläuterung zur Wahl der Methoden.....	35
6.1.1) Legitimation des qualitativen Zugangs	35
6.1.2) Legitimation der Akzeptanzbefragung.....	37
6.1.3) Wahl der Konzeptwechselstrategie	38
6.1.4) Legitimation der Probandenauswahl.....	39
6.1.5) Dokumentation des Interviewmaterials	41

6.2) Der Interviewleitfaden	43
6.2.1) Vorstellung der Leitfadenfragen	44
6.2.2) Anmerkungen zum Leitfaden und dessen Umsetzung	47
7) Vorstudiendesign und Ergebnisse.....	48
7.1) Grobdesign der Vorstudie I	48
7.2) Überblick über Ergebnisse der Vorstudie I	49
7.3) Vorstudie II	51
8) Hauptstudie – Ergebnisse.....	52
8.1) Nennung des Begriffes Infrarot.....	52
8.2) Kenntnis der Kamera und Kamerabilder.....	53
8.3) Funktionsweise der Kamera.....	54
8.4) Erste Interpretation der Infrarotkamerabilder - Farben.....	56
8.5) Verwendung einer schwarz-weiß Skala	57
8.6) Interpretation der Skala	57
8.7) Temperatur als Eigenschaft eines Materials.....	58
8.8) Elektrische Geräte verfälschen das Bild	58
8.9) Intervention – Erklärung der Kamera	59
8.10) Reaktion auf das Bild mit wärmeren Hintergrund.....	60
8.11) Vergleich der Fernsehbilder	63
8.12) Erkennen der Veränderlichkeit der Skala	65
8.13) Beobachtung des Hintergrundes	65
8.14) Interpretation der Aussage „Alle Gegenstände strahlen“	67
8.15) Individuelle Probleme eines Probanden	69
8.16) Befragung der Probanden nach längerer Zeit.....	74
9) Diskussion der Ergebnisse im Forschungskontext	75
9.1) Vorkenntnisse bezüglich Infrarot und Infrarotkamera	75

9.2) Schülervorstellungen zur (Infrarot)strahlung	77
9.3) Lernschwierigkeiten und Interpretationsprobleme beim Einsatz einer Infrarotkamera	79
9.4) Abschließende Betrachtungen	82
10) Anhang	84
10.1) Vorinterview – Leitfaden.....	84
10.2) Interviewleitfaden der Hauptstudie - Infrarotstrahlung.....	85
10.2.1) Legitimation und Einleitung	85
10.2.2) Vorgehensweise und Grobstruktur.....	85
10.3) Transkriptionen	93
10.3.1) Interview 1	93
10.3.2) Interview 2	100
10.3.3) Interview 3	107
10.3.4) Interview 4	115
10.3.5) Interview 5	125
10.3.6) Interview 6	134
10.3.7) Interview 7	142
10.3.8) Interview 8	152
10.4) Literaturverzeichnis.....	166
10.5) Abbildungsverzeichnis.....	169
10.6) Kurzer Lebenslauf.....	170
10.7) Abstract	171

1) Einleitung

Strahlung, Mikrowellenstrahlung, radioaktive Strahlung, Handystrahlung, Wärmestrahlung, UV-Strahlung und viele verwandte Begriffe finden sich, zumeist nach einschlägigen Ereignissen, in den Medien und haben somit Einfluss auf die Gesellschaft.

Oft werden diese im negativen Zusammenhang erwähnt: UV-Strahlen schaden der Haut, radioaktive Strahlung sei tödlich, Mikrowellen und Handystrahlen wären gesundheitsschädlich. Solche oder ähnliche Aussagen sind teilweise wissenschaftlich widerlegt oder zumindest nicht belegt. All diese Arten von elektromagnetischen Strahlungen können sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf Mensch, Natur und Umwelt haben.

Durch diese Kontroversen bezüglich Strahlung können stark ausgeprägte Vorstellungen gegenüber manchen Strahlungsarten entstehen. Gerade diese Vorstellungen sind es, die den Unterricht erschweren, da zuerst falschen Schülervorstellungen entgegengewirkt werden muss, bevor die Saat für neues, wissenschaftlich fundiertes, Wissen gesät werden kann.

Durch Entwicklungen in den letzten Jahrzehnten, um die positiven Seiten von elektromagnetischer Strahlung hervorzuheben, ergaben sich Fortschritte bei der Anwendung verschiedener Strahlungsarten. Es entstanden somit Instrumente und Geräte, die aus unserem heutigen Umfeld nicht mehr wegzudenken sind. Hier sind beispielsweise die Mikrowelle, das Mobiltelefon, oder auch Wärmebildkameras zu erwähnen.

Da in den letzten Jahren die Technologie der Thermographie, der theoretische Grundstock von Wärmebildkameras, starke Fortschritte machte, ergaben sich in diesem Bereich Vorteile für zivile Anwendungen. Beispielsweise kann man relativ günstig Wärmebildkameras (bzw. korrekter Infrarotkameras genannt) erwerben und diese zur Überprüfung von Dämmeigenschaften von Materialien verwenden - dies sieht man beispielsweise in einer Werbekampagne eines bekannten Baumarkts (vgl. Abb. 1.1).



Abbildung 1: Aufnahme einer Wärmebildkamera – Werbung im Internet (Hornbach, 17.4.2013)

Der Lehrplanbezug, die Wärmelehre, ergibt nun Anwendungsmöglichkeiten dieser Technologie, sei es in der Unterstufe zum Thema „Unser Leben im Wärmebad“ (BMUKK,

2000) oder in der Oberstufe zu dem Thema „Grundphänomene elektrischer und magnetischer Felder ([...], elektromagnetische Wellen, Licht, [...]) erklären können und ihre Bedeutung in einfachen technischen Anwendungen verstehen“ (BMUKK, 2004). Das Problem hierbei ist nun jedoch, dass es kaum wissenschaftliche Untersuchungen gibt, inwieweit die Nutzung einer Wärmekamera im Unterricht das Verstehen vorantreibt und inwieweit (falsche) Präkonzepte gefördert oder aufgelöst werden.

Aus diesen Gründen habe ich es mir zur Aufgabe gemacht, dieser Fragestellung genauer nachzugehen. Ziel war es mit Hilfe einer qualitativen Interviewstudie, einer Akzeptanzbefragung, dahingehende Ergebnisse zu gewinnen.

In den folgenden Kapiteln erwartet Sie zuerst eine ausführliche Darstellung warum ich genau dieses Gebiet als besonders forschenswert erachte. Danach folgt eine Zusammenfassung der theoretischen fachwissenschaftlichen Grundlagen über die Infrarotstrahlung und insbesondere der Thermographie. Im Anschluss wird mein genaues Forschungsgebiet abgesteckt und die fachdidaktischen Hintergründe meiner Forschung durchleuchtet.

Schließlich folgen die Darstellung, Analyse und die Ergebnisse meiner Untersuchungen und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für den Unterricht.

2) Fachwissenschaftliche Grundlagen

2.1) Infrarotstrahlung

Entdeckt wurde die Infrarotstrahlung 1800 beim Versuch die Temperaturen der Farben des weißen Sonnenlichts zu messen. Hierzu leitete der Physiker Friedrich Wilhelm Herschel Licht durch ein Prisma und untersuchte anschließend mit einem Thermometer die jeweiligen Temperaturen der unterschiedlichen Farben. Es ergab sich hier jedoch der Fall, dass der stärkste Ausschlag direkt nach dem roten Farbbereich, also jenseits des sichtbaren Lichts gemessen wurde (vgl. Schuster & Kolobrodow, 2000, S. 15).

Als Infrarotlicht beziehungsweise Infrarotstrahlung wird somit jener Teil des elektromagnetischen Spektrums verstanden, der direkt an das sichtbare rote Licht anschließt. Aufgrund obiger Eigenschaft wird Infrarotstrahlung oft als Wärmestrahlung bezeichnet.

Dabei muss man anmerken, dass sich genaugenommen diese beiden Bezeichnungen unterscheiden, da sich Infrarot auf einen bestimmten Wellenlängenbereich bezieht und der Begriff Wärmestrahlung jene Strahlung bezeichnet, die durch die Temperaturen von verschiedenen Körpern entstehen: „Jeder Körper, dem Temperatur zugeordnet werden kann, die größer als die Temperatur des absoluten Nullpunktes ist, sendet elektromagnetische Strahlung aus. Diese Strahlung bezeichnen wir als Temperaturstrahlung oder Wärmestrahlung“ (Glückert, 1992, S.21).

Betrachtet man das elektromagnetische Spektrum (siehe Abbildung 2.1) sieht man, dass der Infrarotbereich direkt an das (rote) sichtbare Licht anschließt und andererseits durch die Mikrowellenstrahlung abgegrenzt wird. In anderen Worten: Der Infrarotbereich befindet sich

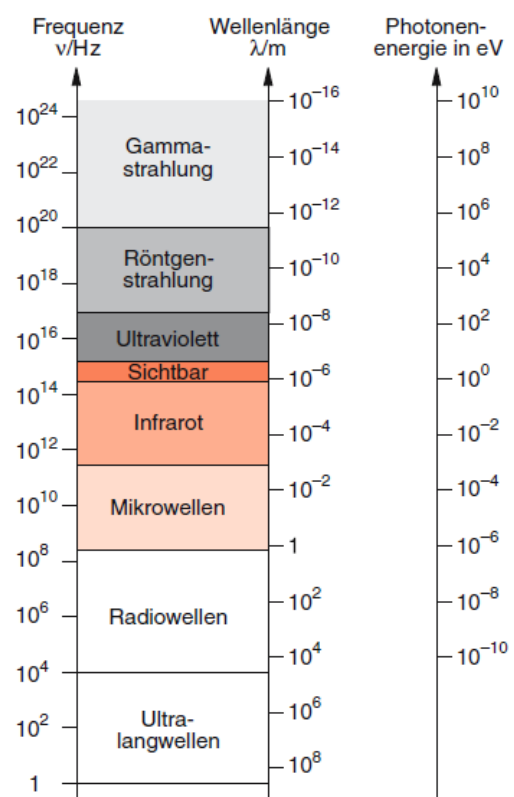


Abbildung 2: elektromagnetisches Spektrum (Demtröder, 2004, p. 211)

bei Wellenlängen zwischen 0,78 und 1000µm. Diese Infrarotstrahlung wird schließlich noch eingeteilt in nahes, mittleres, langwelliges und fernes Infrarot.

Öffentliche Bekanntheit erlangte die Infrarotstrahlung durch die Herstellung sogenannter „Infrarotstrahler“. Diese zeichnen sich vor allem durch einen hohen Anteil an Infrarotstrahlung aus, was Wärme und Behaglichkeit vermitteln soll. Der Grund dafür liegt darin, dass der menschliche Körper gerade im Infrarotbereich die Strahlung sehr gut absorbiert und somit in Wärme umwandelt. Realisiert werden solche Strahler mit Lampen denen ein Filter hinzugefügt wurde. Der Spektralbereich erstreckt sich zwischen dem sichtbaren Rot bis zum nahen Infrarot (0,78µm bis etwa 3 µm).

2.2) Das Planck'sche Strahlungsgesetz

Es folgt nun eine kurze Einführung über den Zusammenhang zwischen Oberflächentemperaturen und Strahlungseigenschaften von Körpern. Dies ist insofern für die Funktion der Wärmebildkameras wichtig, da diese die ankommende Strahlung misst und diese in eine Temperatur umgerechnet wird.

2.2.1) Der ideale schwarze Körper

Ein (idealisierte) schwarzer Körper ist ein Objekt, das sämtliche Strahlung, die auf ihn auftrifft absorbiert. Gleichzeitig sendet ein schwarzer Körper auch Strahlung jeglicher Wellenlänge aus.

Durch das Planck'sche Strahlungsgesetz, gemeinsam mit dem Wien'schen Verschiebungsgesetz lässt sich ein Diagramm erstellen, an dem man ablesen kann welche Strahlungsintensitäten ein schwarzer Körper bei bestimmten Temperaturen und Wellenlängen erreicht.

$$L_{s,\lambda}(\lambda, T) = \frac{\partial L_s(\lambda, T)}{\partial \lambda} = \frac{c_1}{\pi n^2 \lambda^5} \left[\exp\left(\frac{c_2}{n \lambda T}\right) - 1 \right]^{-1}$$

Formel 1 - Das Planck'sche Strahlungsgesetz

Hierbei sind $c_1 = 3,7418 \cdot 10^4 \text{ Wcm}^{-2}\mu\text{m}^4$ und $c_2 = 1,4388 \cdot 10^4 \text{ K}\mu\text{m}$ Strahlungskonstanten und n die Brechzahl des Ausbreitungsmediums.

$$\lambda_{\text{max}} T = 2.8978 \times 10^{-3} \text{ m K}$$

Formel 2 - Das Wien'sche Verschiebungsgesetz

Durch das Wien'sche Verschiebungsgesetz kann man insbesondere die Wellenlänge bestimmen, bei der die abgegebene Strahlung maximal ist. Im Folgenden ist dieses Diagramm dargestellt. Der sichtbare Anteil des Lichtes wurde hier schraffiert:

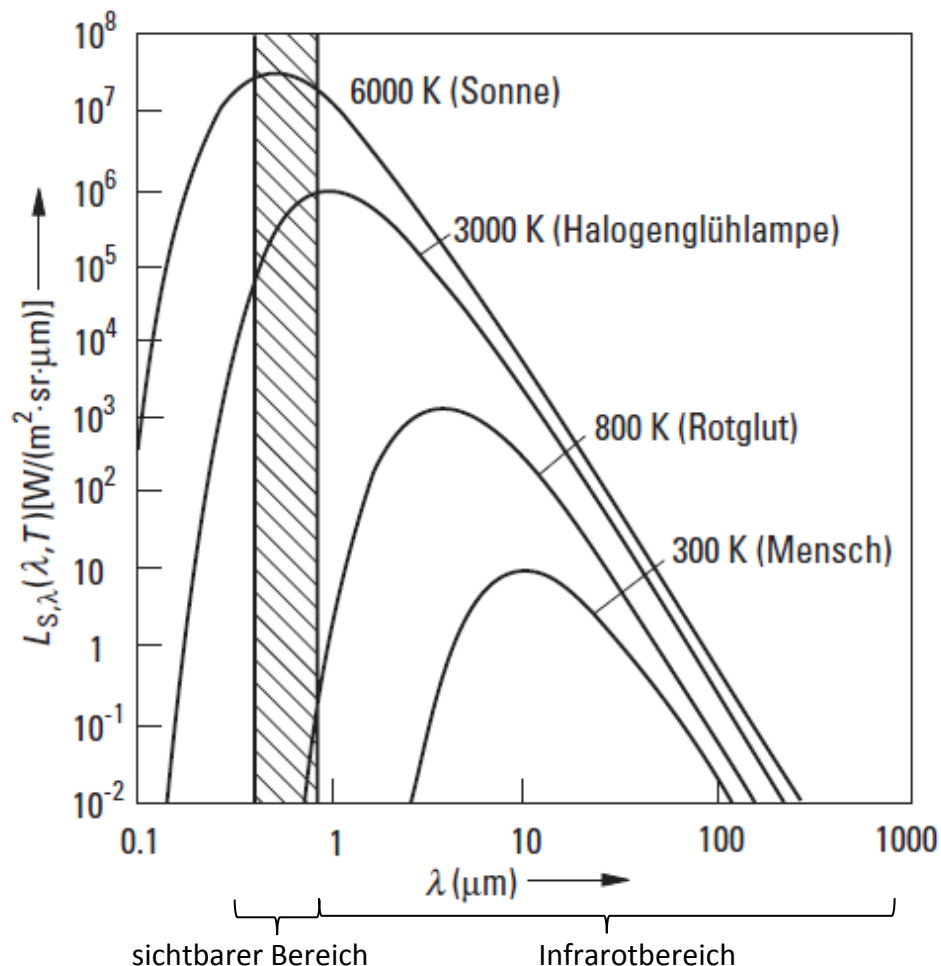


Abbildung 3: Das Diagramm zum Planck'schen Strahlungsgesetz (Eichler et al., 2004, S. 640)

Dieses Diagramm ist deshalb für meine Forschung relevant, da man erkennt, dass gerade jene Objekte im Bereich der Umgebungstemperatur (siehe 300K) Strahlung im infraroten Bereich aussenden. Das Maximum der Intensität ist in Abbildung 3 bei etwa 10µm abzulesen. Dieses Diagramm erklärt zudem, warum man die abgegebene Strahlung eines Objektes bei Umgebungstemperatur nicht sieht, man jedoch ein Glühen erkennen kann, wenn dieses Objekt erhitzt wird.

Wären alle Körper von dieser idealen Art, könnte man jeweils durch die ankommende Strahlung, direkt auf die Temperatur schließen, real ergeben sich jedoch hier einige Probleme, auf die ich später noch näher eingehen werde.

2.2.2) Reale Körper

Wie bereits eingangs erwähnt ist ein schwarzer Körper ein idealisiertes Objekt, um die Intensität eines realen Körpers zu bestimmen ist somit ein Korrekturfaktor nötig, dieser ist <1 und durch folgende Formel gegeben:

$$\varepsilon(\lambda, T) = \frac{L_{real}(\lambda, T)}{L_{ideal}(\lambda, T)}$$

Formel 3 – Berechnung des Emissionsgrades (Schuster & Kolobrodow, 2000, S. 58)

Dieser Emissionsgrad ist abhängig von Material, vom Spektralbereich, der Temperatur und der Oberfläche. Nachfolgend werden einige Emissionsgrade alltäglicher Objekte aufgelistet:

Material	ϵ	Geltungsbereich		
		$\lambda_1 \dots \lambda_2$ in μm		Temperatur in $^{\circ}\text{C}$
Al poliert	0,04 ... 0,06	8	14	50 ... 100
Al nicht poliert	0,06 ... 0,07	8	14	20 ... 50
Eisen unbearbeitet	0,74	8	14	20
Stahlguß	0,81	8	14	50
Eisen verrostet	0,69	8	14	20
Beton	0,92	8	14	20
Asphalt	0,69	8	14	20
Sand	0,56	1,8	2,7	20
Sand	0,82	3	5	20
Sand	0,93	8	14	20
Ziegel	0,93	8	14	20
Zement	0,54	8	14	20
Holz (Bretter)	0,96	8	14	20
grünes Laub	0,67	1,8	2,7	20
grünes Laub	0,90	3	5	20
grünes Laub	0,92	8	14	20
Eis	0,95	8	14	-10
Wasser	0,96	8	14	20
Schnee	0,85	8	14	-10
menschliche Haut	0,98	8	14	32
schwarze Kleidung	0,98	8	14	20
Gummi	0,96	6	20	20
Papier	0,97	6	20	20
Glas	0,97	5	8	20
Mattlack schwarz	0,98	4	9	20
Zink weiß	0,95	4	9	20

Abbildung 4: Verschiedene Emissionsgrade von bekannten Objekten (Schuster & Kolobrodow, 2000, S. 59)

Das Kirchhoff'sche Strahlungsgesetz $\epsilon(\lambda, T) = \alpha(\lambda, T)$ sagt nun aus, dass der Emissionsgrad gleich dem Absorptionsgrad ist. Auf dieser Basis kann man sich Gedanken machen, was mit dem eingestrahltten Licht auf einen realen Körper passiert:

Zu dem absorbierten Teil α kommt noch der reflektierte Teil ρ , der gestreute Extinktionsanteil e und der Transmissionsgrad τ hinzu. All diese Komponenten müssen sich schließlich zu 1 ergänzen (vgl. Glückert, 1992, S. 33):

$$\alpha + \rho + \tau + e = 1 \quad \rightarrow \quad \text{in guter Näherung } \alpha + \rho = \epsilon + \rho = 1$$

Im Allgemeinen hat man über die Oberflächen und Körper, die man zu messen intendiert, keine exakten Informationen über den Emissionsgrad, man kann jedoch Aussagen über generelle Tendenzen treffen (vgl. obige Tabelle und Glückert, 1992, S. 36-37):

- Metalle

Aufgrund des hohen Reflexionsvermögens, ergibt sich bei den meisten Metallen ein sehr niedriger Wert für das ϵ . Je glatter die Oberfläche ist, desto stärker tritt dieser Effekt auf.

- Nichtleiter, Isolatoren

Gegenstände wie Beton, Mauern, Holz und dergleichen haben einen Emissionsgrad der sehr nahe bei 1 liegt.

- Oberflächenrauigkeit

Umso rauer eine Oberfläche ist, desto höher ist der Emissionsgrad des Körpers.

Da man bei der Aufnahme einer Umgebung viele verschiedene Objekte aufnehmen will, führt es zu großen technischen Schwierigkeiten, wenn die verschiedenen Emissionsgrade nicht genau bekannt sind. Man könnte somit zwar die ankommende Strahlung messen, ein Temperaturabgleich über die Formel von Planck ist somit jedoch nur sehr ungenau möglich.

2.3) Die Infrarotkamera

2.3.1) Daten des für diese Arbeit verwendeten Modells – Flir i7 Wärmebildkamera

Auszug aus der Beschreibung des Gerätes:

„Ausstattung und Highlights:

- Infrarotauflösung 140 x 140 Pixel
- 19.600 Temperaturmesspunkte
- Temperaturbereich -20°C bis zu +250 °C
- Thermische Empfindlichkeit < 0,1°C
- Messgenauigkeit +/-2°C , +/-2%
- Messverfahren: Messpunkt, Rechteckbereich mit max./min. Temperaturen, Isotherme oberhalb/unterhalb des gewählten Temperaturintervalls
- Emissionsgrad individuell einstellbar von 0,1 bis 1,0 oder Auswahl aus Liste mit Materialien
- Reflektionsgrad automatisch, basiert auf Eingabe der reflektierten Temperatur
- 7,1 cm Farb – LCD Display“

(Flir-Infrarotkameras, 20.4.2013)



Abbildung 5: Verwendete Infrarotkamera (Flir-Infrarotkameras, 20.4.2013)

Dem ist hinzuzufügen, dass auf der Internetseite der Firma Flir hingewiesen wird, dass es sich beim Empfänger um ein Mikro-Bolometer handelt, der im Strahlungsbereich zwischen 7,5 µm und 13µm arbeitet.

2.3.2) Funktionsweise der Kamera

Das Mikrobolometer, das sich im verwendeten Gerät befindet dient in dieser Kamera als thermischer Detektor. Thermische Detektoren wandeln die einfallende Strahlung direkt in Wärme um. Glückert (1992, S. 44) betont dass solche Detektoren „eine möglichst kleine Masse haben müssen um bei Bestrahlung sehr schnell ihre neue Gleichgewichtstemperatur zu erreichen.“

In weiterer Folge wird die Erwärmung in ein digitales Signal übersetzt. Dies geschieht prinzipiell über zwei temperaturabhängige Widerstände, auch Thermistoren genannt. Je nach Temperatur haben diese Bauelemente unterschiedliche Widerstandswerte, weshalb als Bauelemente entweder NTC- oder PTC-Widerstände in Frage kommen. PTCs oder Kaltleiter sind Materialien die den Strom bei niedrigen Temperaturen besser leiten als bei hohen. NTCs werden auch als Heißleiter bezeichnet, deren Widerstand bei höheren Temperaturen niedriger ist; NTCs sind meist Halbleiter.

Um die Erwärmung zu messen verwendet man zwei baugleiche Thermistoren R_T in einer Brückenschaltung (vgl. Abb. 6).

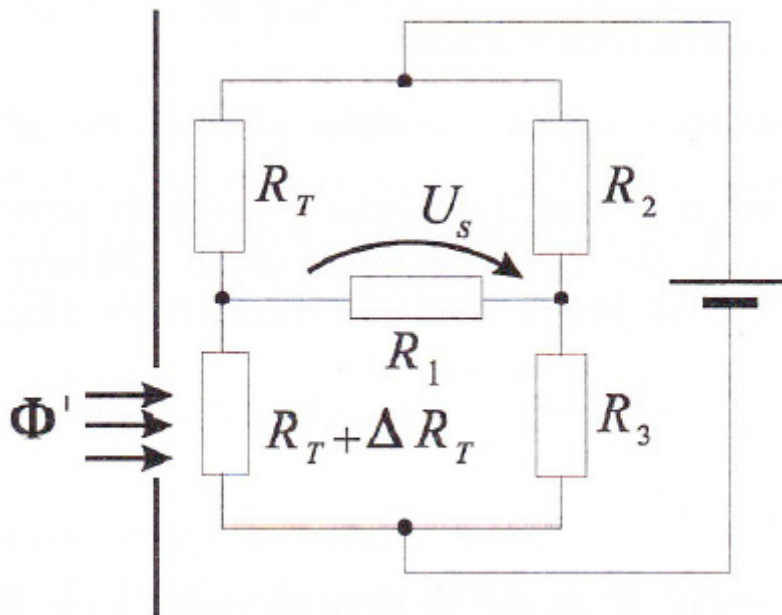


Abbildung 6 Funktionsprinzip eines Bolometers (Schuster & Kolobrodow, 2000, S. 154)

Wie aus obiger Abbildung ersichtlich dient ein Thermistor als Vergleichsobjekt zum zweiten Thermistor, der die Strahlung empfängt. Im Grundzustand, das heißt wenn keine Strahlung von außen empfangen wird, ist die Brückenschaltung abgeglichen. Trifft nun auf diesen Thermistor Strahlung auf, so ist die Brücke nicht mehr abgeglichen und es entsteht eine Potentialdifferenz zwischen den beiden Knoten. Anhand der entstehenden Spannung wird die Temperaturdifferenz errechnet.

Der Vorteil dieser Methode ist laut Schuster und Kolobrodov, dass es zu keiner Verfälschung der Ergebnisse kommt, wenn eine Erwärmung ohne Strahlung eintritt, da so der Vergleichsthermistor ebenfalls erwärmt wird und die Brücke abgeglichen bleibt. (Schuster & Kolobrodov, 2000, S. 154)

2.3.3) Darstellung der Probleme in Zusammenhang mit dem Emissionsgrad

Wie bereits in 2.3.1 beschrieben kann es zu falschen Temperaturanzeigen kommen, wenn sich die Emissionsgrade der verschiedenen Objekte auf dem Bild unterscheiden. Betrachtet man beispielsweise glattes Aluminium und rostiges Eisen bei gleicher Temperatur, so gelangt aufgrund des geringeren Emissionsgrades von Aluminium weniger Infrarotstrahlung zum Bolometer der IR-Kamera als vom Eisen. Da das Gerät die Emissionsgrade nicht bestimmen kann (und somit von einem gleichmäßigen ausgeht) errechnet es für das Eisen eine bedeutend höhere Temperatur. Eine realistische Temperaturanalyse kann somit nur gewährleistet werden, wenn die Emissionsgrade bekannt sind - zu diesem Zweck lässt sich der (vermutete) Emissionsgrad voreinstellen.

3) Fachdidaktische Grundlagen

Die folgenden Inhalte sind eine Zusammenfassung jener fachdidaktischen Grundlagen, die für meine Forschung auf dem Gebiet der Schülervorstellungen, welche sich beim Einsatz von Infrarotkameras zeigen, von Bedeutung sind. Die Untersuchung wurde mit Hilfe der Methode der Akzeptanzbefragung durchgeführt. Auf den nächsten Seiten befindet sich eine Zusammenfassung des momentanen Forschungsstandes zu diesem Thema.

Bevor ich detaillierter auf meine Untersuchungen, Ziele und Forschungsfragen eingehe, werde ich noch fachdidaktische Grundlagen zu den Themen Schülervorstellungen, insbesondere zur Wärmelehre, Konzeptwechselstrategien und Forschungsdesigns erläutern. Nachfolgend wird somit vor allem jener Wissensstand durchleuchtet, der im direkten Zusammenhang mit den Forschungsfragen steht.

3.1) Schülervorstellungen im Zusammenhang mit Infrarotstrahlung

3.1.1) Schülervorstellungen allgemein

Reinders Duit beschreibt in dem von ihm verfassten Kapitel des Buches „Physikdidaktik“ von Kircher, Girwitz und Häusler eines der Hauptprobleme von Schülerinnen und Schülern folgendermaßen:

„Wenn Schülerinnen und Schüler in den Sachunterricht oder in den Physikunterricht hinein kommen, so haben sie in der Regel bereits in vielfältigen Alltagserfahrungen tief verankerte Vorstellungen zu Begriffen, Phänomenen und Prinzipien entwickelt, um die es im Unterricht gehen soll. Die meisten dieser Vorstellungen stimmen mit den zu lernenden wissenschaftlichen Vorstellungen nicht überein. Hier liegt eine Ursache vieler Lernschwierigkeiten.“ (Duit, 2007, S. 605)

Hierbei ist zu erwähnen, dass die Begriffe Alltagserfahrungen, Vorerfahrungen, Schülervorstellungen, Präkonzepte in diversen Werken oft synonym verwendet werden. Unterscheidbar sind diese Begriffe nur durch Feinheiten, auf die hier nun nicht näher eingegangen wird, da sich jene Feinheiten teilweise auf unterschiedliche Theorien beziehen, diese jedoch für meine Forschung weitgehend unerheblich sind (vgl. Müller, Wodzinski, & Hopf, 2004). Gemein ist ihnen jedoch – und dies ist der eigentliche Punkt meiner Forschung – dass jeweils davon ausgegangen wird, dass Lernende ein gewisses Wissen zu den

verschiedenen physikalischen Themen in den Unterricht mitbringen und keine „leeren Blätter“ sind (vgl. Walter Jung, 1986, S. 2).

Es ist somit dringend notwendig sich dieser Präkonzepte bewusst zu werden um einen zielführenden Unterricht zu gewährleisten. Dies ist aber insbesondere deshalb eine Herausforderung, da sich die Schülervorstellungen als sehr stabil erweisen. Das Ausmaß dieser Stabilität wird z.B. in folgender Aussage von Rosalind Driver deutlich:

„It is often noticed that even after being taught, students have not modified their ideas in spite of attempts by a teacher to challenge them by offering counter evidence.“ (Driver, 1985, S. 3)

Diese Aussage wird in Rosalind Driver's Buch zudem von einigen Fallbeispielen untermauert und zeigt, wie stark ausgeprägt diese Schülervorstellungen sind und wie schwierig es ist diese Vorstellungen zu ändern (vgl. Driver, 1985). Dies zeigt wie sensibel man mit diesem Thema umgehen muss und wie dringend Forschungen zu jenen Themen von Bedeutung sind, deren Unterrichtsmöglichkeiten (z.B. durch neue Geräte wie Infrarotkameras) im Wandel begriffen sind.

Um auf dieses Thema vorbereitet zu sein und somit das Optimum für seinen Unterricht zu erreichen, gibt es somit im Zusammenhang mit Präkonzepten vieles zu berücksichtigen. Ziel sollte es sein die Chance zu erhöhen, dass Schülerinnen und Schüler angebotene – wissenschaftliche – Gegenvorstellungen akzeptieren. Besonders schwierig ist es hier als Lehrerin oder Lehrer stets richtig zu reagieren, da man sich der inneren Logik eines Präkonzeptes, aufgrund der eigenen wissenschaftlichen Sicht, oft nicht bewusst ist (vgl. Hopf, Schecker, & Wiesner, 2011, S. 34).

Eine wertvolle Zusammenfassung und Folgerungen zu den Präkonzepten bringt hier der „erste Hauptsatz“ von Reinders Duit über das Lernen von Physik:

„Jede Schülerin, jeder Schüler macht sich ihr bzw. sein eigenes Bild von allem, was im Unterricht präsentiert wird – was die Lehrkraft sagt oder an der Tafel schreibt, was bei einem Experiment zu beobachten ist, was auf einer Zeichnung zu sehen ist, usw.“ (Duit, 2010, S. 1)

In diesem Hauptsatz wird der direkte Zusammenhang mit der Lehrperson offengelegt. Die Handlungen der Lehrperson könnten Präkonzepte verstärken oder vermindern, je nachdem wie achtsam mit den Schülervorstellungen umgegangen wird. Dies wird auch von Duit's Aussage zu „Merkmale guten Physikunterrichts“ untermauert:

„[Guter Physikunterricht] Knüpft am Vorwissen, an Schülervorstellungen und Alltagserfahrungen an.“ (Duit & Wodzinski, 2010, S. 2)

Hopf, Schecker und Wiesner sprechen in diesem Zusammenhang von lehrbedingten Lernschwierigkeiten. Demnach kann mangelndes Betonen von bedeutenden Inhalten, die ungeeignete Wahl von Analogien, missverständliche Vereinfachungen oder aber auch die bloße Einschränkung auf ideale Modelle dazu führen, dass Schülervorstellungen gar gefestigt und somit Lernschwierigkeiten verstärkt werden (vgl. Hopf et al., 2011, S. 36-37). Will man somit einen gelungenen Unterricht erstellen, ist es dringend nötig die Vorerfahrungen zu verinnerlichen und diese in der eigenen Unterrichtsplanung zu berücksichtigen (vgl. Duit & Wodzinski, 2010, S. 3).

Nachdem nun dargestellt wurde, welche herausragende Bedeutung das Verständnis und die Analyse von Vorkenntnissen haben, folgt nun – beziehungsweise auf mein Projekt - der bisherige Forschungsstand zu Schülervorstellungen zur Wärmelehre und insbesondere zu Infrarotstrahlung.

3.1.2) Präkonzepte zur Wärmelehre und Infrarotstrahlung

Nachdem Wärmelehre und Infrarotstrahlung in einem engen Zusammenhang stehen (siehe fachliche Grundlagen) und Infrarotkameras eintreffende Strahlungsintensitäten in Temperaturwerte umrechnen, ist es notwendig, neben den Forschungsergebnissen zu Schülervorstellungen über Infrarotstrahlung, auch jene zur Wärmelehre und zur Strahlung allgemein zu berücksichtigen.

Anmerkung: Es folgt ein Auszug aus der einschlägigen fachdidaktischen Literatur. Es wurden hier bewusst jene Schülervorstellungen herausgenommen bzw. stark betont, die meiner Meinung nach im Forschungskontext zu erwarten waren.

3.1.2.1) Vorerfahrungen zur Wärmelehre

Der Begriff „Wärme“ führt bereits aus sprachlichen Gründen zu einigen Missverständnissen und somit zu Präkonzepten. Wärme wird im Alltag vielfältig verstanden, so wird als Wärme teilweise das obere Skalenende des Zimmerthermometers bezeichnet (vgl. Duit, 2007, S. 619). Andererseits steht Wärme für eine Art Energie und aus dem Begriff „erwärmen“ wird naiv schlussgefolgert, dass jene Energie nur von einem warmen zu einem kalten Medium fließt (vgl. Duit, 2007, S. 619). Viele der im Folgenden genannten Präkonzepte sind somit auf diese Unstimmigkeiten in der Alltagssprache zurückzuführen.

Die Wärmelehre bietet folglich viele Präkonzepte. Eine häufig auftretende Fehleinschätzung von Schülerinnen und Schülern ist es, dass aus Eigenschaften von Objekten direkt auf deren Temperatur geschlossen wird. Dadurch werden beispielsweise metallische Gegenstände als kälter deklariert als die Wolle eines Pullovers. Es kommt somit zur Interpretation, dass ein Pullover Wärme abgibt. Laut Duit ist dieses Präkonzept dermaßen tief verankert, dass selbst Demonstrationsexperimenten kein Glauben geschenkt wird (vgl. Duit, 2007, S. 607).

Diese von Duit angesprochene Schülervorstellung wird von Hopf mit der Existenz von Wärme- und Kältesubstanzen, die den Gegenständen zugesprochen werden, umschrieben (vgl. Hopf et al., 2011, S. 45).

Ein weiteres Problem, welches sich aus oben angesprochenen sprachlichen Ungenauigkeiten ergibt, ist, dass Wärme und Temperatur als gleich betrachtet werden (vgl. Duit, 1986, S. 30; Hopf et al., 2011, S. 45). Dies kann vor allem im Versprachlichen eines physikalischen Sachverhaltes zu Problemen führen.

Neben dem Präkonzept, dass der Temperaturangleich in Experimenten „oft asymmetrisch gesehen“ (Hopf et al., 2011, S. 45) wird, kann es zusätzlich zu weiteren Schülervorstellungen kommen, wenn im Unterricht das Teilchenkonzept betrachtet wird. In diesem Zusammenhang spricht Duit davon, dass hier häufig „eine Vorstellung von thermischer Interaktion“ (Duit, 2007, S. 621) fehlt. Die Schülerinnen und Schüler erkennen so, bei Abkühl- oder Erwärmungsvorgängen, die Wechselwirkung mit der Umgebung nicht. Ein Beispiel hierfür wäre das Unvermögen zu erkennen, dass ein heißer Herd Restwärme an die Umgebung abgibt und nicht „einfach kälter“ wird.

3.1.2.2) Präkonzepte zu Strahlung

In den letzten Jahren ergaben sich einige technische, gesellschaftliche und kulturelle Entwicklungen in Zusammenhang mit elektromagnetischer Strahlung. Diese Entwicklungen wirkte und wirkt sich auch auf den Alltag der Lernenden aus. Nachdem sich Schülervorstellungen aus Alltagserfahrungen ergeben, muss diesen Entwicklungen im Unterricht Rechnung getragen werden.

In der fachdidaktischen Forschung zu elektromagnetischer Strahlung besteht eine Vielfalt an Ergebnissen zum optischen Licht. Im Gegensatz dazu existieren vergleichsweise wenige Forschungsarbeiten zu unsichtbarer Strahlung (vgl. Libarkin, Asghar, Crockett, & Sadler, 2011, S. 1). Der Grund könnte meiner Meinung nach darin liegen, dass sichtbares Licht im Alltag weit präsenter ist als unsichtbare Strahlung.

In einer Studie von Neumann und Hopf, die methodisch mit der Analyse von Schülerzeichnungen arbeitete, wurden Schülerinnen und Schüler der vierten bis sechsten Schulstufe dazu aufgefordert Zeichnungen zum Thema „Strahlung“ anzufertigen. Hier zeigte sich, dass die Schülerinnen und Schüler hauptsächlich Bilder von der Sonne und anderen sichtbaren Strahlungsquellen zeichneten. Seltener wurden Handys, Bildschirme und Szenen im Zusammenhang mit Radioaktivität gezeichnet (vgl. Neumann & Hopf, 2011, S. 165).

Durch eine Interviewstudie mit Schülerinnen und Schülern der neunten Schulstufe konnten zudem weitere Präkonzepte offengelegt werden. So kommt es oft zu der Fehlvorstellung, dass Strahlung nicht natürlich ist und elektrische Geräte stets gefährliche Strahlung aussenden (vgl. Neumann & Hopf, 2012b, S. 829).

In selbigem Artikel wird zudem ein Präkonzept beschrieben das stark befremdlich und unglaublich klingt: „Radiation is emitted by living creatures and helps us detect feelings.“ (Neumann & Hopf, 2012b, S. 830). Dies lässt sich aber bei eingehender Betrachtung eventuell darauf zurückführen, dass man im Alltag auch davon spricht, dass „jemand strahlt“, wenn es ihm offensichtlich gut geht.

Eine weitere Untersuchung setzte es sich zum Ziel die Auswirkungen des Reaktorunfalls in Fukushima zu betrachten. Die Quintessenz dieser Forschung ist, dass Schülerinnen und Schüler nach dem Reaktorunfall vermehrt ionisierende Strahlung mit dem Begriff „Strahlung“ verbinden (vgl. Neumann & Hopf, 2012a). Hier sieht man somit den

Zusammenhang zwischen Gesellschaft, Medien und den Alltagsvorstellungen der Schülerinnen und Schüler. Dies lässt den Schluss zu, dass fachdidaktische Forschung stets auf dem neuesten Stand gehalten werden muss um sich an die wechselnden Alltagserfahrungen anzupassen.

3.1.2.3) Vorerfahrungen zur Infrarotstrahlung

Forschungen auf dem Gebiet von Infrarotstrahlung sind, wie oben bereits erwähnt, sehr rar gesät. Obwohl die sichtbare Strahlung (Licht) Beachtung in vielen Zusammenfassungen und Gesamtwerken zu Schülervorstellungen findet, kann man die Ergebnisse dazu nur bedingt auf unsichtbare Strahlungsarten wie die Infrarotstrahlung übertragen.

Eine Möglichkeit, warum die Erkenntnisse nicht achtlos übertragen werden können, könnte darin liegen, dass sich viele Schülerinnen und Schüler nicht bewusst sind, dass sichtbare Strahlung existiert und dass das sichtbare Licht eine solche Strahlungsform ist (vgl. Neumann & Hopf, 2012b, S. 5). Nachdem sich die Schülerinnen und Schüler nicht bewusst sind, dass Licht mit unsichtbarer Strahlung im Zusammenhang steht, kann man unter der Annahme, dass Präkonzepte stets von Alltagserfahrungen ausgehen, folgern, dass auch die Schülervorstellungen zu den Themen differieren.

Andererseits sehe ich als zweiten Grund für die begrenzte Übertragbarkeit des Forschungsstandes, dass Schülerinnen und Schüler weniger Alltagserfahrungen zur unsichtbaren als zur sichtbaren Strahlung haben. Sie können bei Infrarotstrahlung selbst weniger Entdeckungen machen und selbstständig lernen, als sie es bei sichtbarem Licht könnten. Gerade dadurch könnte jedoch, meiner Meinung nach, ein Vorteil entstehen, da etwaige Präkonzepte nicht so tief verwurzelt sein könnten.

In der oben genannten Studie von Neumann und Hopf wird auch darauf hingewiesen, dass die meisten Schülerinnen und Schüler den Begriff Infrarotstrahlung von der Datenübertragung der Mobiltelefone kennen. Inwieweit dies nun zu einer Vermischung von Infrarotstrahlung und der elektromagnetischen Strahlung der Mobiltelefone selbst führt, ist nicht weiter ausgeführt.

Generell ist es ohnehin schwierig von Präkonzepten zur Infrarotstrahlung zu sprechen, wenn man die Interviewstudie von Libarkin betrachtet. In dieser Studie wurden, um die Forschung

im Bereich des unsichtbaren Lichts voranzutreiben, Schülerinnen und Schüler sowie Lehrerinnen und Lehrer zur Ultraviolett- und zur Infrarotstrahlung befragt.

Um zu verdeutlichen, wie wenige Studien es zu Infrarotstrahlung gibt, kann man die Aussage von Libarkin zu bisherigen Forschungsergebnissen heranziehen: „Only a few studies addressing conceptual understanding of UV and no studies of IR have been published“ (Libarkin et al., 2011, S. 1). Hierzu ist zu erwähnen, dass es sich hierbei um ein amerikanisches Paper handelt, deren Untersuchungen erst 2011 veröffentlicht wurden – bereits 2001 wurden die Inhalte des Artikels in einer Konferenz vorgestellt. Man kann demnach annehmen, dass die Untersuchungen bereits vor 2002 stattgefunden haben (vgl. Asghar, Libarkin, & Crockett, 2001).

Aufgrund der Zeitspanne zwischen den Untersuchungen von Neumann und Hopf einerseits und Asghar, Libarkin und Crockett andererseits kommt es vermutlich zu Abweichungen in deren Ergebnissen. Bei Neumann und Hopf wird davon gesprochen, dass über 90% der befragten Probanden angaben, dass sie schon von Infrarotstrahlung gehört hätten (vgl. Neumann & Hopf, 2012b, S. 5), bei Libarkin liest man jedoch folgendes: „In initial Conversations with students, we found that few had heard of infrared radiation.“ (Libarkin et al., 2011, S. 7).

Die Schulstufen der beiden Studien unterscheiden sich nicht gravierend: Neumann und Hopf untersuchten Probanden der neunten Schulstufe, Libarkin befragte Schülerinnen und Schüler der sechsten bis zwölften Schulstufe. Dadurch kann man annehmen, dass das Aufkommen der Handytechnologie der Infrarot-Datenübertragung zu dieser Veränderung unter den Schülerinnen und Schülern geführt hat. Man sieht hier deutlich den starken Einfluss von technischen Errungenschaften auf das Alltagsleben und die Vorerfahrungen der Lernenden.

Das Überraschende an Libarkins Studie ist, dass teilweise sogar Lehrerinnen und Lehrer Schwierigkeiten damit hatten den Zusammenhang zwischen Ultraviolettstrahlung, Infrarotstrahlung und dem sichtbaren Licht herzustellen.

Ein Punkt, den ich später aufgreifen möchte, ist eine Schülervorstellung, die in der Studie von Neumann und Hopf kurz angeschnitten wurde. Auf die Aufforderung zur Aussage: „Every object emits radiation“ Stellung zu beziehen, reagierte nur etwa ein Viertel mit Zustimmung,

wobei auch nur eine Person von 50 den physikalischen Hintergrund erklären konnte (vgl. Neumann & Hopf, 2012b, S. 6).

Man sieht somit den großen Forschungsbedarf zu Schülervorstellungen bezüglich Infrarotstrahlung. Gerade durch Entwicklungen wie ein Infrarotthermometer oder eine Infrarotkamera ergeben sich viele Chancen und Anwendungen, deren Einsatzbereich wissenschaftlich überprüft werden muss. Diese Erkenntnis führte zu einigen wenigen Untersuchungen zur Didaktik des Einsatzes einer Infrarotkamera.

3.1.2.4) Schülervorstellungen und Ergebnisse zur Infrarotkamera

Nachdem die Technik der Infrarotkameras nach und nach verbessert wurde und dadurch kleinere Geräte gebaut werden konnten, wurde schon 2001 von Vollmer, Mollmann, Pinno, and Karstadt (2001) ein Paper veröffentlicht, in dem potentielle Anwendungen der Kameras im Unterricht vorgestellt wurden. In dieselbe Richtung argumentieren auch Xie and Hazzard (2011), welche auch auf die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten von Infrarotkameras hinwiesen und einige Beispielexperimente präsentierten. Wenngleich in diesen Artikeln eine Vielzahl an potentiellen Anwendungsmöglichkeiten präsentiert wurde, stellt sich jedoch die Frage nach der Anwendbarkeit im Unterricht und der Probleme, die sich bei der Implementierung im Unterricht ergeben.

Eine Studie von Schönborn, Haglund und Xie untersuchte schließlich, inwieweit Schülerinnen und Schüler der siebenten Schulstufe ein besseres Verständnis von Wärmeleitung und Wärmephänomenen allgemein entwickeln, wenn man diesen Schülerinnen und Schülern eine Infrarotkamera zum selbstständigen Entdecken zur Verfügung stellt (vgl. Schönborn, Haglund, & Xie, 2012).

In dieser Untersuchung wurden den Schülerinnen und Schülern vor und nach dem Experiment mit den Kameras Fragen zur Thermodynamik und Wärmelehre gestellt. Sowohl der Prä- als auch der Posttest ergaben Präkonzepte, die mit der gängigen Literatur übereinstimmten. In diesem speziellen Fall ergab es sich zudem, dass nach den eigenständigen Experimenten mit den Kameras weniger Fragen richtig beantwortet wurden als im Vorhinein (vgl. Schönborn et al., 2012, S. 11). Dies zeigt einerseits wiederum die Robustheit von Schülervorstellungen und andererseits wie bedeutend eine Studie wäre, die

sich damit auseinandersetzt, wie eine Infrarotkamera eingesetzt werden muss bzw. welche Probleme sich ergeben:

„This study provides some evidence to suggest that discovery learning on its own may not always be enough to induce conceptual change of abstract science concepts. Our study shows that introducing innovative technology in form of IR cameras alone is not sufficient for learning aspects of heat.“(Schönborn et al., 2012, S. 22)

Zusammenfassend ist somit zu sagen, dass noch kaum fachdidaktisch auf dem Gebiet der Infrarotkameras geforscht wurde. Zudem ist noch unklar welche Probleme sich beim Einsatz von Infrarotkameras ergeben und wie ein solches Gerät am besten eingesetzt werden sollte, um einen optimalen Übergang von der Alltagsvorstellung zur wissenschaftlichen Vorstellung zu verschiedenen Themen zu erreichen.

Für diesen Übergang, der als Konzeptwechsel bzw. als Conceptual Change bezeichnet wird, gibt es verschiedene Ansätze und Theorien.

3.2) Konzeptwechsel und Konzeptwechselstrategien

3.2.1) Konzeptwechsel allgemein

„Der Unterricht muss also an den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler anknüpfen und ihre Eigenaktivität fordern und fördern. Er muss darüber hinaus für die wissenschaftliche Sicht werben, d.h. die Schülerinnen und Schüler davon überzeugen, dass diese Sicht fruchtbare neue interessante Einsichten bietet.“ (Duit, 2010, S. 1)

Aus obiger Aussage geht hervor, wie tiefgreifend der Unterricht geplant werden muss. Um Schülerinnen und Schüler von ihren eigenen Vorstellungen zu wissenschaftlichen Vorstellungen zu führen, sind viele kleine Schritte erforderlich. So muss zuerst der psychologische Aspekt des Lernens betrachtet werden. Lernen ist kein passives Geschehen, sondern kann nur stattfinden, wenn die Lernenden ihr Wissen selbst konstruieren. Diese Konstruktion sollte zudem auf wissenschaftlichem Fundament gebaut sein.

Diese Herausforderung wirkt zunächst simpel, jedoch ist das Anbieten der wissenschaftlichen Sicht meist nicht ausreichend, Teile der ursprünglichen Schülervorstellung bleiben meist erhalten (vgl. Duit, Treagust, & Widodo, 2008, S. 3).

Der Grund für obiges Phänomen könnte in der Komplexität von Schülervorstellungen liegen, deren Änderungen ein Einschreiten auf mehreren Ebenen erfordert. Duit weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass ein Konzeptwechsel und somit eine dahingehende Strategie, immer auf mehreren Ebenen ansetzen kann:

- Eine Ebene ist die der Begriffe und Prinzipien der Physik, also jener Teil der bei falschen Vorstellungen, vermeintlich primär, gewandelt werden muss.
- Zudem muss die Ebene der Vorstellungen über die Physik und deren Denk- und Arbeitsweisen unterstützt werden. Ein Beispiel hierfür wäre, dass Schülerinnen und Schüler die Rolle eines Modells verstehen müssen, bevor das Teilchenmodell zur Gänze verstanden werden kann.
- Als dritte Ebene gibt Duit die Vorstellung des Lernenden über den jeweiligen Lernprozess an, denn nur mit einer vernünftigen Vorstellung vom Lernen allgemein lässt sich etwas konstruktivistisch erforschen.

(vgl. Duit, 2010, S. 3; Treagust & Duit, 2008, S. 300-303)

Um nun fruchtbaren Unterricht zu gewährleisten, müssen somit sämtliche dieser Ebenen angesprochen und ausgebaut werden. Ebenso könnten gute und durchdachte Bemühungen fehlschlagen, falls eine Ebene nicht ausreichend angesprochen wird.

Um eine Entwicklung in sämtlichen essentiellen Punkten zu erreichen und voranzutreiben, wurden verschiedenste Strategien entwickelt. Im Jahre 1982 wurden so von Posner, Strike, Hewson und Gerzog in einigen Untersuchungen vier wesentliche Bestandteile für einen erfolgreichen Konzeptwechsel aufgestellt:

- Die Lernenden müssen mit ihren vorhandenen Vorstellungen unzufrieden sein
- Die neue Vorstellung muss verständlich sein
- Sie muss nachvollziehbar sein
- Sie muss in neuen Situationen fruchtbar sein

In den letzten Jahren hat sich nicht klar herausgestellt, ob nun eine direkte Konfliktsituation, wie von Posner gefordert, oder ein anderer, sanfterer Zugang erfolgreicher ist. Duit

untermauert dies mit einigen Studien von Harlen (1999) und Vosniadou and Ioannides (1998):

„There is no evidence about the effectiveness of one strategy over the other“ und „the conceptual change approaches as developed in the 1980s and early 1990s put too much emphasis on sudden insights facilitated by cognitive conflict.“ (Duit et al., 2008, S. 10-11)

3.2.2) Konzeptwechselstrategien

Aus oben erwähnten Gründen sind viele verschiedene Herangehensweisen an Schülervorstellungen erforscht, die zu unterschiedlichen Anteilen auf einen kognitiven Konflikt abzielen.

In Anlehnung an meine vorherige Argumentation lassen sich die Strategien grundlegend in zwei Gruppen unterteilen: Das sind einerseits jene Konzeptwechselstrategien, die bewusst den kognitiven Konflikt herausfordern und andererseits jene Konzepte, die einen fließenderen Übergang zwischen Vorstellung und wissenschaftlicher Sicht anstreben.

Zur ersten Gruppe zählt die Konfrontationsstrategie. Hier wird den Schülervorstellungen beispielsweise ein Experiment gegenübergestellt, das die Vorstellungen widerlegt. Wie eingangs erwähnt führt diese Strategie laut Duit, Treagust und Widodo häufig nicht zu dem gewünschten Ergebnis (vgl. Duit et al., 2008; Duit, 2010, S. 4).

Zur zweiten Gruppe zählen die Anknüpfungs- und die Umdeutungsstrategie. Bei der Anknüpfungsstrategie werden jene Alltagsvorstellungen aufgegriffen, die nicht im Widerspruch zur wissenschaftlichen Sichtweise stehen. Zu diesen Vorstellungen wird dann sukzessive wissenschaftlich fundiertes Wissen hinzugefügt.

Bei der Umdeutungsstrategie wird versucht die falschen Vorstellungen durch Uminterpretationen mit der physikalisch richtigen Sicht in Einklang zu bringen. Duit nennt hier als Beispiel die Schülervorstellung zum elektrischen Stromkreis, insbesondere das Präkonzept, dass Strom im Gerät verbraucht wird:

„Hier kann man versuchen, diese Vorstellung umzudeuten. Man erklärt den Lernenden, dass sie etwas Richtiges meinen, dass man dies in der Physik nämlich anders nennt, nämlich „Verbrauch“ (genauer: Umwandlung) von Energie.“ (Duit, 2010, S.3)

Welche dieser Strategien nun am erfolgreichsten ist, ist individuell unterschiedlich und hängt unter Umständen von vielen Faktoren ab. So kommt es darauf an, wie stark ein Präkonzept bei den Lernenden verwurzelt ist, aber auch wie viel Kontakt die Schülerinnen und Schüler generell mit einem Thema im Alltag hatten.

Abschließend ist zu sagen, dass zwar sehr viel auf diesem Gebiet geforscht wird, aber die Akzeptanz und die Umsetzung unter den Lehrpersonen bezüglich dieser Forschungen noch sehr schwach ausgeprägt sind.

In diesem Zusammenhang wurde 2001 in Deutschland eine Studie durchgeführt. In dieser Studie wurde untersucht wie Unterricht in Deutschland stattfindet. Dazu wurden 14 Lehrerinnen und Lehrer in insgesamt 90 Unterrichtsstunden gefilmt. Die Unterrichtseinheiten befassten sich jeweils mit den Themen Stromkreis und Kräfte. Zum Filmmaterial kamen Interviews mit den Lehrkräften und den Schülerinnen und Schüler hinzu (vgl. Duit & Treagust, 2003, S. 682-683). Das Problem zeigt sich bei dieser Untersuchung darin, dass einige Lehrerinnen und Lehrer, laut dieser Videostudie, die Präkonzepte der Lernenden nicht kannten bzw. diese nicht in ihrem Unterricht berücksichtigen:

„It is particularly remarkable that most of the teachers are not even familiar with the kind of students' pre-instructional conceptions that have to be taken into account when the concepts of the electric circuit and force are introduced. Their views about dealing with pre-instructional conceptions are not informed by conceptual change ideas. Some teachers are aware that students' pre-instructional conceptions have to be taken into consideration but usually they do not explicitly see them as 'goggles' that guide observation and interpretation if everything presented in class by the teacher or the textbook.“ (Duit & Treagust, 2003, S. 682-683)

In Anbetracht all dieser Informationen ist es notwendig die Forschung voranzutreiben und öffentlichkeitswirksamer zu verbreiten. Zudem ist es nötig, über ein Forschungsgebiet erste Informationen einzuholen, bevor man Konzeptwechselstrategien an Schülern und Schülerinnen erprobt. Vor allem sollten Vorkenntnisse zum Themengebiet, zumindest grob im Überblick, eruiert werden, um sich gezielter für eine der Methoden entscheiden und eher ungeeignete schon im Vorhinein ausschließen zu können.

Aus diesem Grund folgt, nach einem Kapitel über Forschungsmethoden, die Vorstellung meiner Forschungsfragen und anschließend die Herangehensweise an die Beantwortung dieser Fragen. Im Zentrum steht aus obiger Begründung zuerst eine Vorstudie. Das Ziel hierbei war es, den Wissensstand über Infrarotkameras und die Reaktion auf deren Bilder festzustellen.

4) Forschungsmethodische Grundlagen – die Akzeptanzbefragung

In der fachdidaktischen Forschung werden zwei grundlegende Forschungsmethoden unterschieden: Einerseits die qualitative und andererseits die quantitative Forschung. Generell differieren diese beiden Forschungsvarianten in der Art des zu verarbeiteten Datenmaterials. Bei der quantitativen Forschung wird vermehrt auf Fragebögen und eine große Personenzahl Wert gelegt, die Auswertung erfolgt dann zumeist mit statistischen Kennzahlen. Dem gegenüber steht die qualitative Forschung, bei der Verbalisierungen auf weiter gefasste Fragen gefordert werden. Man gibt somit den Probanden die Möglichkeit Antworten selbst zu formulieren und etwaige Ungereimtheiten im weiteren Verlauf zu beseitigen. Die Auswertung des – zumeist reichhaltigen - Datenmaterials erfolgt schließlich interpretativ (vgl. Bortz & Döring, 1995 S. 271-272).

Ein häufiges Methodenwerkzeug der qualitativen Forschung ist das offene Interview. Hier werden Probanden zu diversen Sachverhalten befragt. Die Befragten haben so die Möglichkeit ihre Antworten selbst zu artikulieren und die Interviewer können bei interessanten Einstellungen und Aussagen nachfragen und somit die Aussagekraft des Datenmaterials erhöhen. Es gibt generell viele verschiedene Ausprägungen von qualitativen Forschungsmethoden, eine davon ist die Methode der Akzeptanzbefragung, auf die ich nun genauer eingehen möchte.

Im folgenden Abschnitt werde ich stets den Begriff „Akzeptanzbefragung“, der sich in der deutschen Literatur für die Methode etabliert hat, verwenden. In der englischsprachlichen Literatur ist die Methode unter „teaching experiments“ bekannt.

Das Ziel dieser Methode fassen Wiesner und Wodzinski folgendermaßen zusammen:

„Untersuchungen nach der Methode der Akzeptanzbefragung haben zum Ziel, Schwierigkeiten beim Lernen grundlegender physikalischer Inhaltsbereiche zu erkennen und die Lernverläufe von Schülerinnen und Schülern besser zu verstehen. Sie schaffen die Grundlage für die Entwicklung von Unterrichtskonzepten, mit denen die Lernschwierigkeiten verringert werden können und die Akzeptanz der physikalischen Sicht unterstützt wird.“ (Wiesner & Wodzinski, 1996, S. 150)

Man kann hier die Begriffserklärung herauslesen: Die Akzeptanzbefragung soll somit untersuchen, inwieweit neue Lernwege und Lernangebote von den Schülerinnen und Schülern wahrgenommen und aufgenommen werden.

Eine häufige Vorgehensweise bei Akzeptanzbefragungen sind Durchführungen von Einzelgesprächen, bei denen den Lernenden Erklärungsangebote unterbreitet werden. Im Anschluss wird beobachtet, wie diese Angebote aufgenommen werden. Aus den Beobachtungen kann man nun schlussfolgern, welche Aspekte auf besondere Lern- und Verständnisschwierigkeiten stoßen (vgl. Wiesner & Wodzinski, 1996, S.250).

Abgrenzung zu herkömmlichen Interviewformen

Prinzipiell scheint die Methode der Akzeptanzbefragung nur wenig von qualitativen Interviews zu differieren. Wiesner und Wodzinski beschreiben jedoch ein Problem von klassischen Interviews, welches mit Akzeptanzbefragungen aufgelöst werden soll:

„Häufig bleibt dabei offen, ob ein Rückgriff auf ein klares, dominantes Muster erfolgte oder ob erst unter dem Fragedruck plausible Vorstellungen erzeugt werden.“
(Wiesner & Wodzinski, 1996, S. 252)

Um dies zu ermöglichen, werden bei Akzeptanzbefragungen zumeist mehrere Sitzungen mit demselben Probanden abgehalten, beziehungsweise immer wieder bereits Besprochenes rückgefragt. Komorek und Duit sprechen hier von mehreren Durchläufen, die ausgeführt werden.

Der in der englischsprachlichen Literatur namensgebende Unterschied ist der Unterrichtscharakter der Interviews. Das bedeutet, dass der Interviewer in dieser Methode sowohl Interviewer als auch Lehrerin beziehungsweise Lehrer darstellt. Als Interviewer müssen die Schülervorstellungen gefunden und interpretiert werden, als Lehrerin oder Lehrer muss die korrekte Antwort und Reaktion auf diese gewährleistet werden (vgl. Komorek & Duit, 2004, S.623).

Das Befragungsschema gestaltet sich laut Jung, Wiesner und Blumör (1988) in groben Zügen folgendermaßen:

- Der Interviewer gibt mündlich eine Erklärung mit Erläuterungen und Beispielen
- Der Befragte wird aufgefordert, die Erklärungen zu bewerten
- Der Befragte wird aufgefordert, die Erklärung in seinen eigenen Worten zu wiederholen
- Der Befragte wird aufgefordert, die Erklärung auf ein konkretes Beispiel anzuwenden
- Teilkomplexe werden detaillierter bewertet, diskutiert, durch neue Informationen angereichert und erneut bewertet und diskutiert
- Abschließend wird der Befragte aufgefordert, die Erklärung auf ein neues Beispiel anzuwenden

(Jung, Wiesner und Blumör (1988) zitiert nach Wiesner & Wodzinski, 1996, S. 256)

Man kann also anhand der Vorgehensweise die Akzeptanzbefragung von einem klassischen Interview abgrenzen. Es ist ersichtlich, dass hier nicht nur Schülervorstellungen abgefragt, sondern damit auch direkte Auswirkungen von neuem Material und Medien direkt erörtert oder zumindest interpretiert werden können.

5) Vorstellung der Forschungsfragen

- a) Mit welchen Vorkenntnissen über IR-Kameras und deren Bilder kann bei Jugendlichen gerechnet werden?
- b) Welche Schülervorstellungen zur (Infrarot)strahlung sind festzustellen?
- c) Welche Lernschwierigkeiten können beim Einsatz einer Infrarotbildkamera gefunden werden?

Bei diesen Forschungsfragen bezieht sich die Frage (a) hauptsächlich auf die Untersuchung der Erfahrungen mit Infrarotkameras und deren Bildern. Da auf Vorkenntnisse und Alltagserfahrungen mit Infrarotkameras und deren Funktion einzugehen ist, wenn man diese zielgerichtet im Unterricht einsetzen will, ist es folglich von Bedeutung wie dieses Vorwissen ausgeprägt ist. Des Weiteren werden zu dieser Frage die Schülervorstellungen zur Infrarotkamera im Allgemeinen behandelt. Dies geschieht vor allem durch Feststellen des Kenntnisstandes über die Funktion einer solchen Kamera. Dies kann bedeuten, dass die Schülerin oder der Schüler das erste Mal mit dieser Technologie konfrontiert wird und sich somit spontan ein Erklärungsmodell überlegen soll.

Die zweite Forschungsfrage (b) soll einen Einblick in die Präkonzepte zum Thema IR-Strahlung geben. Das Hauptaugenmerk liegt hier im Abgleich der gefundenen Präkonzepte mit der in der Literatur bereits dokumentierten. Hier ist vor allem interessant, welche Präkonzepte der Wärmelehre und welche Schülervorstellungen gegenüber Strahlung entdeckt werden.

Abschließend werden, bei Forschungsfrage (c), noch die speziellen Probleme durchleuchtet, die Schülerinnen und Schüler bei der Interpretation von Bildern einer Infrarotkamera haben. Ziel davon ist es, dass Lehrerinnen und Lehrer eine grobe Richtlinie erhalten, wie sie eine Infrarotkamera einsetzen könnten und worauf sie besonders achten sollten.

Sämtliche Fragen beschäftigen sich somit mit den spontanen Assoziationen der Schülerinnen und Schüler auf neue Inputs, wie Infrarotstrahlung, Infrarotkameras und Infrarotaufnahmen. Es ist in diesem Hinblick durchaus eine Überschneidung mit Erkenntnissen der Literatur zu erwarten. Durch den direkten Bezug und die unmittelbare Konfrontation mit Infrarotkameras und -bildern sind jedoch neue Ergebnisse, die die bisherige Literatur erweitern können, zu erwarten.

6) Forschungsdesign – Grobzüge und Legitimation

Um meine Forschungsfragen beantworten zu können, entschloss ich mich dazu Interviews durchzuführen. Diese Interviews können als Mischung zwischen herkömmlichen offenen Leitfrageninterviews und Akzeptanzbefragungen gesehen werden. Als Charakteristiken der Akzeptanzbefragung flossen die Wiederholung der Erklärungsaufforderung zur Funktion der Infrarotkamera und der Unterrichtscharakter des Interviews ein.

Für die Hauptstudie wurden insgesamt acht Personen interviewt. Diese acht Personen setzten sich aus sechs Maturanten und Maturantinnen und zwei Schülern der Unterstufe zusammen. Die Dauer der Interviews betrug zwischen 10 und 20 Minuten.

Zur Dokumentation der Interviews wurde, um möglichst aussagekräftige Daten aufzunehmen, eine Videokamera verwendet.

Hinsichtlich des Umgangs mit Schülervorstellungen, insbesondere derjenigen zum Begriff Wärme, entschied ich mich gegen den Einsatz der Konfrontationsstrategie und für die Verwendung der Anknüpfungsstrategie. Die Gründe dazu sind im nächsten Kapitel näher ausgeführt.

Nachfolgend erläutere ich nun, warum die Wahl auf obiges Forschungsdesign fiel. Die Gründe ergaben sich aus meiner Vorstudie, deren Ergebnisse im Kapitel 7 genauer dargelegt werden.

6.1) Erläuterung zur Wahl der Methoden

6.1.1) Legitimation des qualitativen Zugangs

Während der gesamten Forschungszeit, somit auch während zweier Vorstudien, wurden qualitative Forschungsmethoden verwendet.

Der Vorteil dieser Art der Befragung liegt darin (wie bereits in Abschnitt 4 angesprochen), dass man vom Lernenden auch Begründungen und Erläuterungen zu diversen Aussagen eruieren kann. Zudem kann eingeschritten werden falls Fragen falsch verstanden oder ungenau gelesen werden (vgl. Bortz & Döring, 1995, S. 272).

Da der Einsatz einer Infrarotkamera im Unterricht eine Neuigkeit darstellt und somit mit wenigen Vorkenntnissen seitens der Schülerinnen und Schüler zu rechnen ist, erschien mir

ein qualitativer Zugang am sinnvollsten. Ich vermutete, dass der Mangel an Vorerfahrung bei den Probanden zu unterschiedlich ausgeprägten Fehlinterpretationen führt. Um die Tiefe dieser Fehlinterpretationen zu ermitteln und die Frage zu beantworten, auf welchen Präkonzepten diese beruhen, bedarf es einer eingehenden Befragung der Schülerin oder des Schülers. Diese detaillierte Vorgehensweise deckt sich mit den Grundprinzipien der qualitativen Forschung.

Da kaum Vorstudien zu diesem Thema existieren, ist es zudem schwierig eine quantitative Untersuchung durchzuführen. Diese Art von Forschung erfordert einen standardisierten Untersuchungsvorgang, der ohne grundlegende Kenntnis von Schülervorstellungen schwer zu erstellen ist, da man keine klaren Ansatzpunkte wählen kann.

Um den Zusammenhang zwischen Präkonzepten der Wärmelehre und dem Begriff Strahlung mit Präkonzepten der Infrarotkamera in Zusammenhang bringen zu können ist eine eingehende Besprechung dieser Punkte notwendig. Durch eine solche Analyse könnte man auf Folgeprobleme schließen, die sich auf das Verständnis der Infrarotkamera auswirken. Aufgrund der großen Zahl an Schülervorstellungen ist somit eine eingehende Besprechung des Themas wichtig, um die Interpretationsmöglichkeiten hinsichtlich dieses Punktes zu vergrößern.

Zusätzlich kann man durch ein qualitatives Interview auch Reaktionen und Gefühlslagen einer Frage gegenüber feststellen, was zusätzliche Interpretationsmöglichkeiten liefert. Dies kann zu weiteren Erkenntnissen und Rückschlüssen führen.

Generell lassen sich obige Argumente, in Anlehnung an Bortz und Döring, folgendermaßen zusammenfassen:

„Dieses qualitative Material scheint reichhaltiger zu sein; es enthält viel mehr Details als in Messwert.“ (Bortz & Döring, 1995, p. S. 272)

Um die Interviews besser strukturieren zu können, erstellte ich einen Interviewleitfaden. Der Vorteil liegt hier einerseits in der besseren Bearbeitbarkeit der Ergebnisse. Durch die Grobstruktur werden keine Fragen ausgelassen und somit haben alle Interviews eine ähnliche innere Struktur – dies erleichtert das Bearbeiten.

Andererseits bleibt genügend Spielraum, um etwaige Fragen und Themen des Interviewten miteinzubeziehen (vgl. Bortz & Döring, 1995 S. 289).

6.1.2) Legitimation der Akzeptanzbefragung

Zur Erläuterung, warum Teile des Interviews mit Aspekten der Akzeptanzbefragung durchgeführt wurden, bemühe ich nochmals die Aussage von Wiesner und Wodzinski:

„Untersuchungen nach der Methode der Akzeptanzbefragung haben zum Ziel, Schwierigkeiten beim Lernen grundlegender physikalischer Inhaltsbereiche zu erkennen und die Lernverläufe von Schülerinnen und Schülern besser zu verstehen. Sie schaffen die Grundlage für die Entwicklung von Unterrichtskonzepten mit denen die Lernschwierigkeiten verringert werden können und die Akzeptanz der physikalischen Sicht unterstützt wird.“ (Wiesner & Wodzinski, 1996, S. 150)

Da ich in meiner Studie untersuchen wollte, inwieweit der Einsatz einer Infrarotkamera für den Unterricht geeignet ist und welche Probleme sich ergeben, eignet sich somit diese Methode sehr gut um etwaige Missverständnisse zu eruieren und das generelle Potential einer Infrarotkamera zu ermitteln. Es sollte außerdem untersucht werden, inwieweit neue Erklärungszugänge, die sich durch den Einsatz einer Infrarotkamera ergeben, akzeptiert werden und inwieweit aber auch falsche Vorstellungen geweckt werden. Dahingehend betrachte ich neben der Methode des halb-strukturierten Interviews die Akzeptanzbefragung als passendes Werkzeug für meine Untersuchungen.

Ich ging davon aus, dass man bei Untersuchungen zu Schülervorstellungen durchaus mit unterschiedlichen Erwartungen und Voraussetzungen von Schülerseite rechnen muss. Dies muss nun auch bei der zu wählenden Methode berücksichtigt werden. Bei meinen Vorstudien (Siehe Kapitel 7) ergaben sich eben solche Erkenntnisse: Die Infrarotkamera wurde immer unterschiedlich wahrgenommen und deren Bilder wurden unterschiedlich interpretiert.

Es ist ein hohes Maß an Flexibilität erforderlich und je nach Vorkenntnissen ist die Infrarotkamera anders zu präsentieren und einzuführen. Außerdem verläuft aufgrund unterschiedlicher Schülervorstellungen eine Befragung stets in unterschiedliche Richtungen. Diese Flexibilität kann ein quantitativer Fragebogen nicht aufbringen und würde mir einen tieferen Einblick in Lehr- und Lernvorgänge verwehren.

Durch die Wahl der qualitativen Methode der Akzeptanzbefragung war es mir auch jederzeit möglich, missverständliche Aussagen zu hinterfragen und somit detaillierter und zielführender arbeiten zu können.

Ein weiterer Grund warum ich Akzeptanzbefragungen als sinnvolles Mittel erachte ist, dass ich so eine größere Gewissheit habe, dass Schülerinnen und Schüler meinen Erläuterungen folgen konnten. Durch die mehreren Durchläufe, die bei der Akzeptanzbefragung stattfinden, könnte man so auf etwaige Verständnisschwierigkeiten stoßen die ein abermaliges Erklären der Infrarotkamera erfordern. Würde ich diese nur einmal erklären und nicht nachprüfen, könnte es zu Missverständnissen und somit zu Fehlinterpretationen kommen.

Um etwaigen Fehlvorstellungen zu begegnen oder um ein neues Gerät sinnvoll einzuführen, bedarf es einer bestimmten Strategie um einen gewinnbringenden Konzeptwechsel herbeizuführen. Je nach Fehlvorstellungen sind hier andere Strategien zu bevorzugen. Dadurch ist zu entscheiden, wie auf etwaige Probleme reagiert wird.

6.1.3) Wahl der Konzeptwechselstrategie

Da ich bei meinem Interviews unter anderem untersuchte, inwieweit sich das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler auf das Verständnis der Bilder auswirkt, musste ein Weg zum Umgang mit bestehenden Präkonzepten gefunden werden.

Aufgrund der Namensgebung der Infrarotkamera, die auch als Wärmebildkamera bekannt ist, stellt sich zunächst die Frage nach der Verwendung der Begriffe.

Der Vorteil des Begriffs Wärmebildkamera wäre, dass die Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff eher eine Verbindung zum Alltag herstellen und sich somit leichter innerhalb des Themas orientieren könnten. Gerade diese Verbindung zum Alltag kann sich aber auch nachteilig auswirken, da so vermutlich gängige Fehlvorstellungen zum Begriff „Wärme“ eher angesprochen werden als mit dem weniger alltagsgebräuchlichen Begriff „Infrarot“.

Nach einigen Vorinterviews, deren Ergebnisse im weiteren Verlauf beschrieben werden, stellte sich heraus, dass der Begriff Wärme das Gegensatzpaar Wärme - Kälte aktiviert. Dadurch kam es, meiner Einschätzung nach, zu deutlich mehr falschen Schülervorstellungen und somit zu mehr lernhemmenden Gedanken und Äußerungen als durch die Verwendung

des Begriffs Infrarot. Hier musste ich oft erwähnen, dass keine „Kältestrahlung“ existiert, also eine Konfrontationsstrategie anwenden. Die Konzentration auf den Begriff Wärme hätte dadurch zwar vermutlich zu einem reichhaltigeren Interviewmaterial geführt, es wären jedoch eventuell Präkonzepte zum Begriff Wärme und weniger jene zu Infrarotkameras im Mittelpunkt gestanden.

Deshalb fiel in diesem Zusammenhang die Entscheidung gegen die Verwendung des Begriffs Wärmebildkamera und für das Wort „Infrarotkamera“. Dies kann man somit als Anknüpfungsstrategie werten, da hier kein zwingender Bruch mit einem Präkonzept nötig ist, um die Thematik den Schülerinnen und Schülern näher zu bringen.

Da es auch mein Ziel war, bestehende Präkonzepte im Zusammenhang mit Strahlung zu erörtern, erscheint der Zugang über den Begriff „Infrarot“ zudem zielführender, da „Infrarot“, wohl eher als der Begriff „Wärme“ mit Strahlung verbunden wird.

Im Verlauf des Interviews wurde daher seitens des Interviewers gänzlich auf die Verwendung des Begriffs Wärme verzichtet und Aussagen dazu durch die Verwendung des Wortes „Infrarot“ umschrieben.

Da es sich, wie eingangs erwähnt, um offene Interviews handelt, konnten nicht alle Fragen und Vorgehensweisen im Vorhinein geplant werden. Ich versuchte jedoch ein breites Grundrepertoire an Infrarotbildern bereitzustellen, um auf etwaige Schülervorstellungen mit Gegenbeispielen reagieren zu können. In diesem Zusammenhang wurde also mit der Konfrontationsstrategie gearbeitet. Diese wurde jedoch nur wenn nötig und an den Probanden angepasst durchgeführt.

6.1.4) Legitimation der Probandenauswahl

Das Ziel meiner Untersuchungen war es, Tendenzen hinsichtlich Schülervorstellungen beim Einsatz der Infrarotkamera zu entdecken. In acht Voruntersuchungen mit sechs Maturanten und zwei Schülerinnen der zehnten Schulstufe stellte sich heraus, dass sich die Probleme mit der Infrarotkamera und deren Bildern wiederholen und kein deutlicher Unterschied hinsichtlich des Alters erkennbar ist. Es wurden daher bei der Hauptstudie zuerst sechs Personen aus der zwölften Schulstufe befragt. Der Grund für die Wahl dieser Schulstufe liegt darin, dass Schülerinnen und Schüler dieser Schulstufe bereits zweimal einen Unterricht in

Wärmelehre und Strahlung erhalten haben (sollten). Sich ergebende Fehlvorstellungen sind somit als bedeutender einzuordnen, da dies eine tiefere Verankerung der Probleme zeigt.

Innerhalb dieser Schulstufe setzten sich diese 6 Probanden aus Schülerinnen und Schülern aus drei verschiedenen Schulformen zusammen:

- AHS mit Schwerpunkt Naturwissenschaften mit Schularbeiten in Physik
- AHS mit Schwerpunkt Naturwissenschaften ohne Schularbeiten in Physik
- AHS mit Schwerpunkt Sprachen

Somit ergab sich keine besonders hohe Heterogenität bei der Probandenwahl. Aufgrund der geringen Interviewzahl wären ohnehin keine allgemeinen Schlussfolgerungen möglich gewesen. Um aber generell verschiedene Lerntypen mit unterschiedlicher Einstellung der Physik gegenüber anzusprechen, wurde auf ein möglichst unterschiedliches Leistungsniveau der Schülerinnen und Schüler geachtet.

Die relativ geringe Probandenzahl erklärt sich dadurch, dass die Interviews sehr sorgfältig durchgeführt wurden und sich die meisten Schülervorstellungen bei den verschiedenen Probanden wiederholten. Nach wenigen Interviews stellte sich bereits ein wiederkehrender Kern an Problemen und Fehlvorstellungen im Zusammenhang mit der Infrarotkamera heraus. Dadurch ergänzten weitere Interviews die Forschungsfragen nur noch minimal. Somit entschloss ich mich, nach dem sechsten Interview mit Maturanten und Masantinnen, zwei Schüler der achten Schulstufe zu befragen.

Die achte Schulstufe wurde deshalb gewählt, da ich hier schon von sprachlicher Gewandtheit und Diskursfähigkeit ausging. Ein weiterer Grund war, dass jene Schülerinnen und Schüler, dem Lehrplan zufolge, bereits einmal mit den Themen Wärme und Strahlung konfrontiert wurden. Aufgrund des niedrigeren Alters erwartete ich mir hier dennoch eine etwas einfachere Herangehensweise und somit auch andere Ergebnisse und Präkonzepte.

Ein weiterer Grund für diese Interviews waren die Veränderungen bei technischen Errungenschaften. Durch die vier Jahre Altersunterschied ging ich von einem unterschiedlichen Zugang zum Thema Infrarotstrahlung aus, da die Probanden mit unterschiedlichen technischen Errungenschaften aufgewachsen sind. Es könnte nämlich die Möglichkeit bestehen, dass die Masantinnen und Masanten beispielsweise im Besitz von

Mobiltelefonen mit Infrarotsensoren waren, die Schülerinnen und Schüler der achten Schulstufe jedoch nicht. Dies könnte sich des Weiteren auf die Herangehensweise zur Infrarotstrahlung auswirken. Folglich erwartete ich teilweise leicht unterschiedliche Ergebnisse zur ersten Forschungsfrage.

Das Forschungsdesign lässt keine absoluten Zahlen oder verlässliche Vorhersagen zu. Es können jedoch einige mögliche und wiederkehrende Probleme aufgezeigt werden, mit denen zumindest bei einigen Schülern und Schülerinnen zu rechnen ist. In Anbetracht der geringen Literatur zu diesem Thema bietet dies jedoch einen Einstieg und Hilfestellungen beim Einsatz einer Infrarotkamera, auf deren Basis Einzelheiten genauer erforscht werden können.

6.1.5) Dokumentation des Interviewmaterials

Zur Dokumentation der Interviews wurde, wie bereits erwähnt, eine Videokamera verwendet. Der Grund dafür liegt darin, dass im Interview mit Bildmaterial gearbeitet wurde, deren Verwendung essentiell für die Interpretation der Antworten ist. Eine bloße Audioaufnahme hätte einen Informationsverlust bedeutet, da man im Nachhinein nicht mehr nachvollziehen hätte können, auf welchen Teilaspekt eines Bildes eingegangen wurde.

Sämtliche Schülerinnen und Schüler sowie deren Eltern waren mit der Dokumentationsmethode einverstanden. Hierzu wurden Elternbriefe mit Einverständniserklärungen angefertigt, welche jene Eltern unterschrieben, deren Töchter und Söhne noch nicht volljährig waren.

Die Videoaufnahmen wurden schließlich transkribiert. Da das Hauptaugenmerk bei dieser Studie auf dem Inhalt lag, wurde die Sprache stark geglättet. Es wurden nur sehr wenige - für das Verständnis des Inhalts wichtige - Handlungen mittranskribiert. Ich beschränkte mich hierbei auf Gefühlsausbrüche, wie Erschrecken oder Lachen, und Aktionen, die direkt in Zusammenhang mit Einzelheiten der Bilder stehen.

Die Transkriptionen sind somit stark am Basistranskript des gesprächsanalytischen Transkriptionssystem (GAT) orientiert. Einige Kriterien dieser Methode sind „Lesbarkeit“, „Ökonomie und Eindeutigkeit“ und „Robustheit“ (vgl. Selting, Auer, Barden, & Bergmann, 1998, S.93).

Obwohl die Sprache stark geglättet wurde, wurden gebrochene und unvollständige Sätze nicht dem Sinn nach umgeschrieben oder ergänzt, um etwaige Rückschlüsse auf Unsicherheiten zuzulassen. Um eine bessere Lesbarkeit zu erreichen, wurde außerdem die Groß- und Kleinschreibung, entgegen der allgemeinen Vorgangsweise beim GAT, beibehalten. Für eine zusätzliche Lesbarkeit wurden jene Aussagen die in der Arbeit direkt zitiert werden, im Vergleich zur Transkription, nochmals leicht geglättet.

6.2) Der Interviewleitfaden

Um Fehler zu vermeiden, versuchte ich den Interviewleitfaden so detailliert wie möglich zu gestalten, da ohnehin bei den offenen Teilen der Befragungen mit großer Varianz zu rechnen war. Ziel war es den Leitfaden so zu konzipieren, dass er nicht nur als Stütze für mich, sondern auch als Einblick in die Vorgehensweise der Befragungen dient. Dazu wurden nicht nur jene Fragen, die ich vorhatte zu stellen, sondern auch einige Kommentare zu den Fragen vermerkt.

Jedes Interview begann mit der Vorstellung meiner Person. Hier erläuterte ich den Grund meines Interviews und bat die Schülerinnen und Schüler um konzentrierte Mitarbeit. Außerdem erfuhren sie im Vorhinein, wie lange das Interview in etwa dauern würde und es wurde besonders hervorgehoben, dass sämtliche Aussagen anonym bleiben und für die weitere Auswertung ihr Name in meiner Arbeit nicht aufscheinen würde.

An das Ende des Interviews stellte ich eine Zusammenfassung meiner Ziele und Vorgehensweise. Sie soll einerseits als Informationsquelle für die Schülerinnen und Schüler dienen, falls diese Interesse an meiner Forschung haben sollten, und andererseits einen Überblick über die Grundgedanken hinter dem Forschungsdesign liefern.

Im Folgenden werde ich nun die einzelnen Fragen vorstellen, die den Schülerinnen und Schülern gestellt wurden. Im Anhang folgt der gesamte Interviewleitfaden inklusive der verwendeten Bilder.¹

¹ Bei den Bildern wurde darauf geachtet, dass sie stets die gleiche Situation abbilden, was jedoch nicht immer zu hundert Prozent möglich war. Die Gründe lagen einerseits an beweglichen Objekten, wie Lebewesen, und andererseits daran, dass man beim Fotografieren mit der Infrarotkamera den Bildausschnitt schwer abschätzen kann.

6.2.1) Vorstellung der Leitfadenfragen

I. Arten von Strahlung

„Welche Arten von Strahlung kennst du?“

Diese Frage sollte einerseits dem groben Feststellen des Wissensstandes über Strahlung und andererseits als Überprüfung dienen, inwieweit die Infrarotstrahlung bei dieser spontanen Fragestellung genannt wird. War dieser Begriff nicht im momentan aktiven Wortschatz vorhanden, so wurde hier weiter nachgefragt, ob diese Art der Strahlung bekannt ist oder ob noch keinerlei Erfahrungen damit gemacht wurde. Diese Frage lässt sich somit keinem der drei Forschungsfragen direkt zuordnen, hat jedoch einen übergeordneten Einfluss auf alle dieser Fragen.

II. Einführung der Infrarotkamera

Nun wurden Bilder einer Infrarotkamera und die Kamera selbst dem Probanden oder der Probandin vorgelegt und sie wurden befragt, ob sie entweder die Kamera oder zumindest die Bilder schon einmal gesehen hätten. Falls sie dies verneinten, versuche ich Hinweise zu geben, wo solche Bilder zu sehen sind. Diese Frage zielt auf die Beantwortung der ersten Forschungsfrage ab.

Im Anschluss an diese Frage wurden die Schülerinnen und Schüler dazu aufgefordert einen Erklärungsversuch zur Funktionsweise der Kamera abzugeben. Ziel dieses Vorgehens war das Feststellen der Schülervorstellungen zur Funktionsweise der Infrarotkamera, also Hinweise zur Beantwortung von Forschungsfrage b zu erhalten.

III. Interpretieren der Kamerabilder

Dies ist jener Teil, bei dem die Probanden und Probandinnen mit gänzlich neuen Problemstellungen konfrontiert wurden, nämlich mit zu vergleichenden Kamerabildern einer Infrarotkamera und einer handelsüblichen digitalen Fotokamera.

Dies war der freieste Teil des Interviews. Die Versuchspersonen wurden hier mit den verschiedenen Bildern konfrontiert. Sie mussten sie interpretieren und möglichst genau das Erkannte beschreiben.

Sämtliche Befragungen zu den Bildern geben Aufschluss über den Wissensstand bezüglich Infrarotstrahlung und über die Verständnisprobleme mit den Bildern der Kamera und der Kamera selbst. Hiermit wurde somit auf die Forschungsfragen b und c eingegangen.

In diesem Stadium des Interviews wurde vorerst seitens der Interviewers nicht eingegriffen und die Antworten der Probanden und Probandinnen abgewartet. Je nach der Art des Problems wurden aber nun Fragen zurechtgelegt, die im Anschluss gestellt werden können, um diese Probleme näher zu beleuchten.

IV. Aufklärung über die Funktionsweise

Im Anschluss an die ersten Bilder wurde die Funktionsweise der Kamera vom Interviewer erläutert und anschließend die Probandin beziehungsweise der Proband dazu aufgefordert die dargebotene Erklärung der Funktionsweise zu wiederholen. Falls die Schülerin oder der Schüler bereits von sich aus die Funktionsweise richtig interpretiert, entfällt dieser Teil und der Probandin oder dem Probanden wird mitgeteilt, dass seine bzw. ihre Interpretation richtig war.

Hier sieht man die im Kapitel 4.1 näher beschriebenen Elemente der Akzeptanzbefragung. Durch die Aufforderung zum Wiederholen wurde zumindest teilweise sichergestellt, dass der oder die Befragte meine Erläuterung verstanden hat. Falls dies nicht der Fall war, wurde dieser Zyklus wiederholt. Durch diese Vorgehensweise waren nun sämtliche Probandinnen und Probanden auf etwa dem gleichen Wissensstand bezüglich der Funktion einer Infrarotkamera und man konnte versuchen festzustellen, inwieweit sich diese Fähigkeit auf die Interpretationen der Bilder auswirkt.

V. Neuerliches Interpretieren der Bilder

Im nächsten Abschnitt des Interviews wurde die Probandin oder der Proband gebeten Ergänzungen zu seinen, beziehungsweise ihren, vorherigen Aussagen zu machen und vor allem zu erwähnen, welche Gegenstände mehr Strahlung abgeben als andere. Hier kann man interpretativ feststellen, inwieweit die Erläuterung der Funktionsweise der Kamera akzeptiert wurde und nun in die weitere Argumentation einfließt.

Nun wurden auch Fehler, die bei der Interpretation der Bilder auftraten, angesprochen und, wo dies möglich war, mit Hilfe weitere Bilder oder Erklärungen mit einer geeigneten

Konzeptwechselstrategie aufgeklärt. Um dies zu erreichen wurden auch Eigenschaften einzelner Punkte auf den Bildern von den Schülerinnen und Schülern erfragt.

Diese Vorgehensweise variiert, aufgrund der Vorkenntnisse der Probandinnen und Probanden, stark in Art und Dauer. Es wird hier Feingefühl und Improvisationstalent vom Interviewer gefordert, da er stets versuchen muss angemessen mit etwaigen Fehlvorstellungen umzugehen. Aufgrund des sehr individuellen Verlaufes des Interviews zu diesem Zeitpunkt wurde hier auf detailliertere Leitfragen verzichtet.

Bei diesem Teil des Interviews stand klar die dritte Forschungsfrage im Mittelpunkt. Ziel war es die Lernschwierigkeiten zu erkennen und zu testen, ob und wie ihnen mit Hilfe der Kamerabilder entgegnet werden kann.

Dieses Leitmotiv steht auch in den nächsten Punkten des Interviewleitfadens im Mittelpunkt.

VI. Der Farbcode der Kamera

„Woran erkennt man bei der Infrarotkamera, welche Gegenstände viel oder wenig Strahlung ausstrahlen?“

Hier zielte diese Frage darauf ab, dass die Schülerinnen und Schüler den Zusammenhang zwischen der Farbe und der Strahlungsintensität erkennen. Durch diese Frage wurde somit das Verständnis des Farbcodes erfragt.

VII. Bilder der Niveaustufe 2 kommen hinzu

Nun kamen Bilder hinzu, die auf dem ersten Blick im Widerspruch zu den Bildern standen, die zuerst gezeigt wurden. Als Beispiel ist hier ein Fernseher zu nennen, der zu diesem Zeitpunkt in einer anderen Farbe dargestellt wurde, obwohl das Bild zur gleichen Zeit aufgenommen wurde. Ziel war es hier zu überprüfen, ob die Versuchspersonen die Farbskala der Kamera richtig deuten kann. Außerdem sollte man so herausfinden können, ob die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass der Fernseher auf beiden Bildern, trotz unterschiedlicher Farbe, dieselbe Strahlung aussendet.

Nun werden sämtliche Bilder nochmal gegenübergestellt und weitere Verständnisprobleme besprochen. Jetzt werden auch Bereiche aus dem Hintergrund der Bilder besprochen und eruiert, inwieweit der Hintergrund strahlt. Es sollte somit anhand der Bilder und der

Interaktion mit dem Interviewer festgestellt werden, ob die Auseinandersetzung mit den Kamerabildern die Interpretation der blauen Bildbereiche ändert.

Dieser Teil zeigt ebenfalls wieder Aspekte der Akzeptanzbefragung, da sich der Interviewer hier klar in einer Art Lehrerrolle befindet. Zudem wurde überprüft, inwieweit die Probandin oder der Proband die Hinweise zum Hintergrund aufnahm und anwandte.

VIII. Abschlussfrage

„Strahlen alle Gegenstände?“

Abschließend wurden sämtliche Probandinnen und Probanden befragt, ob sie der Meinung seien, dass alle Gegenstände Strahlung aussenden.

Das Ziel dieser Frage war festzustellen, ob die Befragten zumindest teilweise das Konzept der Infrarotstrahlung verstanden haben und ob der Zugang mittels der Infrarotkamera zielführend war.

IX. Zusammenfassung

„Fasse das Gelernte bitte kurz zusammen!“

Einige Wochen nach dem Abschluss der Interviews wurden die Probanden und Probandinnen noch einmal per E-Mail befragt, was sie in Erinnerung behalten haben und was sie meinen gelernt zu haben. Der Zweck dieser Frage war es festzustellen, welche Inhalte besonders Anklang gefunden haben und somit für längere Zeit im Gedächtnis blieben – also zu einem Konzeptwechsel führten. Diese Fragen wurden jedoch leider nur von wenigen Schülerinnen und Schülern beantwortet.

6.2.2) Anmerkungen zum Leitfaden und dessen Umsetzung

Es folgt im Anhang die Vorstellung des Interviewleitfadens mit den einzelnen Bildern.

Den Probanden wurden nicht immer alle Bilder gezeigt sondern stets eine kleine Auswahl davon, da sich die meisten in der Interpretation ähneln. Falls es zu Problemen mit der Interpretation der Farben kam, wurde zudem ein Schwarz-Weiß-Foto aufgenommen.

7) Vorstudiendesign und Ergebnisse

Die Vorarbeit bestand aus zwei Vorstudien mit unterschiedlichem Design. Der Zweck der ersten Voruntersuchung war es die Reaktion der Probanden auf die wichtigsten geplanten Fragen festzustellen und die Ergebnisse zum Gestalten des Interviewleitfadens zu verwenden. Durch die zweite Vorstudie wurde der so entstandene Interviewleitfaden erprobt.

Zunächst war es das Ziel, durch die erste Vorstudie, konkret nach Präkonzepten zu suchen. Ich stellte eine Schülervorstellung direkt in den Mittelpunkt, nämlich das Präkonzept, dass Energie nur von einem warmen zu einem kalten Medium fließt (vgl. Duit, 2007, S. 619). Dieses Präkonzept legt nämlich nahe, dass von kalten Gegenständen keine Energie beziehungsweise Strahlung ausgesendet wird.

Um besonders detailliert zu fragen, die Infrarotkamera zu behandeln und individuell auf etwaige Anfangsprobleme und Fehlvorstellungen einzugehen, wurde die Studie qualitativ mit Leitfadeninterviews durchgeführt. Sämtliche detaillierte Begründungen zu den Vorteilen dieser Wahl wurden bereits in den vorhergehenden Kapiteln erörtert.

7.1) Grobdesign der Vorstudie I

Die Vorstudie wurde im Umfeld meines Bekanntenkreises durchgeführt und umfasste 5 Personen, welche unmittelbar vor der Matura standen bzw. diese bereits abgeschlossen hatten. Ich konnte davon ausgehen hier besonders tiefsitzende Vorstellungen herausfinden zu können, weil sämtliche Probanden bereits zweimal die Wärmelehre im Physikunterricht behandelt hatten.

Im Zentrum der Vorstudie stand die Frage: „Strahlt ein Eisblock?“. Ich erhoffte mir dadurch Aufschluss auf bestehende Schülervorstellungen zum Thema Strahlung und zu dem oben besprochenen Präkonzept.

In der Vorstudie wurden alle Bilder verwendet, die auch im Leitfaden zur Hauptstudie vorgestellt wurden. Ein grober Interviewleitfaden der Vorstudie befindet sich im Anhang.

Aus der Vorstudie ergaben sich Konsequenzen für die genaue Durchführung der Hauptstudie. Aus diesem Grund folgt nun eine Beschreibung der Ergebnisse der Vorstudie und deren Auswirkungen auf die Hauptstudie.

7.2) Überblick über Ergebnisse der Vorstudie I

Verwendung einer Videokamera

Ein Ergebnis der ersten Vorstudie war die Erkenntnis, dass eine Videokamera notwendig und hilfreich sein kann, sofern Interviews durchgeführt werden. Es ist kaum möglich alles Essentielle mitzuschreiben, gerade weil sich einige Fragen direkt auf Bilder oder Teile von Bildern beziehen. Durch eine Mitschrift oder eine Audioaufnahme würden somit Informationen und Handlungen vergessen werden und dadurch für eine weitere Analyse verloren gehen.

Alle Gegenstände strahlen

Interessanterweise gaben alle Personen an, dass sie der Meinung sind, dass sämtliche Gegenstände Strahlung aussenden. Der physikalische Grund dafür wurde jedoch nur von einer Person richtig benannt. So sprach eine Person von einer nicht näher erklärten „Materialstrahlung“ und drei Personen waren der Meinung, dass die Gegenstände entweder Wärme oder Kälte abstrahlen.

Als Reaktion darauf, dass sämtliche Probanden und Probandinnen angaben, dass alle Gegenstände strahlen, zog ich diesen Aspekt der Befragungen stark zurück. Das bedeutet, dass die Frage nun nicht mehr im Zentrum stand sondern eher als Überprüfung am Ende des Fragebogens gestellt wurde.

Wärme- und Kältestrahlung

Sehr auffällig war es, dass drei der fünf befragten Personen den Begriff Kältestrahlung verwendeten oder zumindest davon sprachen, dass Gegenstände Kälte abstrahlen. Dies führt somit zu Problemen beim Verständnis der Bilder einer Infrarotkamera und zu einem falschen Bild der Funktionsweise einer solchen Kamera.

Diese erste Entdeckung veranlasste mich zu einer groben Änderung meines Interviewleitfadens, so vermied ich es den Begriff „Wärme“ im Zusammenhang mit der Infrarotkamera zu verwenden. Ziel war es, von dem Gegensatzpaar Wärme – Kälte abzulenken und das Hauptaugenmerk auf die Infrarotstrahlung zu lenken. Da es das generelle Interesse meiner Forschung war die Einsatzbereiche und die Schülervorstellungen

zur Infrarotkamera zu eruieren, plante ich, wie in Kapitel 6.1.3 schon beschrieben, die Anknüpfungsstrategie zu nützen und somit den Konflikt zu vermeiden.

Besseres Verständnis durch Intervention

Falls der Begriff Kältestrahlung fiel, lenkte ich stets ein, erläuterte das Konzept der Infrarotstrahlung und erklärte, dass eine „Kältestrahlung“ nicht existiert. Nachdem ich den Begriff Infrarotstrahlung zur Diskussion stellte, wurde die Antwort meist adaptiert mit „alles strahlt Infrarotstrahlung ab“. Dies war ein weiterer Punkt der mich veranlasste den Wechsel zum Begriff Infrarot zu tätigen.

Hintergrundinformationen zum Infrarotbild

Durch Zuhilfenahme der Bilder der Infrarotkamera hatte ich das Gefühl, dass grundlegende Verständnisprobleme bezüglich Strahlung beseitigt werden konnten, zumindest bei meinen Interviews. Dies gelang jedoch erst, nachdem ich besonders die Skala der Infrarotkamera hervorhob. Dadurch war es den Probanden möglich schlusszufolgern, dass die Farbe des Infrarotbildes noch keine Aussagen über die absolute Stärke der Strahlung macht. Außerdem konnten die Schülerinnen und Schüler so feststellen, dass je nach Umgebung dieselbe Strahlungsintensität anders angezeigt wird: *„Der Sessel zum Beispiel strahlt immer gleich viel, nur die Wertigkeit ist eine andere“* (Mitschrift eines Interviews, Dez. 2012).

Des Weiteren konnte dadurch und mit vergleichenden Bildern erreicht werden, dass die Infrarotstrahlung nun jedem Gegenstand zugeordnet wurde.

Als Konsequenz dieser Entdeckung legte ich fortan besonderes Augenmerk auf die Frage, inwieweit die Skala erkannt und zur Interpretation herangezogen wird. Es sollte dadurch erörtert werden, wie ein Ignorieren der Skala den Lernerfolg hemmt. Eben solche Punkte sind insofern wichtig, da Bilder einer Infrarotkamera im Unterricht ohne Erläuterung gezeigt werden könnten. Weiß man über die Notwendigkeit einer kurzen Einführung Bescheid, könnte bei manchen Schülerinnen und Schülern der Unterrichtserfolg gesteigert werden.

Wärmestrahlung fließt nur von wärmeren zu kälterem Medium

Ein Proband äußerte, dass zwar alle Gegenstände strahlen, es jedoch davon abhängt, welche anderen Objekte sich in der Nähe befinden. Seiner Meinung nach strahlt das Telefon zur Kerze hin deswegen weniger Strahlung ab, weil „zu viel von der Kerze“ entgegenkäme.

Weil hierbei das Problem darin besteht, dass sich die Themen Strahlung und Energiebilanz überschneiden und dies keine direkte Verbindung zu meinen Forschungsfragen bietet, wurde dieser Aspekt nicht tiefergreifend berücksichtigt.

Zu viele ähnliche Bilder

Ich verwendete bei meinen Vorinterviews eine große Anzahl an Bildern. Es stellte sich heraus, dass einige Bilder zu sehr ähnlichen Verständnisschwierigkeiten führten. Es ergaben sich somit mit weiteren Bildern kaum zusätzliche Informationen. Deshalb wurde die Anzahl der Bilder, die den Probanden vorgelegt wurden, reduziert. In der Hauptstudie verwendete ich zwar dieselben Bilder, jedoch zeigte ich nicht immer alle. Für die Hauptstudie wurden außerdem manche Bilder zusätzlich in schwarz-weiß aufgenommen, um etwaige Unterschiede in der Interpretation der Bilder erkennen zu können.

7.3) Vorstudie II

In einer zweiten Vorstudie, bei der ich bereits meinen endgültigen Befragungsleitfaden verwendete, war das Ziel, die Befragung der Schülerinnen und Schüler zu erproben und somit möglicherweise die Qualität der folgenden Interviews zu erhöhen. Diese Erprobung empfand ich als notwendig, um grob herauszufinden, welche Reaktionen auf Schülervorstellungen zielführend sein könnten und welche eher weniger. Diese Studie wurde wiederum mit drei Maturantinnen und Maturanten durchgeführt.

Die Erprobungsvideos zeigten keine Auffälligkeiten bezüglich der Forschungsfragen. Es ergaben sich so einerseits keine Auswirkungen auf die Durchführung der Hauptstudie und andererseits keine zusätzlichen Ergebnisse zur Hauptstudie.

8) Hauptstudie – Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hauptstudie vorgestellt.

Es werden sowohl Verständnisprobleme aufgezeigt, die einen Großteil der Befragten betreffen, als auch Interpretationsschwierigkeiten einzelner Personen. Wenngleich jene Verständnisprobleme, die mehrere Probanden betreffen, möglicherweise von größerer Bedeutung für den Unterricht sind, sind Einzelergebnissen nicht zu schmälern. Im Sinne eines Unterrichts, der sich individuell auf jede einzelne Schülerin und jeden einzelnen Schüler konzentrieren sollte, sind auch jene Probleme relevant, die nur einzelne oder wenige Probanden betreffen. Zudem kann bei dem geringen Versuchsumfang der Hauptstudie nicht davon ausgegangen werden, dass vermeintlich selten auftretende Ergebnisse bei einer größeren Schüleranzahl in ebenso geringer Häufigkeit zum Vorschein kommen.

Die nachfolgenden Ergebnisse der Hauptstudie sind nach der Reihenfolge der Fragen geordnet. Die Einordnung der Ergebnisse und deren Interpretation und Konsequenzen folgen schließlich im nächsten Kapitel.

Sämtliche Zitate, die mit Interview x gekennzeichnet sind, können in meinen Transkriptionen nachgelesen werden. Interview eins bis sechs führte ich mit Maturanten und Maturantinnen und die Interviews sieben und acht mit zwei Schülern der achten Schulstufe.

8.1) Nennung des Begriffes Infrarot

Die Antworten auf die Frage, welche Strahlung die Probanden kennen, waren sehr unterschiedlich ausgeprägt. So war, verteilt auf die Befragten, ein breites Spektrum der elektromagnetischen Strahlungen abgedeckt. Infrarotstrahlung direkt wurde von zwei Probanden erwähnt und eine weitere Versuchsperson wies auf die Wärmestrahlung hin.

Jene Schülerinnen und Schüler, die nicht direkt die Infrarotstrahlung ansprachen, wurden befragt, ob sie bereits von der Infrarotstrahlung gehört hätten. Diese Frage bejahten sämtliche Teilnehmer und Teilnehmerinnen meiner Studie. Eine Person assoziierte die Frage nach der Infrarotstrahlung sofort mit der Ultraviolettstrahlung:

„I: Sagen dir die Infrarotstrahlen etwas?

B5: Ja, genau. Ultraviolett.“

(*Interview 5*, 2012, S. 1, 10–11)

Eine interessante Auffälligkeit bei dieser Frage war, dass dreimal völlig unabhängig voneinander einerseits die radioaktive Strahlung und andererseits Alpha-, Beta- und Gammastrahlung genannt wurde. Sowohl bei den Unterstufenschülern als auch bei den Masantinnen und Masanten ergaben sich solche Fälle.

8.2) Kenntnis der Kamera und Kamerabilder

Die Kamera selbst wurde bereits von zwei der acht Befragten verwendet, die anderen Versuchspersonen kannten dieses Gerät noch nicht. Hier zeigte sich auch ein Zusammenhang mit einer Tätigkeit bei der Feuerwehr. Jene beiden Schüler, die die Kamera selbst schon verwendeten, sind beide bei der freiwilligen Feuerwehr aktiv.

Bilder einer Infrarotkamera waren sämtlichen Personen bekannt, sei es durch Dokumentationen, Kriminalfilme oder durch die Feuerwehr. Die meisten Probanden kannten Infrarotkamerabilder vom Hausbau und/oder Isolationsarbeiten. Bei jener Probandengruppe, deren Schülerinnen und Schüler bereits 18 Jahre alt waren, ergaben sich auch zwei Meldungen bezüglich der Infrarotsensoren von Mobiltelefonen, bei den beiden jüngeren Teilnehmern wurde diese Anwendung von Infrarotstrahlung nicht genannt.

Sobald den Schülerinnen und Schülern die Bilder gezeigt wurden, ergab sich bei der Hälfte der Schülerinnen und Schüler die spontane Assoziation zur Wärmebildkamera. Dies ist insofern von Bedeutung, da im Vorhinein nicht von Wärme gesprochen und erwähnt wurde, dass das Thema der Untersuchung die Infrarotstrahlung sein wird:

„B3: Das ist eine Wärmebildkamera oder so etwas“

(*Interview 3*, 2012, S. 2, 20–21)

„B5: Infrarot ist, (-) wenn etwas mit der Wärme abgemessen wird.“ (*Interview 5*, 2012, S.2, 28-29)

„B2: Das ist eine Wärmebildkamera, oder?“
(*Interview 2*, 2012, S. 1, 16)

Ein Schüler zog eine direkte Verbindung zwischen Infrarotkamera und Wärmebildkamera:

„I: Das ist eine Infrarotkamera (...)“

B1: So eine Art Wärmebildkamera wird das sein.“
(*Interview 1*, 2012, S. 1, 9 - 11)

Diese Ergebnisse sind insofern von Bedeutung, da jene Personen die hierzu den Begriff „Wärmebildkamera“ erwähnten eher dazu geneigt waren, den Begriff „Wärme“ anstatt „Infrarot“ zu verwenden.

8.3) Funktionsweise der Kamera

Auf die Frage, was die Kamera misst, antworteten fast alle Probanden mit dem Begriff „Wärme“. Die Verbindung, beziehungsweise die Assoziation, des Begriffes Infrarotkamera mit der Funktionsweise des Gerätes war somit bei den Probanden nicht festzustellen. Erst bei starker Betonung des Wortes „Infrarot“ konnte erreicht werden, dass die Versuchspersonen über diesen Zusammenhang Bescheid wussten.

Ein Schüler aus der Unterstufe vermutete zu Beginn, dass es sich bei den Strahlen, die ein solches Gerät misst, um radioaktive Strahlen handelt. Durch abermaliges Hinwenden auf den Begriff konnte zumindest auf die Verbindung hingewiesen werden.

Im Zusammenhang mit der Funktionsweise der Kamera war es erstaunlich, dass kaum eine Schülerin oder ein Schüler die prinzipielle Art des Messvorgangs auch nur ansatzweise erklären konnte. Das Hauptproblem war, dass sechs der acht Probanden klar der Meinung waren, dass die Kamera selbst Infrarotstrahlen aussendet und diese von Gegenständen reflektiert werden:

„B4: Und die treffen dann am Körper auf und werden wahrscheinlich wieder zurückgeschickt.“
(*Interview 4*, 2012, S.3, 50-51)

Die beiden anderen Versuchspersonen tätigten eher vage Aussagen, aus denen nicht klar hervorging, ob sie die Funktionsweise zumindest teilweise verstanden:

„B5: Ja, weil sie Infrarotstrahlen sozusagen misst oder aufnimmt. Und dann wird halt verglichen bzw. wird geschaut, wie warm ist etwas oder wie kalt ist etwas. Umso röter oder umso heller die Farbe, umso wärmer ist es.“ (*Interview 5*, 2012, S.3, 46-49)

„I: Und wie genau könnte das funktionieren?

B7: Die gehen in den Körper hinein und (--) die messen dann irgendwie die Wärme.

I: Und dann, was passiert dann mit den Strahlen?

B7: Die werden wieder zurückgelenkt und dann je nachdem wo es warm ist rot oder blau.

I: Woran merkt das Gerät ob es warm oder kalt ist?

B7: Wie viele Strahlen dass wieder zurückkommen oder so.“ (*Interview 7*, 2013, S. 3, 51-58)

Der Zusammenhang zwischen den Farben und der Strahlungsintensität wurde jedoch von den Schülerinnen und Schülern genannt - das Hauptproblem liegt also bei der Erklärung der Herkunft der Infrarotstrahlen. Eine Schülerin erkannte zwar ebenfalls diesen Zusammenhang, jedoch zog sie falsche Schlussfolgerungen:

„B3: Beim Warmen wird es glaube ich weniger reflektiert weil es (-) aufgenommen wird.“

(*Interview 3*, 2012, S.3, 60-61)

8.4) Erste Interpretation der Infrarotkamerabilder - Farben

Bevor die Funktionsweise der Kamera durch den Interviewer erklärt wurde, wurden die Schülerinnen und Schüler dazu aufgefordert die Bilder der Infrarotkamera zu kommentieren.

Bei allen Interpretationsversuchen wurde die Argumentation über die Begriffe Wärme und Temperatur geführt. Keiner der Probanden verwendete primär den Begriff „Strahlung“, obwohl dieser Begriff von mir stark hervorgehoben wurde.

Die Farben der Bilder interpretierten fast alle Probanden richtig. Sie hatten keinerlei Probleme die Farbe Rot mit höheren Temperaturen und die Farbe Blau mit niedrigen Temperaturen in Zusammenhang zu bringen:

„B2: Man sieht die verschiedenen also die Farbskala, die sich verändert, je nachdem wie warm dass eben ein Bereich ist. Und man sieht eben rundherum ist es eher blau, weil es kalt ist.“ (*Interview 2*, 2012, S.3, 60-63)

Auch bei der Farbe Grün, die den Übergang zwischen rot und blau darstellt gab es kaum Interpretationsschwierigkeiten:

„I: Ok, fällt dir sonst irgendetwas auf bei dem Infrarotbild?

B8: (-) Es gibt auch grüne Stellen.

I: Was bedeutet das?

B8: Das es ein bisschen wärmer ist als das blaue.“ (*Interview 8*, 2013, S.4, 88-91)

Die Farbe, die am meisten Probleme machte, war Weiß, so war beispielsweise einer Probandin nicht klar, wie diese Farbe zu deuten sei:

„B4: Aber was ich nicht ganz verstehe, das Weiße ist das dann am wärmsten oder wie?“ (*Interview 4*, 2012, S.4, 96-97)

8.5) Verwendung einer schwarz-weiß Skala

Bei jenen Probanden, denen Schwarz-Weiß-Bilder der Infrarotkamera vorgelegt wurden, zeigten sich keinerlei Änderungen im Interpretationsverhalten der Schwarz-Weiß-Bilder, im Vergleich zu den Farbbildern.

„B1: Die Parallele ist hier dadurch, dass der Fernseher auch wieder heller ist, was da der Indikator ist, dass es eigentlich wärmer ist oder zumindest mehr Strahlung vorhanden ist.“ (*Interview 1*, 2012, S.4, 90-93)

(bezüglich Bildkombination Fernseher II)

8.6) Interpretation der Skala

In Anlehnung an die Ergebnisse bezüglich der Farbe Weiß liegt der Verdacht nahe, dass nicht sämtliche Schülerinnen und Schüler die Skala am unteren Rand der Bilder erkannt haben, dazu aber später mehr im Interpretationsteil.

Klar erkennbar war bei vier Teilnehmerinnen und Teilnehmern, dass sie die Temperaturskala erkannt haben. Dies lässt sich aus einer präzisen Angabe der Temperaturwerte herauslesen, die ohne eine Kenntnis der Skala nicht möglich gewesen wäre. Von einer Person wurde die „Tabelle“ (*Interview 7*, 2013, S.4, 77) sogar direkt genannt.

Im Laufe dieser Interviews zeigten sich schon erste Probleme bei der Skaleninterpretation. Ein Zeichen dafür war die Meinung eines Schülers, dass die Kerze und der Fernseher in den jeweiligen weißen Farbpunkten dieselbe Temperatur hätten:

„I: Nur kurz als Vergleich, strahlt der Fernseher mehr Infrarot ab als unten die Kerze?

B7: Nein. Also nur da haben sie gleich viel, das weiße.“
(*Interview 7*, 2013, S.5, 111-113)

Betrachtet man die Skalen genauer ist jedoch klar ersichtlich, dass ein großer Temperaturunterschied zwischen diesen beiden Gegenständen herrscht.

8.7) Temperatur als Eigenschaft eines Materials

Eine Auffälligkeit, die bei zwei Probanden zu beobachten war, ist, dass manchen Materialien bestimmte Eigenschaften zugeschrieben werden. In diesem Zusammenhang ist vor allem das Glas zu nennen, so beschreibt ein Proband Glas generell als „sehr kalten Körper“ (*Interview 5*, 2012, S.4, 95). Ein anderer Proband spricht davon, dass Glas keine Wärme abstrahlt (vgl. *Interview 7*, 2013, S.5, 98-99) .

Dieser Versuchsteilnehmer sieht Wärme auch nicht als Prozessgröße sondern als Menge:

„B7: Im Handy ist keine Wärme drinnen, deshalb wird es blau angezeigt.“ (*Interview 7*, 2013, S.5, 97)

8.8) Elektrische Geräte verfälschen das Bild

Eine Unsicherheit, die bei der Hälfte der Fälle beobachtet wurde, ist die Interpretation des Einflusses von Elektrogeräten.

Ein Proband war in diesem Zusammenhang verwirrt, warum der Fernseher rot angezeigt wird, das Mobiltelefon jedoch nicht. Er war der Meinung dass „der Fernseher ja auch Strahlen aussendet“ (*Interview 8*, 2013, S.5, 112-113), welche detektiert werden könnten.

Ähnlich wurde das Handy von einer Probandin aufgenommen - diese erkannte, dass Strahlen im Zusammenhang mit dem Handy eine Rolle spielen. Sie nahm jedoch fälschlicherweise an, dass diese Strahlen ebenfalls vom Infrarotsensor gemessen werden:

„B6: Das Handy ist kalt und gibt keine Infrarotstrahlen, es hat sicher auch irgendwelche Strahlen aber?

I: Also zum Beispiel, von wo kommt auf diesem Bild überall Strahlung her, das ist die Frage.

B6: Na da kommt die Strahlung her, aber nicht Infrarot, also nichts, das es aufnehmen kann.“ (*Interview 6*, 2012, S. 3, 59-65)

Im Zusammenhang mit einem Handy wurden auch die Infrarotsensoren von älteren Geräten genannt. Hier erkannte eine Probandin nach anfänglichem Zögern, in wie weit sich dieser Sensor auf das Kamerabild auswirkt beziehungsweise auswirken würde (vgl. *Interview 4*, 2012, S. 5, 111-119).

Ein anderer Schüler war stark verunsichert von der Farbe des Fernseher, auch hier lässt sich vermuten, dass nicht klar zwischen den verschiedenen Strahlen unterschieden wird:

„B1: Hier ist es sozusagen eine Irritation des Gerätes, denn ich glaube nicht, dass der Fernseher eine höhere Temperatur hat als die Wand. Ich glaube, dass das ziemlich die gleiche Temperatur hat, also nicht so ein gewaltiger Unterschied ist.

I: Wenn du sagst gewaltiger Unterschied, was ist der Unterschied?

B1: Naja es ist jetzt hier sieht man zwar einen Unterschied bis zu zehn Grad und ich glaube nicht, dass das der Wahrheit entspricht, das heißt durch die Strahlung die der Fernsehen aussendet wird das Gerät irritiert.“ (*Interview 1*, 2012, S.4, 72-82)

Man erkennt hier, dass vom Probanden davon ausgegangen wird, dass eine Infrarotkamera ein breiteres Spektrum an Strahlen aufnimmt als lediglich die Infrarotstrahlen.

8.9) Intervention – Erklärung der Kamera

Die Erklärung der Kamera durch den Interviewer wurde von den Probanden gut aufgenommen und alle Versuchspersonen konnten die Funktionsweise mit eigenen Worten wiederholen. Es wurde auch durchgehend der Begriff „Infrarot“ anstelle von „Wärme“ bei der Erklärung verwendet.

Nach dieser Erklärung der Kamera wurden, wie bereits beschrieben, komplexere Kamerabilder gezeigt, bei denen vor allem auf den Hintergrund und dessen Interpretation Wert gelegt wurde.

8.10) Reaktion auf das Bild mit wärmeren Hintergrund

Auffälligkeiten ergaben sich vor allem bei jenem Bild mit einem wärmeren Hintergrund im Vergleich zu einem zentralen Objekt (vgl. Abb. 7).

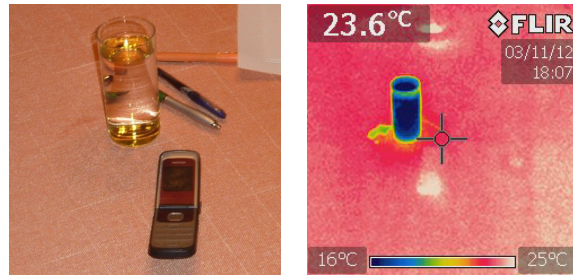


Abbildung 7: Bildkombination 8 – kaltes Wasser

Dieses Bild ist das erste bei den Interviews, bei dem es für die Interpretation von großer Bedeutung ist die Skala zu erkennen und richtig zu interpretieren. Dadurch ist jenes Bild von zentraler Bedeutung für meine Ergebnisse.

Es ergaben sich hier einige verschiedene Argumentationen zum Hintergrund und zum Mobiltelefon:

„I: Und was würdest du zu dem Bild noch dazu denken?

B7: Dass Wasser keine Wärme hat, weil vielleicht das Wasser kalt ist?

I: Ja, und wie würdest du die anderen Farben auf dem Bild erklären?

B7: Vielleicht steht wer mit einem Fön daneben oder ist eine Heizung aufgedreht oder so?“ (Interview 7, 2013, S. 7, 152-158)

Dieser Schüler interpretiert rote Bildpunkte als aufgeheizt. Außerdem tritt jene Schülervorstellung zum Vorschein, dass Wärme als eine Art Stoff gesehen wird und nicht als Prozessgröße.

„I: Und was würdest du sagen strahlt hier Infrarotstrahlung ab?

B4: Die Tischdecke?

I: Ok, gut. Der Tisch oder die Tischdecke? Wenn ich sage die Tischdecke ist nur einfach oben gelegen und da ist nichts.

B4: Naja ich nehme einmal an, nur die Tischdecke, weil der Tisch, hier ist er ja dunkelblau. Also wird es wahrscheinlich an der Decke liegen.“ (*Interview 4*, 2012, S. 8, 185-193)

„B8: Das Wasser sendet keine Strahlung aus, und anscheinend ist das eine Bodenheizung.

(30 Sekunden Auslassung)

I: Warum ist es rot? Was hast du für eine Idee, warum könnte es rot sein?

B8: (--) Weil die Tischdecke Wärme aufnimmt?“

(*Interview 8*, 2013, S. 6-7, 148-161)

Hier ergab sich somit die Schülervorstellung, dass Gegenständen Eigenschaften zugesprochen werden: So wurden Textilien von manchen Probanden als generell wärmer empfunden und somit dieses Bild dahingehend interpretiert.

„B1: Das Handy, also die Strahlung geht eigentlich komplett unter, also das sieht man überhaupt nicht.

I: Gut.

B1: Das lässt vielleicht darauf schließen, dass das Handy komplett ausgeschaltet ist und dass es keine Strahlung aussendet.“ (*Interview 1*, 2012, S. 5, 100-106)

Bei diesem Probanden erkennt man eine Vermischung der verschiedenen Strahlungsarten. Er nimmt also an, dass das Infrarotmessgerät auch die elektromagnetische Strahlung von Mobiltelefonen aufnehmen kann.

„B5: (lacht) Hilfe!

B5: (--) Warum ist hier nicht einmal ein Handy darauf auf dem zweiten Bild, das allein finde ich schon komisch. Also erklären könnte ich es mir persönlich jetzt wahrscheinlich nicht, zumindest nicht im physikalischen Sinne. Das Wasser ist kalt, das ist logisch. Aber warum jetzt der ganze äußere Raum so warm ist, dass weiß ich jetzt ehrlich gesagt nicht.

B5: Alles, außer das Handy was gar nicht darauf ist. Was ich nicht logisch finde. Das ist bestimmt, das sind bestimmt zwei verschiedene Fotos.

B5: Naja, auch wenn ein Handy keine besonderen Warmstrahlen aussendet, müsste ja trotzdem vorhanden sein. Ich sehe jetzt aber gar nichts.“ (*Interview 5*, 2012, S. 6-7, 143-176)

Hier ist erkennbar, dass es der Probandin nicht möglich ist zu erklären, warum beim Infrarotbild Konturen von Gegenständen nicht erkennbar sind.

Diesen fehlerhaften Aussagen stehen aber auch jene Meldungen von drei Probanden gegenüber, die die Bilder richtig interpretierten und die Veränderung der Skala erkannten.

„B2: Die Skala ist ja auch anders.“

(Interview 2, 2012, S. 6, 135-136)

„B6: Und das Handy und die Stifte irgendwie sieht man nicht mehr, die sind genauso warm wie der Tisch.

(30 Sekunden Auslassung)

B6: Das sind andere Skalen.“

(Interview 6, 2012, S.5, 106-112)

„I: Gut, wenn man sich das jetzt verinnerlicht, wäre die Frage: Inwieweit sagen die Farben etwas davon aus, wie viele Infrarotstrahlen zur Kamera kommen?

B3: Nein, sondern eher den Unterschied zwischen dem was im Raum steht.“ (Interview 3, 2012, S. 7, 152-156)

Bei letzterer Probandin war zwar nicht zu erkennen, ob sie die Skala eindeutig interpretierte und wahrnahm, jedoch erkannte sie die Relationen zwischen den Gegenständen und Farben.

Bei jenen Probanden, die dieses Bild richtig interpretierten, ergaben sich im Anschluss kaum noch Auffälligkeiten oder Verständnisprobleme bezüglich der folgenden Bildkombinationen.

8.11) Vergleich der Fernsehbilder

Bei sämtlichen Interviews ließ ich die Probanden beide Bilder, auf denen ein Fernseher zu sehen war, vergleichen (vgl. Abb. 8). Ziel war es jenen Schülerinnen und Schülern, die diesen Umstand bis dahin noch nicht bemerkt hatten, bewusst zu machen, dass die Farben der Infrarotkamera in Relation zur Umgebung zu sehen sind.

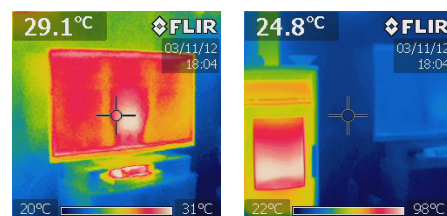


Abbildung 8: Vergleich zweier Aufnahmen

Diese Frage sollte eine Hilfestellung für die Interpretation der Skala und des Hintergrundes und zur Schlusssaussage (“Alle Gegenstände strahlen“) sein.

Diese beiden Bilder wurden jedoch, nachdem darauf hingewiesen wurde, dass beide Fotos zur selben Zeit aufgenommen wurden, von sieben der acht Schülerinnen und Schülern richtig interpretiert. So trafen diese sieben Schülerinnen und Schüler die Aussage, dass von beiden Fernsehern dieselbe Strahlungsmenge ausgeht.

Einige Schüler vermuteten zuerst unterschiedliche Zeiten der Bildaufnahme und daraus eine unterschiedliche Temperatur des Fernsehers. Nachdem ich sie über die Bilder genauer informierte und teilweise die jeweiligen Temperaturen abfragte, konnte dies zu einer Festigung der Interpretation der Farbskala führen:

„I: Das ist wieder der Fernseher von unten, nur ist in dem Fall ein Ofen dabei. Was siehst du hier für einen Unterschied?

B3: Der Ofen wird eine wesentlich höhere Temperatur haben als der Fernseher, also entweder wird das da jetzt nur so wenig angezeigt, weil die Temperatur vom Ofen so hoch ist oder der Fernseher ist halt nur so kurz eingeschalten.

I: Nein es ist 18.04 Uhr, 3.11. es ist wirklich zur gleichen Zeit gemacht worden, also natürlich mit kurzem Wechsel der Kamera.

B3: Na dann glaube ich, dass der Temperaturunterschied, na dass der Ofen eine so viel höhere Temperatur hat, dass der Fernseher eher kalt wirkt, im Gegensatz zum Ofen.

I: Aber jetzt überlegen wir uns einmal: kommt jetzt von da mehr Infrarotstrahlung zur Kamera als von da zur Kamera?

B3: Nein eigentlich nicht.“
(Interview 3, 2012, S.6, 137-151)

8.12) Erkennen der Veränderlichkeit der Skala

Für den weiteren Verlauf des Interviews wirkte sich bei manchen Probanden die Interpretation der Skala positiv aus. Mit nur geringen Hinweisen meinerseits erkannten sechs der acht Probanden die Veränderlichkeit der Temperaturskala. Es hat sich hier als hilfreich herausgestellt direkt nach Temperaturwerten zu fragen, denn so mussten sich die Probanden mit der Skala auseinandersetzen und konnten anschließend erkennen, dass sich die Werte von Bild zu Bild unterscheiden.

Durch diese Intervention gelang es bei einer zusätzlichen Probandin ein Verständnisproblem bezüglich der Konturen von Gegenständen zu beseitigen:

„B5: Achso (erstaunt) mit den Skalen, die habe ich gar nicht beachtet. Die sind einfach geringer eingestellt worden oder? Kommt es auch auf die Einstellung darauf an?

I: Das macht das Ding automatisch.

B5: Ach so.

I: Weißt du jetzt warum man das Handy hier nicht sieht?

B5: Ja, jetzt habe ich es auch verstanden. Auf das habe ich jetzt nicht geachtet.“(Interview 5, 2012, S. 8, 191-198)

8.13) Beobachtung des Hintergrundes

Um zu überprüfen, inwieweit erkannt wird, dass auch der Hintergrund, der in den meisten Fällen blau angezeigt wurde, Infrarotstrahlung abgibt, wurden die Probanden dahingehend befragt. Dazu deutete ich jeweils auf diversen Bildern auf blau angezeigte Hintergrundobjekte und befragte die Personen, ob diese Punkte Strahlung aussenden.

Diese Frage wurde von sämtlichen dazu befragten Personen bejaht, einige gaben dazu eine Begründung an:

„I: Von wo würdest du sagen kommt von diesem Bild überall Infrarotstrahlung?

B3: Na ich glaube schon überall (-) Na ich weiß nicht. (--) Ohja schon der hat ja auch eine Temperatur eigentlich.“ (*Interview 3*, 2012, S. 6, 129-132)

„I: Also wo misst jetzt hier die Infrarotkamera eine Strahlung? Auf diesem Bild, wo misst die Infrarotkamera eine Strahlung?

(es wird auf das Infrarotbild der Bildkombination kaltes Wasser gedeutet)

B1: In dem Bild misst sie eigentlich im Prinzip von überall, nur dementsprechend immer andere Intensität von Strahlung von Infrarotstrahlung.“(*Interview 1*, 2012, S.6, 130-137)

„I: Und die Umgebung und so weiter da wird wieder nichts abgestrahlt? Oder?

B5: Wenig. Es wird natürlich ausgestrahlt, es wird immer irgendetwas ausgestrahlt, es ist nie das Nichts vorhanden ist. Ganz wenig, kommt aber glaube ich auch auf die Jahreszeit an, es ist ja ein Unterschied ob das jetzt im Winter gemessen wird oder im Sommer.“ (*Interview 5*, 2012, S.6, 133-139)

Hier sieht man, dass die Herangehensweise an diese Frage durchaus unterschiedlich war: Während ein Proband als Begründung die Temperatur heranzog, wählte eine andere Versuchsperson einen eher philosophischen Zugang mit ihrer Aussage, dass immer etwas existieren muss. Eine Begründung, die die Funktion der Kamera miteinbezog, wurde jedoch von keinem Probanden getätigt.

8.14) Interpretation der Aussage „Alle Gegenstände strahlen“

Wenngleich auf die Frage zur Strahlung des Hintergrundes die Antworten teilweise eher vage waren, hatten sämtliche Probanden die richtige Intuition bezüglich der letzten Frage.

Da die Konfrontation mit der Aussage „Alle Gegenstände strahlen“ von der Interpretation der Hintergrundobjekte beeinflusst wird und zudem generell bereits einige Schülerinnen und Schüler die Meinung vertraten, dass alle Objekte Strahlung aussenden, erwartete ich ein positives Ergebnis bei dieser abschließenden Frage.

Somit ergab sich, dass alle bis auf zwei Personen abschließend zur Erkenntnis kamen, dass sämtliche Gegenstände Infrarotstrahlung abstrahlen. Einige Probanden verwiesen dabei auf die gezeigten Bilder, insbesondere auf jenes Bild, bei dem die beiden Fernseher verglichen wurden:

„I: Ok, also wenn ich dich jetzt noch einmal nach dem Bild frage, und dich frage, von wo hier überall Infrarotstrahlung kommt, was würdest du mir da sagen?

B4: Jetzt, da ich das weiß, würde ich sagen, es kommt von überall Infrarotstrahlung.“ (*Interview 4*, 2012, S.10, 231-235)

„I: Ok und was würdest du dann abschließend dazu sagen wenn ich jetzt behaupte, dass sämtliche Gegenstände Strahlung aussenden.

B2: Ja, es ist so, man sieht es ja auch auf den Bildern.“ (*Interview 2*, 2012, S. 6, 142-145)

Eine Person äußerte Bedenken bezüglich der Aussage, dass alle Gegenstände strahlen. Dazu ein längerer Auszug aus dem Interview:

„I: Alle Gegenstände strahlen. Was würdest du sagen, stimmt das, stimmt das nicht? Auch wenn sie nur ein bisschen, das lassen wir auch gelten.

B6: Nein, ich kann mir das trotzdem nicht vorstellen.

I: Hast du eine Begründung warum?

B6: Nein, es kommt mir nur komisch vor und ungut.

I: Also du meinst das ist einfach ein ungutes Gefühl, wenn du weißt, alles strahlt.

B6: Also mit Strahlung da verbindet man etwas Negatives.

I: Ok, kannst du mir irgendetwas auf diesen Bildern aufzählen, von wo keine Strahlung herkommt?

B6: Nein

I: Ok, gut.

B6: Also schätze ich einmal wird es strahlen.

I: Fällt dir irgendein Gegenstand oder irgendetwas ein was vielleicht nicht strahlen könnte? Kennst du einen anderen Begriff für Infrarotstrahlung?

B6: Nein.

I: Wärmestrahlung wäre zum Beispiel eine Möglichkeit. Also du bist zwar der Meinung, dass auf diesen Bildern alles Strahlung aussendet, aber du glaubst meiner Aussage nicht, dass alle Gegenstände strahlen. Das ist die Zusammenfassung.

B6: Ich könnte es nicht wirklich sagen. Aber das glaube ich nicht, weil ich nicht genug darüber weiß und noch

keine Meinung darüber bilden kann. Es ist so, du sagst mir das und ich glaube dir das jetzt.

I: Und basierend auf dem, was wir gerade miteinander angeschaut haben?

B6: Würde ich sagen, dass alles strahlt.“(*Interview 6*, 2012, S. 6, 137-173)

Anhand dieses Interviews kann man erkennen, dass die Infrarotkamerabilder zum Nachdenken anregen. Hier trat zusätzlich die Schülervorstellung hervor, dass Strahlung immer schädlich sei. Diese Schülervorstellung führte dazu, dass das Umdenken bezüglich der Frage „Strahlen alle Gegenstände?“ erschwert wurde.

8.15) Individuelle Probleme eines Probanden

Abschließend möchte ich einen Probanden (B8) besonders hervorheben. Bei dieser Versuchsperson musste ich am stärksten hinsichtlich der Veränderlichkeit der Skala intervenieren – hier wies ich direkt darauf hin. Nachdem sich bei diesem Schüler auch nach der Besprechung der Skala Interpretationsschwierigkeiten und Fehler ergaben, was bei den anderen sieben Personen nicht mehr der Fall war, stellt dieses Interview eine Besonderheit dar.

Trotz des besonderen Hinwendens auf die Skala und der Aussage des Schülers, dass er meine Erklärung verstehe (vgl. *Interview 8*, 2013, S.8, 185-189), ergaben sich zwei weitere Verständnisprobleme.

Da diese Person die Farbskala nicht richtig interpretieren, beziehungsweise meine Erklärung nicht verinnerlichen konnte, interpretierte er die unterschiedlichen Farben auf den beiden Fernseherbildern durch eine Richtungsabhängigkeit der Kamerasensoren:

„I: Kommt von diesem Fernseher mehr Infrarotstrahlung als von da vom Fernseher?

B8: Ja.

I: Warum kommt da mehr?

B8: Weil es da näher ist und eher auf den zeigt.

I: Es ist nicht unbedingt näher, also an dem würde es nicht scheitern.

B8: Es zeigt halt eher auf den, nicht auf den Ofen.“

(Interview 8, 2013, S.9, 215-222)

Hier ist anzumerken, dass zu diesem Zeitpunkt der Proband bereits darauf hingewiesen wurde, dass sich die Skala an die jeweilige Umgebung anpasst. Während sämtliche andere Probanden nun mit der Relativität der Strahlungswerte argumentieren, bietet dieser Schüler eine Alternativerklärung. Laut ihm erscheint das Fernsehgerät auf jenem Bild mehr Strahlung abzugeben, in dem es zentriert fotografiert wurde.

Nach einer weiteren Intervention und dem Abfragen der Temperaturen auf beiden Bildern wurde dem Probanden klar, dass es sich um die gleiche Menge an Infrarotstrahlung handeln muss. Im Anschluss an diese Erkenntnis versucht er die unterschiedlichen Farbangaben durch einen unterschiedlichen Abstand der Kamera zum Fernsehgerät zu erklären. (vgl. Interview 8, 2013, S.10, 231)

Ich forderte den Schüler, wie einige andere Probanden auch, dazu auf, Dinge zu nennen, die auf den Infrarotkamerabildern keine Strahlung aussenden. Diese Bitte stellte den direkten Übergang zur Aussage „Alle Gegenstände strahlen“ dar und führte bei manchen Probanden zu mehr Sicherheit bezüglich der Konfrontation mit dieser Aussage.

Wie bereits beschrieben, erklärten sich sechs der acht Probanden mit der Aussage einverstanden, dass sämtliche Gegenstände strahlen. Während eine Person ihre Bedenken bezüglich der Gefährlichkeit von Strahlung äußerte, hatte der jetzt behandelte Proband einen besonderen Zugang zu dieser Frage.

Er erkannte zwar, dass auch blau angezeigte Gegenstände strahlen, jedoch war er der Meinung, dass Wasser keine Strahlung aussendet:

„I: Was sendet da überall Infrarotstrahlung aus auf dem Bild?

B8: Der Ofen und der Fernseher.

I: Ja sonst noch irgendetwas?

B8: Der Raum allgemein.

I: Also wenn ich dahin zeige, wird da Infrarotstrahlung ausgesendet?

(Es wird willkürlich auf einen blauen Bildpunkt gedeutet)

B8: Ja.

I: Ok. Siehst du irgendwo auf den Bildern einen Punkt wo keine Infrarotstrahlung ausgesendet wird?

B8: Da. *(Der Befragte zeigt auf das Wasserglas)*

I: Da kommt keine Infrarotstrahlung?

B8: Von da kommt keine, weil das Wasser sendet nichts bzw. das Glas.

I: Von da kommt also keine, wie kommst du auf die Idee, dass von da keine kommt?

B8: Weil Wasser, das ist einfach, weil Wasser sendet für mich einfach keine Infrarotstrahlung aus."

(Interview 8, 2013, S.10-11, 238-255)

Dieser Fehlvorstellung entgegnete ich mit Bildern eines Whirlpools mit heißem Wasser, was jedoch nicht zu einem Umdenken bezüglich der Strahlungseigenschaften von Wasser führte. Er korrigierte seine Aussage schließlich dahingehend, dass zwar der Wasserdampf Infrarotstrahlung abstrahle, nicht jedoch das Wasser selbst:

„I: Würdest du jetzt sagen, dass Wasser doch Infrarotstrahlung aussendet? Wenn du dir das Bild jetzt anschaust, oder habe ich dich jetzt gelinkt?

B8: (--) Ich würde noch immer sagen dass es nicht aussendet.

I: Warum nicht?

B8: Naja, obwohl, der Wasserdampf glaub ich sendet Wärme aus. Weil allgemein das Wasser (-).“

(*Interview 8*, 2013, S. 12, 275–281)

In diesem Zusammenhang ist zudem festzuhalten, dass dieser Schüler nicht aufgrund des Aggregatzustandes Wasser als nicht strahlend interpretiert. Dies zeigt sich, indem er selbst Lava als Gegenbeispiel einführt, das zwar flüssig ist, aber dennoch Infrarotstrahlung abstrahlt (vgl. *Interview 8*, 2013, S.12, 291-296). Im Laufe des Interviews war es auch nicht mehr möglich dieses Präkonzept, dass Wasser keine Infrarotstrahlung aussendet, zu berichtigen.

Die abschließende Frage, ob alle Gegenstände strahlen, bejahte der Proband, als Begründung gab er jedoch die Radioaktivität aller Objekte an (vgl. *Interview 8*, 2013, S. 13, 310–313).

Nachdem ich ihn mit der korrigierten Aussage „Alle Gegenstände strahlen Infrarotstrahlung ab“ konfrontierte, gab er an, dass er der Meinung sei, dass Papier (ebenfalls) keine Infrarotstrahlung aussendet. Hier versuchte ich zu intervenieren, indem ich ein Stück Papier mit der Hand erwärmte und dies mit der Kamera fotografierte:

„I: Wenn ich sage, alles strahlt Infrarotstrahlung aus.
Was würdest du dazu sagen?

B8: Papier glaube ich sendet keine ab.

I: Papier sendet keine ab?

B8: Ja, aber nur weil Sie die Hand darauf gehalten haben.

I: Aber von wo kommt dann die Strahlung?

B8: Es nimmt es nur auf.

I: Was nimmt es nur auf?

B8: Na die Wärme von Ihrer Hand.

I: Aber die Hand ist ja gar nicht mehr da.

B8: Aber sie bleibt trotzdem da, weil wenn man länger auf den Tisch greift und dann weggeht dann ist sie trotzdem da, aber.

I: Was ist warm?

B8: Naja, die Luft im Prinzip."

(Interview 8, 2013, S.13, 316-330)

Dieser Schüler konnte somit nicht davon überzeugt werden, dass sämtliche Objekte Infrarotstrahlung aussenden. Seine Aussagen zum Papier sind ähnlich gelagert wie die zum Wasser, das Medium selbst strahlt für ihn keine Strahlung ab, sondern lediglich der Dampf bzw. die Luft um das Medium herum.

8.16) Befragung der Probanden nach längerer Zeit

Leider folgten nur drei Probanden meiner Bitte, mir nach einigen Wochen zu schildern, was sie aus dem Interview lernen konnten.

Nachfolgend nun die Aussagen zweier Personen zu dieser Bitte. Die erste Person (B6) war jene Schülerin, die Bedenken äußerte bezüglich der Aussage, dass alle Gegenstände strahlen. Die zweite Person (B5) war eine Schülerin, welche die Skala nur durch Intervention meinerseits richtig kommentierte.

„B6: Hat es eigentlich gestimmt, dass alles strahlt?

I: Also: Kannst du eventuell nochmal zusammenfassen was dir in Erinnerung geblieben ist, was du Neues gelernt hast, was du dir im Vorhinein anders dachtest als es schlussendlich war, etc.?

B6: Vor allem die Wärmebilder. Und die letzte Frage hat mich nicht mehr loslassen. Ich war mir im Endeffekt nie sicher ob es dann richtig war oder nicht.“

„B5: Ich hab bisher nie wirklich auf solche Skalen geschaut, darum hat mich einiges dann verwirrt. Ich habe einfach nicht damit gerechnet, dass das bei den Bildern dann so einen Unterschied macht. Auch warum manche Körper mehr und manche weniger strahlen wusste ich nicht wirklich.“

9) Diskussion der Ergebnisse im Forschungskontext

Im Folgenden werden die Ergebnisse mit den Forschungsfragen in Zusammenhang gebracht. Das Kapitel wird somit in drei Teile unterteilt, wobei jeder Teil die Diskussion einer der drei Forschungsfragen darstellt.

Wie bereits erwähnt, sind diese Ergebnisse keinesfalls als allgemeine Aussagen zu betrachten, sie zeigen lediglich, welche Auffälligkeiten zumindest bei einzelnen Schülern und Schülerinnen auftreten können.

Da sich die Ergebnisse der Probanden aus den verschiedenen Schulstufen kaum unterscheiden, wird dies auch nur an besonders markanten Stellen erwähnt.

9.1) Vorkenntnisse bezüglich Infrarot und Infrarotkamera

- Mit welchen Vorkenntnissen über IR-Kameras und deren Bilder kann bei Jugendlichen gerechnet werden?

Es zeigte sich, dass sämtliche Schülerinnen und Schüler bereits von Infrarotstrahlung gehört hatten. Nachdem jedoch nur zwei der Probanden Infrarot als Strahlungsart nannten, empfiehlt es sich, bevor eine Infrarotkamera im Unterricht angewendet wird, Infrarotstrahlung und Strahlung im Allgemeinen im Unterricht zu besprechen.

Hinsichtlich des Gerätes sollte man von wenigen Grunderfahrungen seitens der Schülerinnen und Schüler ausgehen. Bei den Interviews zeigte sich, dass nur zwei Personen bereits eine solche Kamera verwendet hatten. Beide Personen waren selbst bei der Feuerwehr aktiv und wussten, wie ein solches Gerät bei der Brandbekämpfung eingesetzt wird.

Bilder einer Infrarotkamera waren sämtlichen Probanden bekannt. Der Grund hierfür könnte an der Verwendung solcher Bilder durch Baumärkte und Medien sein. Viele Probanden kannten die Bilder aus Isolationsuntersuchungen von Häusern und Werbematerial. Man kann also bis zu einem gewissen Grad davon ausgehen, dass solche Bilder bereits bekannt sind.

Gerade diese Bekanntheit in Verbindung mit Wärmedämmung könnte auch dazu führen, dass die Hälfte der Probanden die Infrarotbilder sofort mit dem Begriff „Wärmebildkamera“ assoziierten. Dies hat meiner Meinung nach insofern Einfluss auf den Unterricht, da somit der Begriff „Wärme“ berücksichtigt werden muss. Zusätzlich dazu sind infolgedessen auch

sämtliche Schülervorstellungen zur Wärmelehre bei einem Einsatz einer Infrarotkamera zu beachten.

Hinsichtlich der Funktion der Kamera ist festzuhalten, dass niemand die Funktionsweise korrekt erklären konnte. Da die Kamera selbst kaum bekannt ist, ist dies zwar nicht verwunderlich, jedoch muss hier, um etwaige Fehlvorstellungen zu vermeiden, von der Lehrerin oder vom Lehrer interveniert werden. Um eventuelle Missverständnisse zu vermeiden, empfiehlt es sich zudem zu erwähnen, dass von diesem Gerät keinerlei Gefahr ausgeht und die Messung nicht mit radioaktiven Strahlen durchgeführt wird. Wichtig ist, dass die Lehrperson betont, dass die Infrarotkamera nicht durch das Aussenden von Strahlung funktioniert.

9.2) Schülervorstellungen zur (Infrarot)strahlung

- Welche Schülervorstellungen zur (Infrarot)strahlung sind festzustellen?

Die Kamera muss Strahlung aussenden

Eine Schülervorstellung, die sich aus den Antworten zu der Funktionsweise der Kamera ergibt, ist eine auch aus der Optik bekannte Fehlvorstellung. Ähnlich zum Präkonzept, dass das Auge „Sehstrahlen“ aussendet, welche dann reflektiert werden, vermuteten sechs der acht Probanden, dass auch die Kamera zuerst Infrarotstrahlen aussenden muss. Diese häufig auftretende Fehlinterpretation zeugt einerseits davon, dass die Funktionsweise solcher Kameras von der Lehrkraft erklärt werden muss und andererseits davon, dass diese Fehlvorstellung bezüglich Strahlung stark ausgeprägt ist.

Bei einer Schülerin waren auch Verständnisschwierigkeiten bezüglich der Absorption und Reflexion von Strahlung zu erkennen: Während alle bis auf eine Probandin der Meinung waren, dass von in roter Farbe dargestellten Objekten mehr Strahlung käme, vermutete diese Versuchsperson, dass es umgekehrt sei. Sie argumentierte dies damit, dass ein wärmerer Gegenstand unter anderem deswegen wärmer ist, weil er weniger Strahlung reflektiert. (vgl. *Interview 3*, 2012, S.3, 60-61). Wenngleich diese Aussage in anderen Kontexten stimmen mag, ergibt sich bei dieser Interpretation ein Folgeproblem der Vorstellung, dass die Kamera Strahlen aussendet. Diese Schülerin vernachlässigt in diesem Zusammenhang zusätzlich, dass die Strahlung die von einem Objekt ausgeht, sich aus der reflektierten Strahlung und von der emittierten Strahlung des Objektes selbst zusammensetzt.

Um die Interpretation der Bilder zu erleichtern ist es deshalb meiner Meinung nach zu empfehlen, dass grundlegende Funktionsprinzipien der Kamera erklärt werden.

Temperatur und Strahlung als Eigenschaften von Objekten

Ein Präkonzept, welches bei mehreren Personen anzutreffen ist, ist die Vorstellung, dass manche Materialien und Objekte generell als warm angesehen werden und andere als kalt. Dies zeigt sich einerseits an Aussagen wie „Im Handy ist keine Wärme drinnen“ (*Interview 7*, 2013, S.5, 97) und andererseits an der Meinung eines Probanden, dass für ihn Wasser oder Papier keine Strahlung aussende beziehungsweise warm sei.

Diese Erkenntnis deckt sich mit der Literatur über Schülervorstellungen und zeigt zudem, wie schwer es ist dieses Präkonzept zu berichtigen. Trotz der Intervention mit Bildern von Whirlpools oder dergleichen war der Proband nicht von seiner Einstellung abzubringen. Dies zeigt, wie wichtig es ist im Unterricht immer wieder gegenzuprüfen, ob die eigene Intention beim Adressaten angekommen ist.

Fehlende Differenzierung des Begriffes „Strahlung“

Manche Aussagen von Probanden, legen nahe, dass sie der Meinung sind, dass sämtliche Strahlungen von der Kamera aufgenommen werden. Das deutet darauf hin, dass das Thema Strahlung wenig ausdifferenziert ist. Es werden somit viele verschiedene Strahlungsarten zusammengefasst. Augenscheinlich wird dies auch bei der Sorge einer Probandin gegenüber der Aussage, dass alle Gegenstände strahlen (vgl. Kapitel 8.14). Hier kommt wiederum die Schülervorstellung zum Vorschein, dass sämtliche Strahlung gefährlich sei. Hier ist es besonders zu erwähnen, dass diese Probleme auch in der Oberstufe auftreten und nicht nur in der Unterstufe, wo die Schülerinnen und Schüler noch wenig Erfahrungen mit dem Begriff Strahlung hatten. Dies hat zur Folge, dass ich es für unabdingbar ansehe, das Strahlungsspektrum und deren Einsetzbarkeit und Gefährlichkeit zumindest im Ansatz im Unterricht zu besprechen.

Unterscheidung zwischen Alpha-, Beta- und Gammastrahlung zu radioaktiver Strahlung

Ein für mich überraschendes Ergebnis war die dreimalige gleichzeitige Nennung von radioaktiver Strahlung mit Alpha-, Beta- und Gammastrahlung. Zu diesem Phänomen konnte ich keinerlei Hinweise in der gängigen Literatur finden, jedoch ist es nicht auszuschließen, dass dies alles genannt wurde, um zumindest ‚etwas zu sagen‘. Retrospektiv wäre es hier interessant gewesen zu untersuchen, in wie weit diese Meldungen aus fehlendem Wissen über den Zusammenhang oder vom ‚Rauskramen‘ sämtlicher Wörter im Zusammenhang mit Strahlung entstanden.

9.3) Lernschwierigkeiten und Interpretationsprobleme beim Einsatz einer Infrarotkamera

- Welche Lernschwierigkeiten können beim Einsatz einer Infrarotbildkamera gefunden werden?

Große Probleme beim Erkennen und Interpretieren der Skala

Jenes Interview der Schülerin, die zwar die Farben rot und blau richtig interpretierte aber die weißen Bildpunkte nicht zuordnen konnte, legt die Vermutung nahe, dass auf den ersten Blick die Skala nicht beachtet wird. Betrachtet man nämlich die Skala, ist es durchaus ersichtlich, dass der weiße Bereich direkt im Anschluss an den roten Bereich in Erscheinung tritt:



Abbildung 9: Skala der Infrarotkamera

Hier ist zudem anhand der Temperaturbereiche klar, dass die weißen Bildpunkte jene Objekte auf einem Infrarotbild darstellen die am heißesten sind. In diesem Zusammenhang liegt die Vermutung nahe, dass die Farbe Rot intuitiv mit Wärme in Verbindung gebracht wird und nicht die Temperaturskala für diese Erkenntnis herangezogen wird. Hier wäre es in einer Folgeuntersuchung interessant, inwieweit sich die Ergebnisse bei umgedrehter Farbskala ändern.

Zur Farbskala ist zusätzlich zu sagen, dass eine schwarz-weiß Skala keine nennenswerten Zusatzinformationen lieferte. Falls man jedoch im Unterricht die Kamera nur kurz anwenden will und die Zeit für eine genauere Einführung fehlt, so denke ich, dass sich eine schwarz-weiß Skala besser eignet. Hier sind zwar Abstufungen schwerer zu erkennen, jedoch sind nur zwei Farben und deren Übergang zueinander zu interpretieren und nicht ein größeres Farbspektrum wie bei der oben dargestellten Farbskala.

Die Probleme bezüglich der Skala beschränkten sich nicht nur auf die Wahrnehmung derselben, es zeigte sich auch, dass die Veränderlichkeit der Skala von Schülerinnen und Schülern nicht bemerkt wurde. Dies tritt meist eher unterschwellig zum Vorschein, zum Beispiel als eine Schülerin behauptet, dass zwei weiß angezeigte Objekte an verschiedenen Bildern dieselbe Strahlung aussenden (vgl. Kapitel 8.6). Am eindeutigsten ergab es sich bei

jener Probandin, die klar feststellte, dass sie auf die Skala nicht achtete (vgl. Kapitel 8.12). Dieses Erlebnis, war für diese Person sogar so einprägsam, dass sie es einige Wochen später noch in Erinnerung hatte (vgl. Kapitel 8.16).

Diese Entdeckung bezüglich Lernschwierigkeiten im Zusammenhang mit einer Infrarotkamera ist die auffälligste, die sich durch sämtliche Interviews zog – alle Teilnehmer zeigten zumindest kurzzeitig Unsicherheiten bezüglich der Skalen. Die Gründe dafür können natürlich weit gestreut sein. Für mich liegt jedoch folgende Vermutung nahe: Hierzu betrachtet man Infrarotaufnahmen von Firmen die in den Medien vertreten beziehungsweise weit verbreitet sind:



Abbildung 10: Aufnahme einer Wärmebildkamera Werbung im Internet (Hornbach, 17.4.2013)



Abbildung 11: Werbung in einer öffentlich ausliegenden Zeitschrift (Niederösterreich, 2013)



Abbildung 12: Aufnahme einer Wärmebildkamera - Werbung im Internet (EVN, 23.8.2013)

Anhand dieser Bilder bemerkt man, dass viele Infrarotaufnahmen, mit denen Schülerinnen und Schüler in Verbindung kommen könnten, keine vollständige Skala aufweisen. Während die ersten beiden Aufnahmen gänzlich ohne Farbskala dargestellt werden, fehlt bei der dritten die Temperaturangabe. In Anbetracht der Tatsache, dass viele Befragten angaben,

solche Bilder vom Hausbau und den Medien zu kennen, kann man auch nicht erwarten, dass die Skala erkannt, beziehungsweise richtig interpretiert wird. Diese Entdeckung könnte somit einen Grund darstellen, wieso teilweise die Skala gar nicht und die Veränderlichkeit derselben nur nach mehrmaligen Hinweisen erkannt wurde.

Als Intervention bezüglich dieser Fehlvorstellung haben sich die Bilder der Niveaustufe zwei bewährt. Wie anhand der Kapitel 8.10 und 8.11 ersichtlich ist, konnte zumindest teilweise ein Umdenken bezüglich der Skala erreicht werden. Hierzu ist vor allem zu sagen, dass sich ein konkretes Abfragen von Temperaturwerten als hilfreich herausgestellt hat. Dadurch waren die Probanden gezwungen sich genauer mit der Temperaturskala auseinanderzusetzen und konnten so die Veränderlichkeit bemerken.

Aus diesem Grund würde ich vor dem Einsatz der Kamera im Unterricht Beispielbilder verwenden, bei denen ich die Schülerinnen und Schüler direkt Temperaturen zu gewissen Punkten eintragen lasse. Inwieweit dies die Aufnahme der Bilder, verändert wäre ein Ansatzpunkt für zukünftige Forschungsarbeiten.

Technische Geräte stören die Kameraaufnahme

Eine weitere Fehlvorstellung, die sich bei manchen Probanden erkennen lässt, ist jene, dass sämtliche elektromagnetische Strahlung von der Kamera aufgenommen wird (vgl. Kapitel 8.8). Dies lässt sich auch auf vorhin angesprochene Präkonzepte gegenüber Strahlung zurückführen. Da die verschiedenen elektromagnetischen Strahlungen nur wenig differenziert betrachtet werden, fällt es den Schülerinnen und Schüler schwer die Strahlung von technischen Objekten zu interpretieren. Hier könnten Bilder eines eingeschalteten Mobiltelefons mit aktiviertem Infrarotsender hilfreich sein, damit Schüler und Schülerinnen erkennen können, dass dieses Gerät tatsächlich nur Strahlung im Infrarotbereich aufnimmt.

Hier ist anzumerken, dass mit aktiviertem Infrarotsender, jenes Bauteil gemeint ist, das in älteren Mobiltelefonen zur Datenübertragung verwendet wurde. Diese Technologie wurde jedoch inzwischen von Bluetooth abgelöst. Gemäß der Theorie könnte man so besprechen, dass zwar viele elektromagnetische Strahlen vom Handy ausgehen jedoch nur jene von Infrarotsender gemessen werden, da es sich ja um ein Infrarotmessgerät handelt.

9.4) Abschließende Betrachtungen

Abschließend ist festzustellen, dass viele Schülervorstellungen, die in der Literatur zum Thema Strahlung zu finden sind, auch beim Einsatz einer Infrarotkamera anzutreffen sind. So konnten bezüglich Strahlung und Wärme einige Übereinstimmungen gefunden werden.

Von großer Bedeutung ist die Feststellung, dass die Funktionsweise der Kamera nicht naheliegend ist. Hier sollte unbedingt darauf hingewiesen werden, dass die Kamera wie ein Auge funktioniert und nicht mit Hilfe einer Ausstrahlung seitens der Kamera. Eine weitere bedeutende Erkenntnis bezüglich der Infrarotkamera ist, dass die Skala eindeutig im Vorhinein besprochen werden muss, um Fehlinterpretationen zu vermeiden.

Als Intervention hat sich, zumindest bei meinen Interviews herausgestellt, dass es sinnvoll ist direkt Temperaturwerte abzufragen, da sich die Schülerinnen und Schüler so eingehender mit der Skala beschäftigen müssen.

Weiters möchte ich festhalten, dass sich das Niveau meiner Probanden zwischen den verschiedenen Schulstufen hinsichtlich meiner Fragestellungen nicht markant unterschied. Es ist jedoch aufgefallen, dass die Streuung, hinsichtlich der Qualität der Antworten, sehr groß war. Dieser Effekt war unabhängig vom Alter, so waren die Maturanten und Maturantinnen nicht fehlerfrei und die Unterstufenschüler konnten mit guten Überlegungen aufzeigen.

Generell war ich von der Dominanz der Skala hinsichtlich Interpretationsschwierigkeiten überrascht. Die Wahrnehmung dieser Skala scheint ein elementares Schlüsselerlebnis für das Verständnis von Infrarotbildern zu sein. Sobald die Schülerinnen und Schüler diesen Schritt schafften, waren auch viele der Probandinnen und Probanden der Einsicht, dass sämtliche Gegenstände strahlen. Dies ist meiner Meinung nach insofern erstaunlich, weil gerade diese Aussage schwer zu verdeutlichen ist und sie dank der Mithilfe der Kamera zumindest teilweise verstanden werden konnte. Dahingehend würde ich bei Themen, die einen Einsatz der Wärmebildkamera erlauben, sie auch verwenden, wenngleich das sicherlich einiges an Vorbereitungszeit hinsichtlich der Erklärung zur Kamera erfordert.

Abschließend möchte ich noch einmal betonen, dass sämtliche Ergebnisse nicht als repräsentativ zu betrachten sind, sondern, dass sie lediglich mögliche Fehlvorstellungen darstellen. Es ist jedoch zu erwarten, dass einige dieser Lernschwierigkeiten bei mehreren

Schülerinnen und Schüler zum Vorschein kommen. In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich somit, im Sinne eines qualitativ hochwertigen Unterrichts, die Ergebnisse meiner Studie zu berücksichtigen und etwaige Fehlvorstellungen schon im Vorhinein anzusprechen.

10) Anhang

10.1) Vorinterview – Leitfaden

- I. „In einer Zeitung stand kürzlich, dass sämtliche Gegenstände strahlen. Was denkst du darüber?“
- II. Was denkst du darüber, wenn ich dir sage, dass damit die Wärmestrahlung gemeint war? Ändert dies etwas an deiner Aussage?

Es folgen einige Bilder einer Wärmebildkamera, es ist zusätzlich das Originalbild dabei. Nun wird den Schülerinnen und Schülern folgendes erläutert:

Eine Wärmebildkamera registriert die von einem Gegenstand ausgehende Wärmestrahlung, je nach Intensität wird auf dem Bild eine andere Farbe angezeigt, zusätzlich kannst du an einer Skala ablesen, welche Farbe welcher Temperatur zuzuweisen ist.

Es wird somit den Schülerinnen und Schülern zunächst die Wärmebildkamera erklärt und anschließend eine solche Kamera vorgezeigt, damit sie mit der Technik vertraut werden.

- III. Versuche nun bei jedem Bild zu sagen, welcher Gegenstand strahlt. Kannst du erklären, warum du auf diesen Gedanken kommst?
- IV. Woran erkennt man bei einer Wärmebildkamera, welche Gegenstände Wärme abstrahlen?
- V. Beachte nun bei allen Bildern die Farbe des Hintergrundes, was fällt dir dabei auf manchen Bildern auf?
- VI. Wie würdest du jetzt die Aussage: „Alle Gegenstände strahlen“ bewerten?

Ziel ist es über typische Wärmequellen zuerst ein Gefühl für die Wärmebildkamera zu entwickeln und zur Erkenntnis zu kommen, dass alles was rot angezeigt wird viel Wärme abstrahlt. Über die Überleitungsbilder soll gezeigt werden, dass auch unscheinbare Dinge Wärme abstrahlen (Tisch). Dadurch soll man feststellen können, dass verschiedene Gegenstände zwar unterschiedlich viel aber jedenfalls Wärme abstrahlen.

10.2) Interviewleitfaden der Hauptstudie - Infrarotstrahlung

10.2.1) Legitimation und Einleitung

„Mein Name ist Markus Meiringer und im Rahmen meiner Diplomarbeit im Gebiet der Fachdidaktik Physik beschäftige ich mich mit didaktischen Fragestellungen rund um das Thema „Strahlung“. Da es dazu erst sehr wenige Untersuchungen gibt, interessiere ich mich vorrangig dafür, welche Vorstellungen Schülerinnen und Schüler damit verbinden. Um einen ersten Einblick zu bekommen, möchte ich gerne einige Interviews mit Schülerinnen und Schüler verschiedener Altersstufen führen.

Die Interviews werden jeweils ca. 15 Minuten dauern und zur Dokumentation elektronisch aufgenommen werden. Selbstverständlich erfolgt die Auswertung der Interviews unter Wahrung der Anonymität.

Abschließend möchte ich mich schon im Vorhinein für deine Teilnahme an dieser Forschung bedanken.“

10.2.2) Vorgehensweise und Grobstruktur

1) Arten von Strahlung

„Welche Arten von Strahlung kennst du?“

2) Einführung der Infrarotkamera

(Entweder wird diese hergezeigt oder ein Bild und eine Aufnahme werden der Probandin oder dem Probanden zur Verfügung gestellt)

„Hast du solche Bilder schon einmal gesehen? Zum Beispiel in der Werbung oder beim Hausbau?“

„Versuche zu erklären wie diese Kamera funktionieren könnte.“

3) Erste Bilder

„Ich zeige dir nun einige Bilder dieser Kamera. Versuche jeweils zu erklären was du auf diesen Bildern siehst. Denke außerdem darüber nach wie die Bilder zustande gekommen sein könnten.“

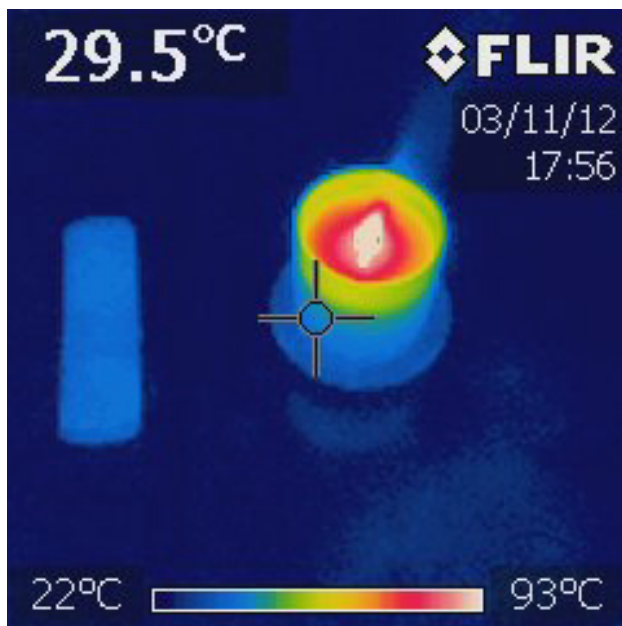


Abbildung 13 : Bildkombination 1 - Kerze

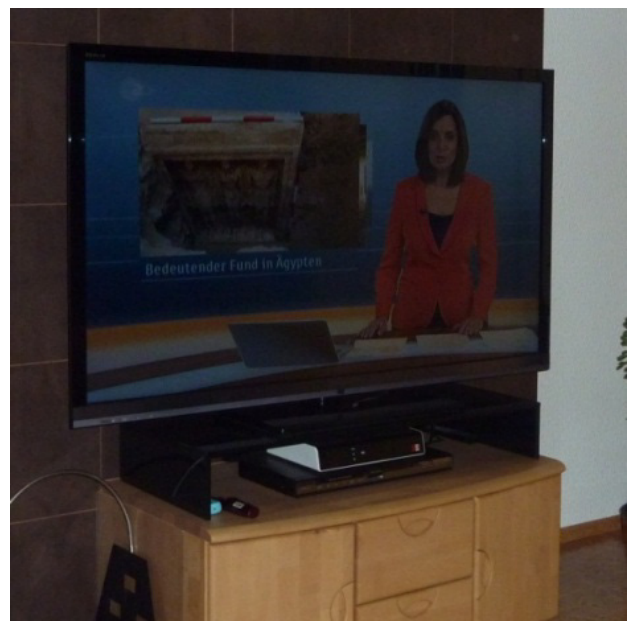
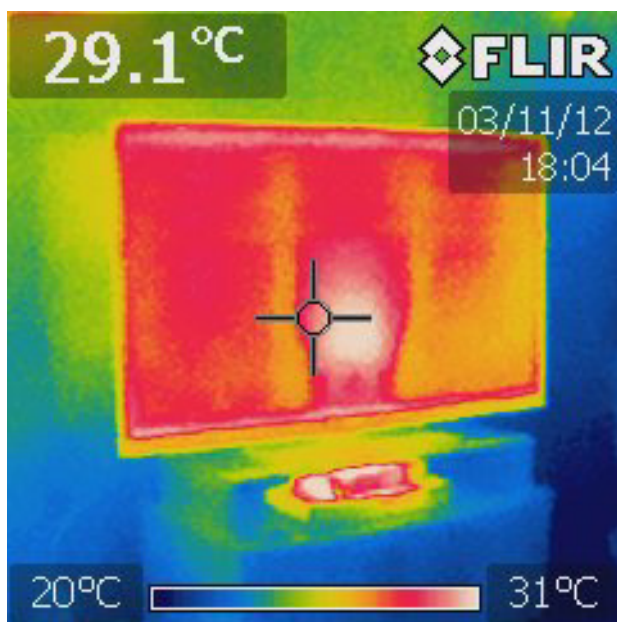


Abbildung 14: Bildkombination 2a – Fernseher I

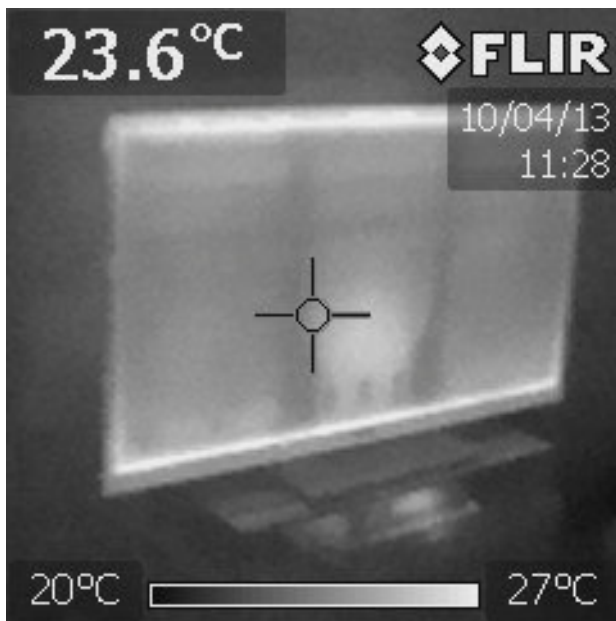


Abbildung 15: Bildkombination 2b – Fernseher II (schwarz-weiß)

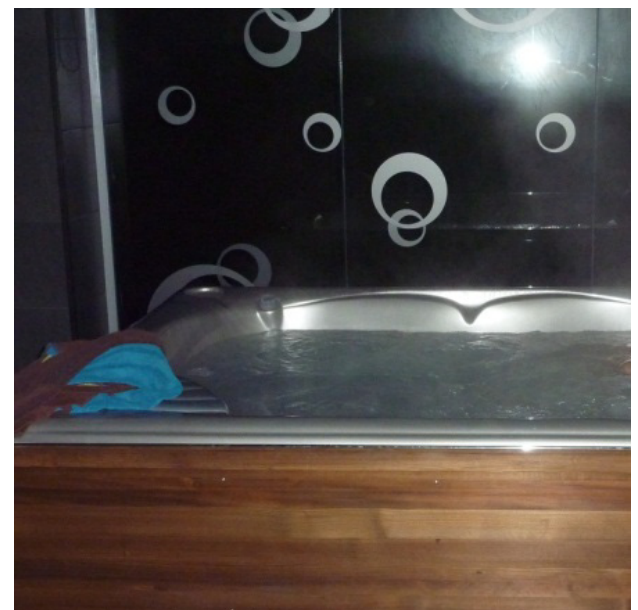
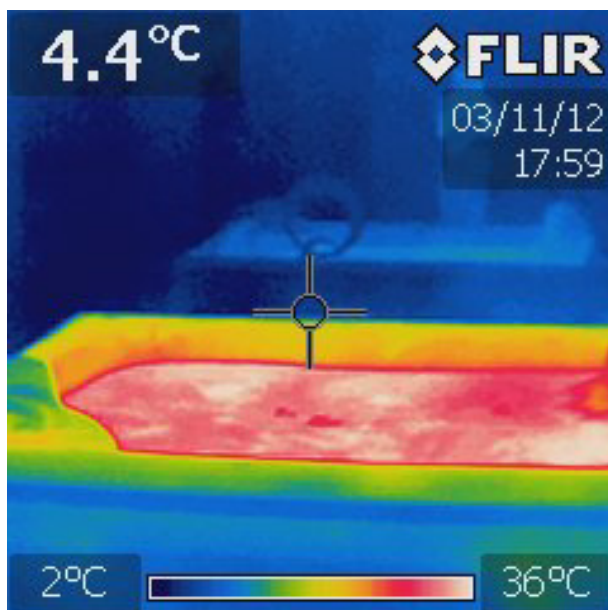


Abbildung 16: Bildkombination 3 - Whirlpool

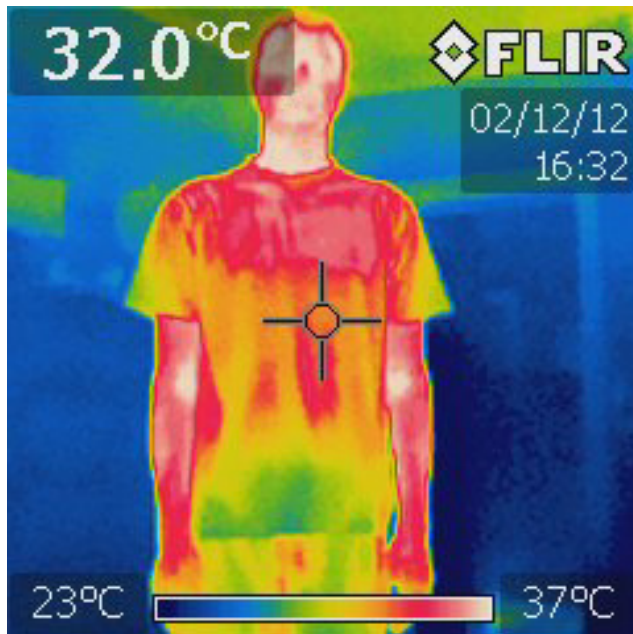


Abbildung 17: Bildkombination 4 - Person

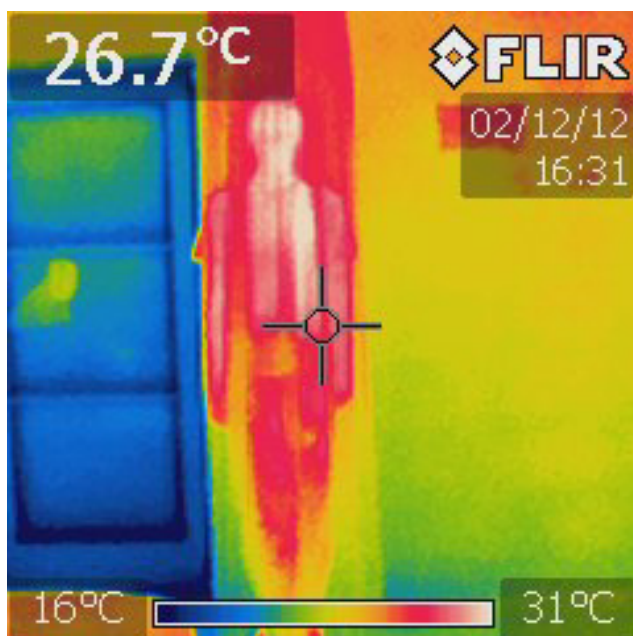


Abbildung 18: Bildkombination 5 – Person hinter Vorhang



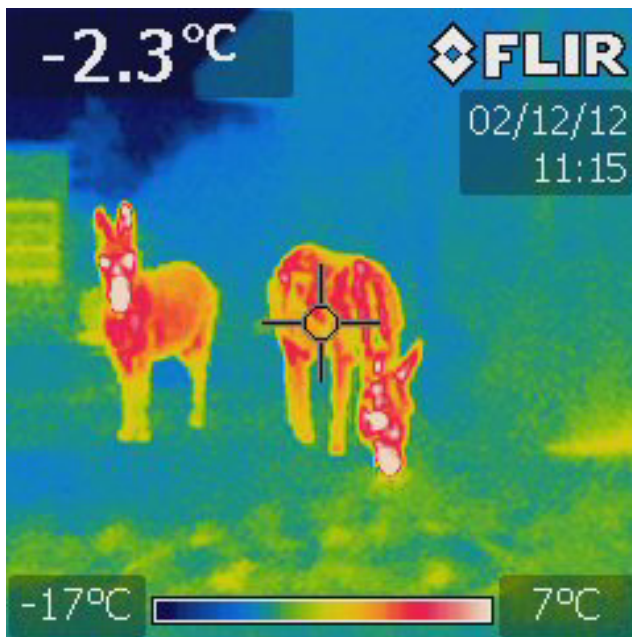


Abbildung 19: Bildkombination 6 – Esel I

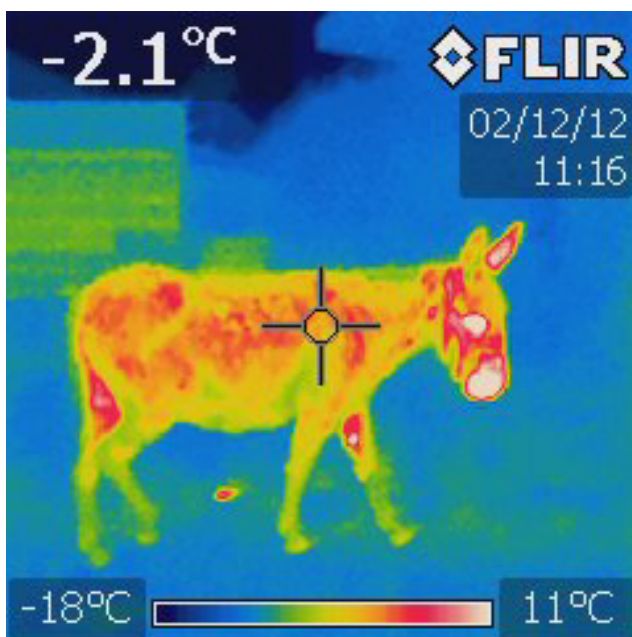


Abbildung 20: Bildkombination 7 – Esel II

(Bis hierhin werden die Antworten des Interviewees abgewartet. Stellt sich heraus, dass falsche Vorkenntnisse herrschen, werde ich die Funktionsweise der Kamera mit Hilfe der Infrarotstrahlung erklären.)

„Kannst du nun nochmal meine Erläuterungen in eigenen Worten wiederholen? Wie würdest du einem guten Freund erklären, wie diese Kamera funktioniert?“

(Ab hier sind wieder alle Probanden auf den gleichen Stand, sei es aufgrund des eigenen Wissens, oder aufgrund meiner nachfolgenden Intervention:)

„Dies sind Bilder einer Infrarotkamera. Eine Infrarotkamera registriert die von einem Gegenstand ausgehende Infrarotstrahlung, je nach Intensität wird auf dem Bild eine andere Farbe angezeigt, (umso rötlicher umso mehr Infrarotstrahlung wird gemessen). Zusätzlich kannst du an einer Skala ablesen, welche Farbe welcher Temperatur zuzuweisen ist.“

4) Neuerliches Betrachten der Bilder nach der Erklärung der Infrarotkamera

„Versuche nun neuerlich, mit meiner zusätzlichen Information, jedes Bild zu interpretieren. Versuche Aussagen zu machen wie viel Strahlung die einzelnen Gegenstände abgeben.“

5) Intensität der Infrarotstrahlung

„Woran erkennt man beim Einsatz einer Infrarotkamera, welche Gegenstände viel oder wenig Infrarotstrahlung aussenden?“

(Hier die Frage stellen, falls sie nicht schon im Gesprächsverlauf beantwortet wurde:)

„Du hast nun einige Dinge benannt, die Infrarotstrahlung abstrahlen, wie bist du jeweils auf deine Schlussfolgerung gekommen?“

6) Bilder der Niveaustufe II kommen hinzu

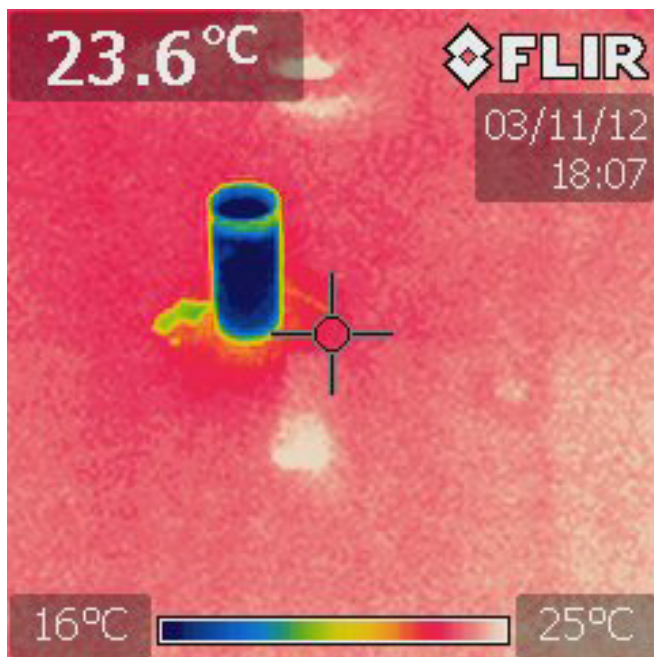


Abbildung 21: Bildkombination 8 – kaltes Wasser

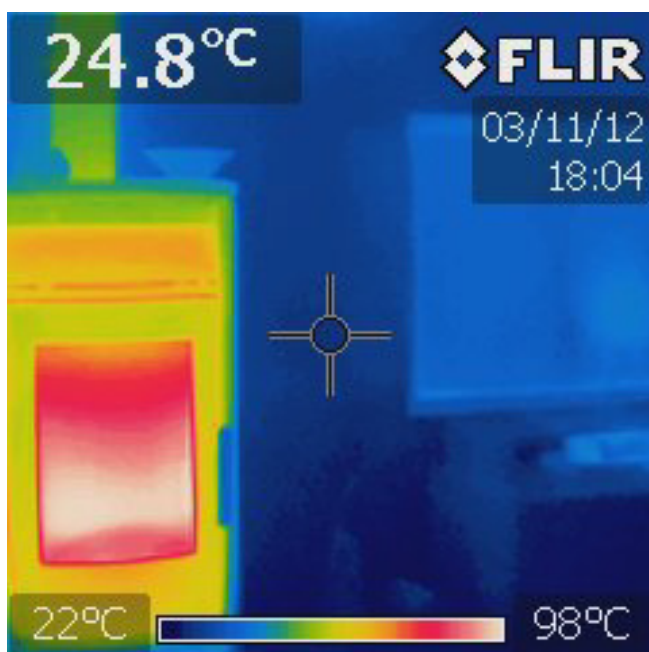


Abbildung 22: Bildkombination 9 - Ofen

7) Interpretation der neuen Bilder

„Betrachte nun die neuen Bilder und versuche die Bilder wieder zu interpretieren. Was sagen die Bilder der Infrarotkamera aus?“

eventuell: (Was strahlt wie stark auf den Bildern?)

8) Interpretation der Aussage „Alle Gegenstände strahlen“

„Was würdest du zu der Aussage „Alle Gegenstände strahlen“ sagen?“

„Denke nochmal nach, was du über die einzelnen Bilder gesagt hast, wie würdest du die obige Aussage interpretieren?“

10.3) Transkriptionen

10.3.1) Interview 1

Allgemeine Informationen

<u>Dauer des Interviews:</u>	15 Minuten
<u>Datum des Interviews:</u>	Dezember 2012
<u>Version:</u>	anonymisiert

Informationen zur Person

<u>Geburtsjahr:</u>	1995
<u>Geschlecht:</u>	männlich
<u>Bildungsstand:</u>	AHS - elfte Schulstufe abgeschlossen
<u>Beruf:</u>	Schüler
<u>Migrationshintergrund des Befragten:</u>	keiner
<u>Geographische Region:</u>	Niederösterreich
<u>Art des Gesprächs:</u>	Face to Face Interview
<u>Befragungsmethode:</u>	halbstrukturierte Leitfadeninterviews

Die verwendeten Bildkombinationen sind dem Anhang der Diplomarbeit zu entnehmen.

1 Transkription Interview 1

2

3 I: Welche Arten von Strahlung kennst du?

4 B1: Strahlung? Gammastrahlung (.) Radiowellen (.) kosmische
5 Strahlung (--) normales sichtbares Licht (---) und sonst
6 fällt mir keine ein.

7 I: Kennst du Infrarotstrahlung?

8 B1: Ja.

9 I: Das ist eine Infrarotkamera, hast du so etwas schon einmal
10 gesehen? Du kannst es in die Hand nehmen und schauen.

11 B1: Nein. So eine Art Wärmebildkamera wird das sein.

12 I: Genau richtig. Hast du Bilder, die solche Kameras
13 aufnehmen schon einmal gesehen?

14 B1: Ja, die sind mir bekannt.

15 I: Wo denn? Woher kennst du das?

16 B1: Ich kenne es von der Feuerwehr, von den Wärmebildkameras
17 zum Glutnester suchen oder so von Dämmungsschutz -
18 Untersuchungen die es so gibt.

19 I: Ja, ok super. Wie glaubst du funktioniert so eine Kamera,
20 was hast du für ein Gefühl?

21 B1: Durch die Infrarotstrahlung wird irgendwie die Temperatur
22 gemessen.

23 I: Ja, wie stellst du dir das vor, dass das funktioniert?

24 B1: Es wird irgendwie Infrarot aussenden und dem Objekt wo es
25 zurückstrahlt aber wie es genau vonstattengeht (.) über
26 das was zurückkommt wird es dann gemessen aber wie genau
27 weiß ich nicht.

- 28 I: Ok und wie kommen dann die Farben zustande, wie würdest du
29 das sagen?
- 30 B1: Die Farben sind dann durch bestimmte Parameter
31 wahrscheinlich im System drinnen festgelegt um die Daten
32 sichtbar zu machen
- 33 I: Jetzt schauen wir uns ein paar Bilder an. Ich lege dir
34 jetzt ein paar Bilder her und du sagst mir einfach bitte
35 einmal: Was siehst du auf den Bildern und versuche es mir
36 einfach zu erklären.
- 37 B1: Sind das dieselben Bilder?
- 38 (Anmerkung: Zwei nicht zueinander passende Bilder)
- 39 I: Ah, da hab ich ein Falsches erwischt.
- 40 B1: Das passt nicht ganz zusammen.
- 41 (Bildkombination Kerze kommt auf den Tisch)
- 42 I: Sag mir einfach: wie glaubst du kommen diese Bilder
43 zustande, also rein von der Kameraaufnahme usw.
- 44 B1: Das ist ein normales Foto und das ist über die
45 Infrarotkamera. Ja die Bilder, hier sieht man genau mit
46 die Indikatoren von blau bis rot hier angezeichnet, rot
47 ist meistens wo es am heißesten ist, eben sieht man dann
48 die Flamme und umso mehr Blauton drinnen ist, umso kühler
49 ist das Ganze.
- 50 I: Und was kommt dann bei der Kamera an, wie glaubst du merkt
51 die Kamera dass es da gerade rot, oder wie du gesagt hast,
52 warm, ist?
- 53 B1: Es könnte auch sein, dass die gewissen Geräte durch die
54 Wärme, weil Infrarot ist ja eigentlich Wärme -
55 Wärmestrahlung im Endeffekt, dass vielleicht die Kamera

56 genau diese Wärmestrahlungen die die Kerze aussendet misst
57 und dann in dieses Bild umwandelt.

58 (Interviewer zeigt auf einen blauen Bereich des ersten
59 Infrarotbildes)

60 I: Und was misst es dann zum Beispiel was hier blau ist, was
61 würdest du sagen?

62 B1: Das wird gemessen, dass ist da wo es in dem Kreis ist?

63 I: Oder generell, da unten wo es dunkel ist, was misst die
64 Kamera hier?

65 B1: Ja es misst eigentlich auch was weil (.) sendet ja auch
66 Wärme aus bzw. hat ein gewisse Wärme, nicht so viel wie
67 bei der Kerze zum Beispiel.

68 (Interviewer legt Bildkombination Fernseher I vor)

69 I: Nächstes Bild, es sind teilweise relativ ähnliche Bilder.
70 Gleiche Vorgehensweise wie vorher, was würdest du dazu
71 sagen?

72 B1: Hier ist es sozusagen eine Irritation des Gerätes, denn
73 ich glaube nicht, dass der Fernseher eine höhere
74 Temperatur hat als die Wand. Ich glaube. dass das ziemlich
75 die gleiche Temperatur hat, also nicht so ein gewaltiger
76 Unterschied ist.

77 I: Wenn du sagst gewaltiger Unterschied, was ist der
78 Unterschied?

79 B1: Naja es ist jetzt hier sieht man zwar einen Unterschied
80 bis zu zehn Grad und ich glaube nicht, dass das der
81 Wahrheit entspricht, das heißt durch die Strahlung die der
82 Fernsehen aussendet wird das Gerät irritiert."

83 (Als Alternative zum Infrarotbild des Bildpaares Fernseher
84 I wird ein selbiges in schwarz - weiß (II) gelegt)

- 85 I: Ok, jetzt zeige ich dir das Ganze nochmals in schwarzweiß.
86 Die Farben sind jetzt etwas anders weil es zu einem
87 anderen Zeitpunkt aufgenommen wurde. Siehst du direkte
88 Parallelen zwischen den zwei Bildern, sind beide Bilder
89 gleich logisch oder ist eines klar und eines unklar?
- 90 B1: Die Parallele ist hier dadurch das der Fernsehen auch
91 wieder heller ist was da der Indikator ist das es
92 eigentlich wärmer ist oder zumindest mehr Strahlung
93 vorhanden ist.
- 94 I: Ja, sehr gut. Was siehst du da.
95 (Bildkombination kaltes Wasser wird gelegt)
- 96 B1: Es ist eindeutig, dass das Wasser kühler ist. Also hier
97 kann man die Messung die das Gerät macht als richtig
98 einstufen, weil das Wasser ja in dem Fall kühler ist - und
99 sonst - also hier stimmt das wieder zusammen mit der Wärme
100 und das Handy, also die Strahlung geht eigentlich komplett
101 unter, also das sieht man überhaupt nicht.
- 102 I: Gut.
- 103 B1: Das lässt vielleicht darauf schließen, dass das Handy
104 komplett ausgeschalten ist und dass es keine Strahlung
105 aussendet.
- 106 I: Das Handy war eingeschalten.
- 107 B1: Es war eingeschalten ok.
- 108 I: Jetzt erkläre ich dir noch ganz kurz wie das überhaupt
109 funktioniert mit der Infrarotkamera. Du hast gesagt sie
110 sendet etwas aus, das ist nicht so. Sie nimmt einfach nur
111 auf wie viel Strahlung von einem gewissen Punkt in diese
112 Linse der Kamera hier fällt. Also es muss selbst gar
113 nichts aussenden. Die Technik gibt es zwar auch noch
114 zusätzlich für Nachtsichtgeräte, aber generell genügt für

115 so Infrarotkameras nur das was ausgesendet wird. Eben je
116 nach dem: Umso stärker Infrarot ausgesendet wird umso
117 roter ist es dann oder umso blauer umso weniger wird
118 ausgesendet. Und sie nimmt eben nur die Infrarotstrahlung
119 auf. Das (Handy) hat jetzt damit zu tun: Ein Handy wenn du
120 von der Handystrahlung sprichst - das ist eben keine
121 Infrarotstrahlung.

122 B1: Das ist ja eine Radiowelle.

123 I: Ja, richtig.

124 B1: Weil hier sieht man ja dann das Handy, das ist eigentlich
125 interessant. (Deutet auf Bildkombination Kerze)

126 I: Was kann hier der Grund dafür sein, dass man das Handy
127 sieht?

128 B1: Ist es möglicherweise so, dass es kurz vorher in die Hand
129 genommen wurde und man dadurch noch eine Restwärme hat.

130 I: Also wo misst jetzt hier die Infrarotkamera eine
131 Strahlung? Auf diesem Bild, wo misst die Infrarotkamera
132 eine Strahlung?

133 (Es wird auf das Infrarotbild der Bildkombination kaltes
134 Wasser gedeutet)

135 B1: In dem Bild misst sie eigentlich im Prinzip von überall,
136 nur dementsprechend immer andere Intensität von Strahlung,
137 von Infrarotstrahlung.

138 I: Wo zum Beispiel mehr und wo weniger?

139 B1: Mehr in dem Fall überall, weniger dezitiert beim Glas
140 beim Wasser.

141 (Bildkombination Ofen wird gelegt)

142 I: Ein Bild noch, hier haben wir eigentlich zur gleichen Zeit
143 aufgenommen wie dieses hier. Da ist der Fernseher (BK

144 Fernseher I) und da ist der Fernseher(BK Ofen), wie
145 erklärst du die hier die Farbunterschiede?

146 B1: Der Farbunterschied ist, dass hier das Spektrum viel
147 größer ist, also der Unterschied, weil der Ofen eben im
148 Bild ist und der Ofen die meiste Infrarotstrahlung abgibt
149 und dadurch die Strahlung die der Fernseher abgibt weniger
150 wird also nicht mehr so ins Gewicht fällt. Man sieht es
151 schon noch leicht zwischen Wand und Fernseher ist ein
152 Unterschied, aber es ist schon um einiges geringer.

153 I: Eine Frage, kommt jetzt von dem Bild in der Situation mehr
154 Strahlung vom Fernseher als in der Situation? (hier wird
155 vergleichend die Bildkombination Fernseher und Ofen
156 angesprochen)

157 B1: Nein, eigentlich nicht, das ist gleich, es ist nur durch
158 das Spektrum der Temperaturunterschied der im Endeffekt
159 ist. Aber die Strahlungswerte sind eben anders, dadurch
160 wirkt sich das(---)

161 I: Abschließend noch eine Frage, was würdest du zu der
162 Aussage sagen das alle Gegenstände strahlen?

163 B1: (--) Ja im Endeffekt schon, eigentlich es hat ja jeder
164 Gegenstand eine gewisse Temperatur, von daher hat es auch
165 eine gewisse Infrarotstrahlung.

166 I: Ok, danke sehr.

10.3.2) Interview 2

Allgemeine Informationen

<u>Dauer des Interviews:</u>	15 Minuten
<u>Datum des Interviews:</u>	Dezember 2012
<u>Version:</u>	anonymisiert

Informationen zur Person

<u>Geburtsjahr:</u>	1995
<u>Geschlecht:</u>	weiblich
<u>Bildungsstand:</u>	AHS - elfte Schulstufe abgeschlossen
<u>Beruf:</u>	Schüler
<u>Migrationshintergrund der Befragten:</u>	keiner
<u>Geographische Region:</u>	Niederösterreich
<u>Art des Gesprächs:</u>	Face to Face Interview
<u>Befragungsmethode:</u>	halbstrukturierte Leitfadeninterviews

Die verwendeten Bildkombinationen sind dem Anhang der Diplomarbeit zu entnehmen.

1 Transkription Interview 2

2

3 I: Welche Arten von Strahlung kennst du?

4 B2: Au (-) Strahlung (-)radioaktive Strahlung,
5 Infrarotstrahlung, UV Strahlung (-) gehört auch dazu?

6 I: Ja, du bist jetzt die Erste die genau die Strahlung
7 genannt hat um die es jetzt gehen wird und zwar die
8 Infrarotstrahlung. Ich zeige dir jetzt gleich einmal eine
9 Infrarotkamera, ich weiß nicht ob du so etwas schon
10 gesehen hast oder in der Hand gehabt hast?

11 B2: Ja.

12 I: Die Kamera selbst hast du schon einmal gehabt oder Bilder
13 hast du schon gesehen?

14 B2: Die Bilder kenne ich.

15 I: Du kannst sie auch anschauen .

16 B2: Das ist eine Wärmebildkamera oder?

17 I: So wird auch dazu gesagt, wenn du willst kann ich auch ein
18 Bild von dir machen. Also du hast solche Bilder schon
19 gesehen, wo hast du so etwas schon gesehen?

20 B2: Alles Mögliche, (-) bei Häusern zum Beispiel, wenn man die
21 Isolierung überprüft oder auch von Kleidung wie die
22 isoliert, so in die Richtung und wenn man Experimente
23 macht, wie die Körpertemperatur abnimmt oder die
24 Oberfläche.

25 I: Habt ihr schon Experimente gemacht im Physikunterricht?

26 B2: Nein so aus Dokumentationen.

- 27 I: Du bist ja doch physikalisch interessiert, obwohl es eine
28 Schwäche ist. (*Schülerin erwähnte im Vorhinein, dass*
29 *Physik ihre Schwäche ist*) Im Privaten gleichst du die
30 Schwäche dann also aus mit den Dokumentationen. Wie
31 glaubst du funktioniert solch eine Kamera. Wie kommst es
32 zu einem Bild? Einfach nur eine Einschätzung, eine Idee.
- 33 B2: Eine Idee (--) keine Ahnung (-) wirklich.
- 34 I: Gar keine Idee? Keine Ahnung?
- 35 B2: Vielleicht irgendetwas mit Reflektion, dass das dann so
36 zurückgestrahlt wird und das wird dann gemessen. So in
37 diese Richtung vielleicht.
- 38 I: Sonst keine Idee wie das funktionieren könnte?
- 39 B2: Nein, ich habe mir noch keine Gedanken darüber gemacht.
- 40 I: Was eine Infrarotkamera misst, ist dir wahrscheinlich
41 schon klar. Was misst sie?
- 42 B2: Die Wärme oder so. Oder?
- 43 (*Bildkombination Esel wird gelegt*)
- 44 I: Das besprechen wir dann nachher. Jetzt schau dir die
45 Bilder an und versuche mir zu sagen, wie es zu diesen
46 Bildern gekommen sein kann. Normalerweise habe ich jetzt
47 immer die Bilder eins zu eins, also real und
48 Infrarotkamera, aber die Esel waren so verschreckt, dass
49 ich es nicht geschafft habe zeitlich gleichzeitig ein Foto
50 zu machen. Sag mir bei den Bildern wie sie vielleicht
51 zustande gekommen sein könnten. Wie kann die Kamera genau
52 auf dieses Bild gekommen sein?
- 53 B2: Also den Grund dafür?
- 54 I: Ja, genau.

55 B2: (--) Ja man könnte zum Beispiel überprüfen wie das Tier in
56 der gewissen Kälte, also bei Minus 2,1 Grad Celsius da von
57 der Körpertemperatur oder von der Oberfläche her darauf
58 reagiert oder so.

59 I: Und was siehst du generell bei dem Bild.

60 B2: Man sieht die verschieden, also die Farbskala die sich
61 verändert, je nachdem wie warm dass eben ein Bereich ist.
62 Und man sieht eben rundherum ist es eher blau, weil es
63 kalt ist. Dort wo die Kälte ist. Und man sieht beim Tier
64 selbst das die Bereiche am Kopf oder die Gliedmaßen innen
65 eher wärmer sind.

66 *(Bildkombination Fernseher I wird gelegt)*

67 I: Ja, sehr gut. Dann kommt ein Bild von einem Fernseher.
68 Jetzt machen wir das gleiche Spiel wie vorher, sag einfach
69 einmal etwas dazu.

70 B2: Vielleicht wird das hier überprüft wie viel Energie, dass
71 er nach außen hin abgibt oder so, in Form von Wärme. Ja
72 man sieht eben, dass der Fernseher sehr stark Wärme
73 abgibt, obwohl eine Raumtemperatur von 20 Grad Celsius
74 ist.

75 I: Wo misst diese Infrarotkamera überall Infrarotstrahlen?

76 B2: Also am Fernseher direkt, und am Umfeld herum auch noch.

77 I: Ja, einmal geht es noch. Wie schaut es bei dem aus? Kannst
78 du da wieder beschreiben von wo Infrarotstrahlen kommen?

79 *(Bildkombination Kerze wird gelegt)*

80 B: Also die Infrarotstrahlung geht von Feuer mehr oder
81 weniger aus, also von der Kerze, und die wird nach außen
82 hin dann auch immer weniger.

83 I: Gut, folgendes: Jetzt versuche ich dir zu sagen was diese
84 Kamera eigentlich macht? Also wie gesagt
85 Infrarotstrahlung, die Infrarotkamera schaut sich einfach
86 an wie viel Infrarotstrahlung kommt von einem gewissen
87 Punkt und schaut sich dementsprechend mehr Punkte an. Die
88 Auflösung ist jetzt nicht so gut, und je nachdem wie viel
89 Infrarotstrahlung von dem Punkt herkommt wird das
90 umgewandelt - je nach der Skala in einen roten Punkt einen
91 blauen Punkt oder einen Punkt dazwischen. Umso mehr
92 Infrarotstrahlung von einem Punkt kommt umso rötlicher
93 wird das Ganze dann angezeigt. Also, so schaut generell
94 die Funktionsweise von der Infrarotkamera aus. Ist das
95 klar wie ich es jetzt gesagt habe?

96 B2: Ja.

97 I: Das heißt, wenn ich dir jetzt noch einmal den Auftrag
98 gebe, mir zu erklären wie die Infrarotkamera funktioniert,
99 was würdest du sagen?

100 B2: Ja, sie misst eben die Strahlung die Infrarotstrahlung die
101 von einem Objekt ausgeht und zwar je mehr
102 Infrarotstrahlung davon ausgeht je rötlicher wird es, also
103 wir es in einen rötlicheren Punkt umgewandelt und sonst
104 halt in die Farbstufen bis nach blau.

105 I: Ja, und wenn wir uns dann nochmals diese Bilder anschauen
106 dann kann man eben direkt sagen von wo wie viel
107 Infrarotstrahlung kommt. Jetzt habe ich noch eine
108 prinzipielle Frage: Kommt von diesem Punkt
109 Infrarotstrahlung? *(Es wird auf einen blauen Farbpunkt auf*
110 *den Bildern gezeit)*

111 B2: Ja wahrscheinlich schon, nur geringer als im
112 Gegensatz zu der Quelle.

113 *(Bildkombination kaltes Wasser wird gelegt)*

- 114 I: Dazu ein weiteres Bild. Das ist ein Tisch hier liegt ein
115 Handy und ein Wasserglas oben. Was siehst du hier und wie
116 würdest du das interpretieren?
- 117 B2: Ich würde das so interpretieren, das ist auch wieder das
118 Wasserglas nehme ich an.
- 119 I: Ja, das ist das Wasserglas.
- 120 B2: Also, dass das Wasser kalt ist, ja und es ist sehr
121 gleichmäßig verteilt, die Infrarotstrahlung und im
122 Gegenzug zum Wasserglas ist eigentlich die Umgebung (-)
123 strahlt mehr ab.
- 124 *(Bildkombination Ofen wird gelegt)*
- 125 I: Jetzt noch einmal ein Foto von dem gleichen Fernseher wie
126 unten, zur gleichen Zeit aufgenommen und hier ist aber ein
127 Ofen dabei.
- 128 B2: Das ist halt immer in der Relation glaube ich. Hier war
129 nur der Fernseher und im Gegensatz zu der Umgebung hat der
130 mehr gestrahlt und hier geht der Fernseher unter weil der
131 Ofen mehr strahlt.
- 132 I: So, jetzt die Frage: Misst diese Infrarotkamera hier mehr
133 Strahlung oder weniger Strahlung als hier? Oder gleich
134 viel Strahlung?
- 135 B2: Nein, ich glaube wahrscheinlich schon gleichviel, weil die
136 Skala ist ja auch anders.
- 137 I: Ja, sehr gut.
- 138 B2: Hier geht sie nur bis 31 und hier schon bis 98.
- 139 I: Ok, das heißt findest du irgendwo auf diesen Bildern
140 Punkte wovon keine Strahlung ausgeht?
- 141 B2: Wo keine Strahlung ausgeht? (-) Nein eigentlich nicht.

142 I: Ok und was würdest du dann abschließend dazu sagen wenn
143 ich jetzt behaupte, dass sämtliche Gegenstände Strahlung
144 aussenden.

145 B2: Ja, es ist so, man sieht es ja auch auf den Bildern.

146 I: Gut. Danke.

10.3.3) Interview 3

Allgemeine Informationen

<u>Dauer des Interviews:</u>	15 Minuten
<u>Datum des Interviews:</u>	Dezember 2012
<u>Version:</u>	anonymisiert

Informationen zur Person

<u>Geburtsjahr:</u>	1995
<u>Geschlecht:</u>	weiblich
<u>Bildungsstand:</u>	AHS - elfte Schulstufe abgeschlossen
<u>Beruf:</u>	Schüler
<u>Migrationshintergrund der Befragten:</u>	keiner
<u>Geographische Region:</u>	Niederösterreich
<u>Art des Gesprächs:</u>	Face to Face Interview
<u>Befragungsmethode:</u>	halbstrukturierte Leitfadeninterviews

Die verwendeten Bildkombinationen sind dem Anhang der Diplomarbeit zu entnehmen.

1 Transkription Interview 3

2

3 I: Welche Arten von Strahlung kennst du?

4 B3: UV-Strahlung, Ultraviolettstrahlung, Infrarotstrahlung,
5 mhm was gibt es noch? (---) Das haben wir eh erst gemacht.
6 (lacht)

7 I: Aber du maturierst nicht in Physik?

8 B3: Nein, ich bin nicht so gut in Physik. Nein jetzt fällt mir
9 gerade nicht mehr so viel ein.

10 I: Gut macht nichts. Interessanterweise, da du sehr wenig
11 Strahlungen aufgezählt hast, ist genau diese dabei, um
12 die es jetzt gehen wird und zwar die Infrarotstrahlung.
13 Woher kennst du das, wie kommst du jetzt auf
14 Infrarotstrahlung.

15 B3: Da gibt es auch solche Lampen mit Infrarotstrahlung,
16 solche Wärmelampen.

17 I: Also daher, ok. So, als erstes, hast du so etwas schon
18 einmal gesehen?

19 *(Infrarotkamera wird gezeigt)*

20 B3: Nein, ohja ohja, das ist eine Wärmebildkamera oder so
21 etwas.

22 I: Das ist eine Infrarotkamera. Das Teil selbst wirst du noch
23 nicht gesehen haben oder? Aber die Bilder wirst du gesehen
24 haben?

25 B3: Ja.

26 I: Ok, wo hast du die Bilder gesehen?

- 27 B3: (-) Wo hab ich die gesehen? (--) Macht man das nicht oft
28 auch bei Häusern und schaut wo etwas dicht ist oder nicht?
29 Ja, von dem glaub ich.
- 30 I: Ja, wie würdest du sagen könnte so eine Kamera
31 funktionieren? Also wenn du jetzt schaust, wenn du zum
32 Beispiel mich anschaust, vielleicht siehst du es gerade.
33 Wie könnte so eine Kamera funktionieren? Was glaubst du?
34 Wie gesagt sie heißt Infrarotkamera.
- 35 B3: Na, wird da nicht die Wärme gemessen?
- 36 I: Rede einfach nur ich sage inzwischen nichts.
- 37 B3: Also ich glaube da wird die Wärme gemessen und ein
38 menschlicher Körper ist ja doch warm und der Schrank ist
39 jetzt kalt, da merkt man jetzt den Unterschied und das
40 Blaue ist jetzt kalt.
- 41 I: Und wie wird die Wärme gemessen, was misst diese Kamera,
42 wie könnte die Funktionsweise sein?
- 43 B3: (---) Nein, das weiß ich jetzt nicht.
- 44 I: Du kannst es jetzt einfach nur probieren, das muss jetzt
45 nicht unbedingt stimmen. Umso falscher es ist umso besser,
46 dann habe ich mehr zu schreiben und komme auf mehr Seiten.
- 47 B3: Ich kann mir nicht vorstellen, ich weiß nicht, das wird ja
48 kaum (-) nein.
- 49 I: Sag nur alles, was du dir denkst. Ich werde nicht petzen
50 gehen.
- 51 B3: Ich weiß gar nicht. (---) Werden vielleicht Strahlen
52 gesendet oder so?
- 53 I: Und was passiert dann mit diesen Strahlen die gesendet
54 werden?

- 55 B3: Die werden zurückreflektiert oder zurücktransportiert oder
56 wie man halt sagt.
- 57 I: Und woher weiß dann diese Kamera, wie du gesagt hast wo es
58 warm und wo es kalt ist?
- 59 B3: Beim Kalten wird es vielleicht (--) nein, warte einmal
60 weniger oder mehr? Beim Warmen wird es glaube ich weniger
61 reflektiert weil es (-) aufgenommen wird bei der Sonne.
62 Und beim Kalten wird halt viel reflektiert und dadurch der
63 Unterschied. Vielleicht?
- 64 I: Ok, das besprechen wir dann später wie es wirklich
65 funktioniert, oder ob es vielleicht so funktioniert wie du
66 gesagt hast.
- 67 B3: Das glaub ich nicht. (lacht)
- 68 I: Jetzt schauen wir uns ein paar Bilder an, und zwar dieses
69 und dieses. Schau dir einmal die Bilder an und versuche
70 einfach einmal zu sagen, was siehst du auf diesen Bildern
71 und wie kann es zu diesem Bild gekommen sein.
- 72 *(Bildkombination Kerze wird gelegt)*
- 73 B3: Naja, also mit so einer Kamera, so einem Messgerät da.
- 74 I: Einer Infrarotkamera.
- 75 B3: Ja, einer Infrarotkamera (lacht). Die Kerze wird halt hier
76 rot und gelb angezeigt weil sie halt Wärme ist. Und das
77 Handy, ja das ist eigentlich ein kaltes Gerät und dadurch
78 wird es nicht in dem Bereich angezeigt, weil es ja eine
79 höhere Temperatur hat, also die Kerze hat eine höhere
80 Temperatur als das Handy.
- 81 *(Bildkombination Fernseher I wird gelegt)*
- 82 I: Einmal noch mit dem Fernseher, wie sieht es hier aus?

- 83 B3: Ja, beim Fernseher werden ja auch (--). Wenn der Fernseher
84 länger läuft dann wird er ja auch warm, wenn er schon
85 länger läuft.
- 86 I: Es stimmt er ist schon länger gelaufen.
- 87 B3: Wenn am Anfang aufdreht wird, das vielleicht nicht so arg
88 sein oder?
- 89 I: Ja, stimmt schon. Du bist die Erste die darauf kommt. Und
90 sonst was siehst du auf den Bildern noch was dir auffällt?
- 91 B3: Ja der Receiver, durch das Einschalten wird er halt dann
92 auch aufgewärmt ja. (lacht)
- 93 I: Schauen wir uns jetzt noch jeweils den Hintergrund an, vor
94 allem hier. Was registriert die Kamera? Du hast gesagt
95 hier registriert die Kamera was?
- 96 B3: Na den Körper (--)
- 97 I: Und wie ist es beim Tisch da, was passiert hier?
- 98 B3: Der wird eigentlich sehr niedrig das heißt mit ganz
99 niedriger Temperatur eigentlich auf dem Bild (--)
- 100 I: Gut, jetzt versuche ich einmal zu erklären, wie diese
101 Kamera funktioniert. Also aussenden tut sie gar nichts. Es
102 geht nur um Infrarotstrahlung. Es schaut einfach nur die
103 Punkte an, was es halt so gibt, also die Objekte und je
104 nachdem wie viel Infrarotstrahlung von hier kommt, desto
105 wärmer wird es angezeigt. Also je mehr Infrarotstrahlung
106 von wo kommt umso weiter rechts auf der Skala ist es dann
107 nachher. Umso weniger Infrarotstrahlung kommt, umso weiter
108 links ist es auf der Skala. Also das Gerät sammelt nur die
109 Infrarotstrahlung.
- 110 B3: Das heißt eigentlich ist alles eine Infrarotstrahlung.
111 Also mein Körper sendet Infrarotstrahlung aus?

112 I: Ja.

113 B3: Ok.

114 I: Ich bekomme ständig Infrarotstrahlung von dir und du von
115 mir, das gleiche gilt aber auch für den Kasten zum
116 Beispiel. Kannst du mir vielleicht noch einmal
117 zusammenfassen wie das jetzt funktioniert mit der Kamera?

118 B3: Also jeder Körper sendet eigentlich Infrarotstrahlungen
119 und da werden die Punkte gemessen und umso wärmer das es
120 wird umso weiter rechts wird auf dem Balken angezeigt und
121 der Tisch zum Beispiel jetzt sendet nicht so viel
122 Infrarotstrahlung und eigentlich fast gar keine oder
123 schon? Nein, eigentlich nicht.

124 I: Eigentlich gar keine? Ich weiß nicht, schauen wir.

125 B3: Wenig sagen wir (lacht) wenig. Ja und das wird dann auch
126 dem niedrigsten Bereich angezeigt.

127 I: Ja.

128 B3: Aber es sendet schon was oder?

129 I: Von wo würdest du sagen kommt von diesem Bild überall
130 Infrarotstrahlung?

131 B3: Na ich glaube schon überall. (-) Na ich weiß nicht. (--)
132 Ohja schon der hat ja auch eine Temperatur eigentlich.

133 *(Bildkombination Ofen wird gelegt)*

134 I: Das ist wieder der Fernseher von unten, nur ist in dem
135 Fall ein Ofen dabei. Was siehst du hier für einen
136 Unterschied?

137

138 B3: Der Ofen wird eine wesentlich höhere Temperatur haben als
139 der Fernseher, also entweder wird das da jetzt nur so

140 wenig angezeigt, weil die Temperatur vom Ofen so hoch ist
141 oder der Fernseher ist halt nur so kurz eingeschalten.

142

143 I: Nein es ist 18.04 Uhr, 3.11. es ist wirklich zur gleichen
144 Zeit gemacht worden, also natürlich mit kurzem Wechsel der
145 Kamera.

146 B3: Na dann glaube ich, dass der Temperaturunterschied, na
147 dass der Ofen eine so viel höhere Temperatur hat, dass der
148 Fernseher eher kalt wirkt, im Gegensatz zum Ofen.

149 I: Aber jetzt überlegen wir uns einmal: Kommt jetzt von da
150 mehr Infrarotstrahlung zur Kamera als von da zur Kamera?

151 B3: Nein, eigentlich nicht.

152 I: Gut, wenn man sich das jetzt verinnerlicht wäre die Frage:
153 Inwieweit sagen die Farben etwas davon aus, wie viele
154 Infrarotstrahlen zur Kamera kommen?

155 B3: Nein, sondern eher den Unterschied zwischen dem was im
156 Raum steht.

157 I: Gut, dass heißt wenn man jetzt nochmals zu deiner
158 wackeligen Aussage zurückkommen, wo du gesagt hast du bist
159 dir nicht ganz sicher ob der Tisch Infrarotstrahlung
160 aussendet, was würdest du jetzt dazu sagen?

161 B3: Ja, das es schon aussendet, nur dass die Temperatur bei
162 der Kerze jetzt höher ist und dadurch ist er jetzt kalt im
163 Gegensatz zu dem.

164 I: Abschließend noch das hier, wie würdest du dieses Bild
165 hier interpretieren? Was würdest du dazu sagen?

166 *(Bildkombination kaltes Wasser wird gelegt)*

167 B3: Das ist wieder dasselbe? Oder?

- 168 I: Ja genau, nur hier ist es etwas näher.
- 169 B3: (---) Ist das ein Wasser?
- 170 I: Ja, das ist ein Wasser, ein paar Stifte und ein Handy.
- 171 B3: Ok, wenn das ein kaltes Wasser ist, wird es natürlich
172 wieder blau angezeigt und hier ist jetzt das Handy, die
173 Stifte und der Tisch im Gegensatz dazu eigentlich warm.
174 Und darum wird das wieder so angezeigt.
- 175 I: Ja, und da ist ein Tisch aufgenommen und da ist ein Tisch
176 aufgenommen, es ist bei der gleichen Raumtemperatur. Und
177 wenn ich dir jetzt die Frage stelle sagen wir so, wenn ich
178 jetzt die Aussage tätige: Alle Gegenstände strahlen. Was
179 würdest du dazu sagen?
- 180 B3: Dass das schon stimmt.
- 181 I: Danke sehr. Dass war es schon.

10.3.4) Interview 4

Allgemeine Informationen

<u>Dauer des Interviews:</u>	15 Minuten
<u>Datum des Interviews:</u>	Dezember 2012
<u>Version:</u>	anonymisiert

Informationen zur Person

<u>Geburtsjahr:</u>	1995
<u>Geschlecht:</u>	weiblich
<u>Bildungsstand:</u>	AHS - elfte Schulstufe abgeschlossen
<u>Beruf:</u>	Schülerin
<u>Migrationshintergrund der Befragten:</u>	keiner
<u>Geographische Region:</u>	Niederösterreich
<u>Art des Gesprächs:</u>	Face to Face Interview
<u>Befragungsmethode:</u>	halbstrukturierte Leitfadeninterviews

Die verwendeten Bildkombinationen sind dem Anhang der Diplomarbeit zu entnehmen.

1 Transkription Interview 4

2

3 I: Anfangen würde ich einmal gerne mit der Frage, welche
4 Arten von Strahlung kennst du?

5 B4: Da gibt's die Alpha-, Beta- und Gammastrahlung.

6 I: Zähl einfach nur auf ich werde jetzt wahrscheinlich nicht
7 immer ja sagen oder sagen ja das stimmt, einfach nur
8 einmal aufzählen.

9 B4: Aber ob es stimmt weiß ich nicht. Also Alpha-, Beta- und
10 Gammastrahlung, dann Röntgenstrahlen, (---) diese wie
11 heißen die mit den Atomen diese(-). Ich weiß es nicht.

12 I: Radioaktive Strahlung, ok ja. So, hast du schon etwas von
13 der Infrarotstrahlung gehört.

14 B4: Ja.

15 I: Gut, hast du schon einmal so ein Gerät gesehen, das ist
16 eine Infrarotkamera, mit der kann man Bilder aufnehmen.
17 Wenn du willst kann ich auch ein Bild von dir aufnehmen.
18 Also du kannst wenn du willst auch ein Bild von mir
19 aufnehmen. Schau einfach einmal hinein, schau wie so etwas
20 aussieht. Hast du so eine Kamera schon einmal in der Hand
21 gehabt? Hast du so etwas schon einmal gesehen?

22 B4: Ja, also in der Hand gehabt hab ich sie nicht, aber ich
23 weiß wie so etwas funktioniert.

24 I: Gut, ideal. Dann sage mir einmal wo hast du so etwas schon
25 gesehen?

26 B4: Also wenn man, zum Beispiel in Werbungen bei den Fenstern
27 oder so, wie dicht die sind. Ja, sonst beim Hausbau haben
28 wir sie irgendwie gebraucht, aber ich weiß nicht genau wo.

29 I: Ja, ok.

30 B4: Das war es eigentlich.

31 I: Du hast gerade vorher erwähnt, du weißt wie so etwas
32 funktioniert. Wie funktioniert so etwas?

33 B4: Ja, das zeigt die Wärme, also wenn beim Fenster zum
34 Beispiel viel kalte Luft hereinkommt, sieht man, dass es
35 da kalt ist wo die Spalten sind. Und wenn es dicht ist,
36 dann merkt man das halt nicht.

37 I: Jetzt hast du mir aufgezählt, was das macht, was im
38 Endeffekt am Display steht. Wie glaubst du funktioniert so
39 eine Infrarotkamera? Was misst die eigentlich? Und wie
40 kommt die dann darauf, dass es rot anzeigt, wo es warm ist
41 und umgekehrt? Hast du da eine Idee?

42 B4: Ja, mit der Temperatur. (-)Ja, aber ich weiß nicht genau
43 wie das funktioniert, also wie es das erkennt. Ohja,
44 vielleicht mit den Infrarotstrahlen.

45 I: Versuche es einmal.

46 B4: Da werden wahrscheinlich diese Strahlen ausgeschickt.

47 I: Von wo denn?

48 B4: Vom Gerät.

49 I: Ok.

50 B4: Und die treffen dann am Körper auf und werden
51 wahrscheinlich wieder zurückgeschickt oder so, damit sie
52 es erkennt.

53 I: Und wo ist es dann warm, wo glaubt dann das Gerät dass es
54 warm ist?

55 B4: Da wo es rot ist.

56 *(Bildkombination Person wird gelegt)*

57 I: Ok, gut. Aber warum ist dann bei mir gerade eher das
58 Gesicht rot und nicht der Körper? Was ist der Unterschied
59 was das Gerät hier misst?

60 B4: (-) Naja der Körper strahlt von sich aus Wärme aus, und
61 wenn man etwas anhat, dann strahlt es halt nicht so viel
62 aus, weil es geschützt ist mehr oder weniger . (lacht)

63 I: Gut, also was genau misst jetzt diese Infrarotkamera?
64 Kannst du das in einem Wort glaubst du sagen? Oder von mir
65 aus auch in mehreren Worten.

66 B4: (--) Ja, die Temperatur?

67 I: Ok, auf was ich eigentlich hinauswollte ist einfach nur:
68 Diese Kamera misst ganz einfach wie viel Infrarotstrahlung
69 von einem gewissen Punkt kommt. Du musst dazu selbst gar
70 nichts aussenden, sie schaut einfach nur, wieviel
71 Infrarotstrahlung von einem gewissen Punkt kommt. Und je
72 nachdem wie viel das ist, macht sie dann den Vergleich und
73 macht dann eine Skala und schlüsselt das dann auf. Wo viel
74 Infrarotstrahlung kommt sieht man das dann und wo wenig
75 kommt sieht man dann auch. Also so funktioniert so etwas.
76 Wenn du willst kannst du es hinlegen und jetzt zeige ich
77 dir ein paar Bilder. Sag mir am besten einfach was du auf
78 den Bildern siehst. Das ist zwar nicht genau eins zu eins
79 das gleiche, aber sag mir nur einfach was siehst du auf
80 diesem Bild bzw. auf diesen Bildern. Und wie könnten
81 diese Bilder zustande gekommen sein?

82

83 *(Bildkombination Esel wird gelegt)*

84 B4: Also das sind einmal Esel (lacht).

85 I: Sehr gut, also Biologiefrage ideal beantwortet.

- 86 B4: Die Umgebung ist kalt und die Tiere sind halt warm. Und
87 da fressen sie was auf beiden Bildern.
- 88 I: Das heißt, was hat die Kamera da wo gemessen? Wie könnte
89 man sich das vorstellen?
- 90 B4: Also in der Natur also draußen, und weiß ich nicht, ist
91 das die Außentemperatur?
- 92 I: Ja, das ist generell die Außentemperatur, das da oben.
- 93 B4: Ja, da zeigt es an die Wärme von der Umgebung und halt die
94 Wärme des Tieres.
- 95 I: Ok, dann schauen wir uns ein weiteres Bild an.
- 96 B4: Aber was ich nicht ganz verstehe, das weiße ist dann am
97 wärmsten oder wie?
- 98 I: Ja, genau richtig.
- 99 B4: Und das sind (---)
- 100 I: Am wärmsten, da würde ich sagen von da kommt einfach am
101 meisten Infrarotstrahlung.
- 102 B4: Echt?
- 103 I: In diesem Fall die Augen und der Mund ja. Der Mund ist
104 ständig in Bewegung und bei den Augen haben sie kaum
105 schützende Haut darüber. Gut, ein weiteres Bild .
- 106 *(Bildkombination Kerze wird gelegt)*
- 107 B4: Ein Handy und eine Lampe also eine (-)
- 108 I: Kerze.
- 109 B4: Kerze ja, genau. Da sieht man auch den Rauch, also die
110 Wärme die aufsteigt, aber das Handy sendet nichts aus.
111 Aber hat es bei den Handys nicht so Infrarotdinger gegeben
112 zum übertragen? Würde es dann leuchten?

- 113 I: Aha ja, warum denn, sehr guter Einwand.
- 114 B4: Zur Übertragung von Daten?
- 115 I: Ja genau da hat es die Infrarotübertragung gegeben, wenn
116 man das jetzt eingeschalten hätte auf diesem Handy.
- 117 B4: Dann würde es auch irgendwas anzeigen.
- 118 I: Was heißt irgendwas? Was zeigt es generell an auf diesem
119 Bild?
- 120 B4: Also, dass das Handy nichts ausstrahlt oder nicht viel.
- 121 I: Also einige dich einmal, es tut sich nichts, es strahlt
122 nichts aus oder es strahlt nicht viel aus.
- 123 B4: Nicht viel.
- 124 I: Also nicht viel. Das heißt wenn wir jetzt da einen Sensor
125 gehabt hätten, also wenn wir da einen Infrarotsensor
126 hätten was würde dann passieren wenn wir den aufdrehen,
127 glaubst du?
- 128 B4: Da würde es so strahlen, also es würde sich ausbreiten ein
129 bisschen. Mit einer Farbe würde man das dann sehen.
- 130 I: Mit welcher Farbe würde man das dann sehen?
- 131 B4: Dass es vielleicht da dann heller wird?
- 132 I: Ok, gut. So jetzt einmal die Frage. Nein, machen wir das
133 zuerst. Da habe ich noch ein weiteres Bild. Was sehen wir
134 hier? Was strahlt hier?
- 135 B4: Der Fernseher und dieses Gerät.
- 136 I: Der Receiver.
- 137 B4: Ok, der Receiver, ja die strahlen etwas aus (--).
- 138 I: Wie warm ist der Fernseher?

- 139 B4: Naja, so weiß ich nicht 27 Grad? Schätze ich einmal.
- 140 I: Das heißt, generell ist dir klar wie es zu diesen Bildern
141 kommt, und die Skala unten ist dir auch bewusst was diese
142 aussagt. Ok, das ist schon einmal gut. Überlegen wir uns
143 kurz, den Hintergrund jeweils.
- 144 *(Hintergrund von Bildkombination Fernseher I betrachtend:)*
- 145 B4: Das das vielleicht heiß ausstrahlt und wenn man dann
146 ausschaltet, dass dann gar keine Strahlen mehr sind.
- 147 I: Kennst du einen anderen Begriff für Infrarotstrahlung
148 zufällig? Nur so eine Zwischenfrage.
- 149 B4: Nein. (Lacht)
- 150 I: Macht nichts. Wenn wir uns hier den Hintergrund anschauen
151 würden, so ist es vielleicht etwas übersichtlicher,
152 strahlt hier der Hintergrund auch etwas ab? Strahlt der
153 Hintergrund auch Infrarotstrahlung ab, was meinst du?
- 154 *(Es wird der Hintergrund von Bildkombination Kerze
155 betrachtet)*
- 156 B4: Ja ein bisschen.
- 157 I: Strahlt hier der Hintergrund Infrarotstrahlung ab?
- 158 B4: Nein.
- 159 *(Bildkombination Ofen wird nach und nach gelegt)*
- 160 I: Jetzt zeige ich dir einmal das Bild hier. Ich werde jetzt
161 hier dann ein weiteres Bild hinlegen. Was glaubst du, wie
162 wird dieses Bild dann aussehen?
- 163 B4: (-) Das wird wahrscheinlich kälter als der Hintergrund
164 sein und die Stifte werden wahrscheinlich (...) ist das ein
165 Boden oder ein Tisch?
- 166 I: Ja, das ist ein Tisch, da ist eine Tischdecke darüber.

167 B4: Die werden wahrscheinlich gleich sein und das Handy wird
168 ganz wenig ausstrahlen und das ist das ein Kabel oder was
169 ist das?

170 I: Nein, das sind alles Stifte. Und was glaubst du welche
171 Farbe wird das Glas haben, welche Farbe wird der Tisch
172 haben dann?

173 B4: Das Glas wird wahrscheinlich dunkelblau sein, also ganz
174 dunkelblau. Der Tisch und die Stifte ein bisschen heller
175 als das Glas . Und das Handy hellblau.

176 I: So, jetzt haben wir hier ein Bild. Inwieweit ist deine ...

177 B4: Also ich hätte mir nicht gedacht, dass das Handy gar
178 nichts ausstrahlt, also von dem, damit hätte ich nicht
179 gerechnet.

180 I: Rede einfach einmal darüber.

181 B4: Also ich hätte mir auch gedacht, dass der Tisch kälter
182 ist, aber wahrscheinlich weil er den ganzen Tag über im
183 Raum steht wir das ungefähr die selbe Temperatur haben.
184 Ja.

185 I: Nur als kleiner Hinweis, dass ist der gleiche Tisch ohne
186 Tischdecke. Und was würdest du sagen strahlt hier
187 Infrarotstrahlung ab?

188 B4: Die Tischdecke?

189 I: Ok, gut. Der Tisch oder die Tischdecke? Wenn ich sage die
190 Tischdecke ist nur einfach oben gelegen und da ist nichts.

191 B4: Naja, ich nehme einmal an, nur die Tischdecke, weil der
192 Tisch, hier ist er ja dunkelblau. Also wird es
193 wahrscheinlich an der Decke liegen. (lacht)

194

195 *(Bildkombination Ofen wird gelegt)*

196 I: So jetzt haben wir da wieder den Fernseher, da ist der
197 gleiche wie auf dem Bild, auch zur gleichen Zeit
198 aufgenommen. Jetzt überlegen wir uns einmal, was
199 unterscheidet das Bild von dem?

200 B4: Also, das ist zur selben Zeit?

201 I: Genau, das ist zur selben Zeit gemacht.

202 B4: Das der so wenig hat im Vergleich zu dem, dass der da nur
203 ganz minimalst angezeigt wird, weil das so heiß ist das
204 der mehr oder weniger verschwindet. Also, ja.

205 I: Das heißt, was sendet da überall Infrarotstrahlung aus?

206 B4: Der Ofen, also das wo eingeheizt wird, da ist es halt ganz
207 heiß drinnen und der Rest ist halt erwärmt, aber im
208 Vergleich eben zum Fernseher, ist das minimal.

209 I: So, jetzt überlegen wir uns einmal sendet auf dem Bild der
210 Fernseher genauso viel Infrarotstrahlung aus wie da?

211 B4: Ja.

212 I: Ja, warum ist dann die Farbe anders?

213 B4: Im Vergleich zum Ofen ist das minimal, und da ist es nur
214 der Fernseher also das ist das Zentrum vom Bild und hier
215 sieht man eben den Ofen nicht und deswegen(---)

216 I: Wenn wir uns jetzt noch einmal kurz das anschauen, wenn
217 man sich da den Rand anschaut, würdest du sagen auf dem
218 Bild sieht man da Infrarotstrahlung? Also in dem Bereich.

219 B4: Ja.

220 I: Gut, wenn man es sich hier anschaut, was würdest du da
221 sagen?

222 B4: Auch ganz wenig, aber man sieht es halt fast nicht.

223 (Auf BK 1 wird gedeutet)

224 I: Ok, wenn wir jetzt nochmal überlegen und ich dich frage,
225 strahlt hier die Umgebung also sprich der Tisch strahlt
226 der Infrarotstrahlung aus? Was würdest du dann sagen?

227 B4: So, ja wahrscheinlich schon, (lacht) ah auf das wäre ich
228 auch.(---) Eben weil die Kerze auch so heiß ist, das wird
229 wahrscheinlich das selbe sein wie da mit dem Ofen. Ok, ja.

230 I: Ok, ja gut magst du noch etwas dazu sagen?

231 B4: Nein.(lacht)

232 I: Ok, also wenn ich dich jetzt noch einmal nach dem Bild
233 frage, und dich frage, von wo hier überall
234 Infrarotstrahlung kommt was würdest du mir da sagen?

235 B4: Jetzt, da ich das weiß, würde ich sagen es kommt von
236 überall Infrarotstrahlung, nur von dem hier zentriert.

237 I: Und wenn ich dich dann abschließend frage, wenn ich jetzt
238 die Aussage mache: Alle Gegenstände strahlen. Was sagst du
239 dazu? Sagst du es ist ein Blödsinn oder es stimmt.

240 B4: Es stimmt.

241 I: Sehr gut, Danke das war es.

10.3.5) Interview 5

Allgemeine Informationen

<u>Dauer des Interviews:</u>	15 Minuten
<u>Datum des Interviews:</u>	Dezember 2012
<u>Version:</u>	anonymisiert

Informationen zur Person

<u>Geburtsjahr:</u>	1995
<u>Geschlecht:</u>	weiblich
<u>Bildungsstand:</u>	AHS - elfte Schulstufe abgeschlossen
<u>Beruf:</u>	Schülerin
<u>Migrationshintergrund der Befragten:</u>	keiner
<u>Geographische Region:</u>	Niederösterreich
<u>Art des Gesprächs:</u>	Face to Face Interview
<u>Befragungsmethode:</u>	halbstrukturierte Leitfadeninterviews

Die verwendeten Bildkombinationen sind dem Anhang der Diplomarbeit zu entnehmen.

1 Transkription Interview 5

2

3 I: Erste Frage, welche Arten von Strahlung kennst du?

4 B5: Röntgenstrahlen (lacht), Sonnenstrahlen, (???)

5 I: Ich habe es selbst nicht verstanden, kannst du es
6 wiederholen?

7 B5: Die Röntgenstrahlen, die Sonnenstrahlen (--) Was gibt es
8 noch? Das haben wir eh schon einmal gelernt. (--) Ich weiß
9 nicht mir fällt gerade nichts mehr ein.

10 I: Sagen dir die Infrarotstrahlen etwas?

11 B5: Ja, genau. Ultraviolett.

12 I: Ja, jetzt habe ich da eine Infrarotkamera. Hast du so
13 etwas schon einmal gesehen?

14 B5: Ja.

15 I: Wo hast so etwas schon einmal gesehen? Die Bilder oder so
16 eine Kamera selbst?

17 B5: Nein, die Kamera selbst habe ich noch nie gesehen, das mit
18 den Bildern habe ich schon gesehen.

19 I: Wenn du willst, kannst du natürlich durch die Gegend
20 schauen mit der Kamera, du kannst auch mich anschauen.

21 B5: (lacht) Das gefällt mir.

22 I: Besser als real.

23 B5: Entschuldigung.

24 I: Macht nichts. Wo hast du solche Bilder schon einmal
25 gesehen?

- 26 B5: (--)Warte mal wo waren die? Wenn irgendetwas untersucht
27 wird, wird das meistens verwendet. Ich bin jetzt aber
28 nicht mehr genau sicher wo? (--) Infrarot ist, (-) wenn
29 irgendetwas mit der Wärme abgemessen wird, wird das
30 gebraucht. Wahrscheinlich bei Untersuchungen irgendetwas
31 im kriminalistischen Sinne.
- 32 I: Also du hast es schon einmal gesehen, aber du weißt nicht
33 mehr wo genau kann man sagen, außer im kriminalistischem
34 Sinne.
- 35 B5: Da war es irgendwo und noch irgendwo.
- 36 I: Ok, gut. Also nur so als Hinweis, bei Bausachen zum
37 Messen, ob zum Beispiel die Fenster dicht sind, wird es
38 relativ oft verwendet. Wie glaubst du funktioniert so ein
39 Gerät? Wie misst das? Was misst das?
- 40 B5: Die Wärme.
- 41 I: Von wo?
- 42 B5: Vom Körper (lacht) oder vom Gegenstand.
- 43 I: Wie genau passiert das?
- 44 B5: (--) Das ist (---)
- 45 I: Warum könnte das Infrarotkamera heißen?
- 46 B5: Ja, weil sie Infrarotstrahlen sozusagen misst oder
47 aufnimmt. Und dann wird halt verglichen bzw. wird
48 geschaut, wie warm ist etwas oder wie kalt ist etwas. Umso
49 röter oder umso heller die Farbe, umso wärmer ist es.
- 50 I: Ok, gut. Kurz gesagt, dass stimmt eigentlich. Also es wird
51 einfach geschaut wie viel Infrarotstrahlung kommt von
52 welchem Punkt und dann gibt es eine Skala und das wird
53 dann einfach aufgeschlüsselt. Über Wärme und Kälte werden
54 wir dann noch kurz reden. Gut hätten wir einmal das

55 erledigt. Das brauchen wir nicht mehr, außer du willst
56 unbedingt von dir ein Foto haben, dann kann ich auch von
57 dir ein Foto machen. So ich zeige dir jetzt einmal ein
58 paar Bilder und am besten sagst du mir einfach was du
59 darauf siehst.

60 B5: Einfach nur sagen was ich sehe?

61 I: Und am besten: Wie kann dieses Bild, von der
62 Wärmebildkamera, zustande gekommen sein. Gut wir kennen
63 uns ja schon ein bisschen, deshalb kann ich dir auch ein
64 Bild von mir zeigen. So.

65 *(Bildkombination Person wird gelegt)*

66 I: Ich war besonders begeistert auf diesem Bild. Sage
67 einfach einmal was du auf den Bildern siehst und sag mir
68 wie könnten diese Bilder zustande gekommen sein.

69 B5: Da jetzt?

70 I: Ja, das eine ist relativ klar meistens, aber das andere
71 ist eher das interessante.

72 B5: Ja, aufgenommen ist das natürlich mit dem Infrarotding -
73 Messgerät. Sehen tue ich jetzt, dass der ganze Oberkörper,
74 Kopf, Arme, der ganze Oberkörper ist ziemlich warm
75 eigentlich. Der untere Bereich ist ziemlich kalt? (--)
76 Schauen wir mal. 32 Grad wahrscheinlich so im
77 Durchschnitt, würde ich einmal sagen. Und 37 Grad ist das
78 Höchste, was man nicht haben sollte. Oder bzw. Normalwert.

79 I: Und wenn du das einfach ein bisschen mit den Worten
80 Infrarot und so verbindest, wie könnte das Bild zustande
81 gekommen sein? Warum ist gerade da diese Farbe und gerade
82 da diese Farbe?

83 B5: (-) Naja auf die freigelegten Flächen da kommt ja immer
84 eine Wärme hin, egal ob die jetzt von der Sonne ist oder

85 einfach weil es offen liegt. Es wird ja nichts verdeckt in
86 dem Sinne. Daher ist es für mich schon logisch, dass es
87 ziemlich warm ist. Aber warum der Oberkörper jetzt
88 ziemlich warm ist kann ich mir jetzt nicht wirklich
89 erklären. Ich weiß nicht.

90 I: Dann schauen wir einmal ein weiteres Foto an. Das brauchen
91 wir nicht mehr, so interessant bin ich auch nicht. Was
92 siehst du auf dem Bild?

93 *(Bildkombination Kerze wird gelegt)*

94 B5: Die Flamme (--) ist extremst heiß weil es natürlich Feuer
95 ist. Ein Glas ist ein sehr kalter Körper. Genauso wie
96 das, obwohl das Wachs, das liegt schon im mittleren
97 Bereich das ist schon eher warm. Wahrscheinlich auch
98 deshalb wahrscheinlich weil es weit weg von der Flamme
99 ist. Und das Handy ist sowieso kalt. Weil es nicht Wärme
100 ausstrahlt.

101 I: Gut.

102 B5: Achso gut, das heißt die Flamme ist ca. 93 Grad heiß und
103 das Handy müsste bei 22 Grad sein.

104 I: Ok, gut. Von wo kommt mehr und von wo weniger Infrarot?
105 Oder von wo kommt Infrarotstrahlung, von wo kommt keine
106 Infrarotstrahlung oder mehr oder weniger? Was würdest du
107 dazu sagen?

108 B5: (-) Von wo es kommt?

109 I: Von wo auf diesen Bildern wird Infrarotstrahlung
110 ausgesendet?

111 B5: Von der Flamme oder vom Feuer.

112 I: Ja, sonst noch von irgendwo?

113 B5: Höchstens jetzt noch von Wachs eigentlich. Sonst nicht
114 wirklich.

115 I: Vom Handy nicht?

116 B5: Nein, überhaupt nichts. Also wenn dann so minimal, dass
117 man es eigentlich gar nicht sehen kann.

118 I: Also du meinst so minimal, dass es die Kamera fast nicht
119 merkt.

120 B5: Ja, sonst wäre es anders eingefärbt.

121 *(Bildkombination Fernseher I wird gelegt)*

122 I: So, dann habe ich da noch ein Bild und da das passende
123 Gegenstück dazu. Kannst du mir wieder sagen, wo wird viel
124 Strahlung ausgesendet, wo wird wenig Strahlung
125 ausgesendet.

126 B5: Also im Raum selber, bzw. vom Kasten so gut wie gar
127 nichts. Der Fernseher direkt strahlt extremst aus. Könnte
128 daher kommen, dass wenn man ihn zum Beispiel länger anhat,
129 dann erhitzt er sich natürlich, dann strahlt er auch mehr
130 Wärme aus. Wenn er jetzt ausgeschalten wäre, würde ich
131 sagen, so wie das außenherum wäre er kalt und blau
132 eingefärbt. Und das selbe gilt natürlich für den Receiver.

133 I: Und die Umgebung und so weiter da wird wieder nichts
134 abgestrahlt? Oder?

135 B5: Wenig. Es wird natürlich ausgestrahlt, es wird immer
136 irgendetwas ausgestrahlt, es ist nie das nichts vorhanden
137 ist. Ganz wenig, kommt aber glaube ich auch auf die
138 Jahreszeit an, es ist ja ein Unterschied ob das jetzt im
139 Winter gemessen wird oder im Sommer.

140 *(Bildkombination kaltes Wasser wird gelegt)*

- 141 I: Ja, da ein weiteres Bild. Wie glaubst du ist dieses jetzt
142 zustande gekommen?
- 143 B5: (lacht) Hilfe!
- 144 I: Wie ist das Bild zustande gekommen?
- 145 B5: (--) Das ist ja alles (---) warum? Ist das ein Tisch oder
146 ein Boden?
- 147 I: Das ist ein Tisch.
- 148 B5: (--) Warum ist hier nicht einmal ein Handy darauf auf dem
149 zweiten Bild, das allein finde ich schon komisch. Also
150 erklären könnte ich es mir persönlich jetzt wahrscheinlich
151 nicht, zumindest nicht im physikalischen Sinne. Das Wasser
152 ist kalt, das ist logisch. Aber warum jetzt der ganze
153 äußere Raum so warm ist, dass weiß ich jetzt ehrlich
154 gesagt nicht.
- 155 I: Dann schauen wir uns einmal die Skalen an.
- 156 B5: Es wird immer weniger.
- 157 I: Wenn alles außen rot ist, was bedeutet das? Wenn man die
158 Skala betrachtet.
- 159 B5: Dass es aufgenommen wurde bzw. gemessen wurde und
160 überhaupt einfach warm ist.
- 161 I: Dass alles rot ist, ist einfach der Grund, dass alles die
162 gleiche Temperatur hat. Diese Kamera kann dann natürlich
163 nicht unterscheiden ob dann ein Stift auf dem Tisch liegt
164 wenn beide die gleiche Temperatur haben. Dann sieht man
165 eben diesen Stift nicht bzw. auch das Handy nicht. Was
166 sendet auf diesem Bild Strahlung aus? Also
167 Infrarotstrahlung wieder?

168 B5: Alles, außer das Handy was gar nicht darauf ist. Was ich
169 nicht logisch finde. Das ist bestimmt, das sind bestimmt
170 zwei verschiedene Fotos.

171 I: Nein, das sind keine zwei verschiedenen Fotos.

172 B5: Echt nicht? (erstaunt)

173 I: Wie, das Handy ist gar nicht darauf?

174 B5: Naja, auch wenn ein Handy keine besonderen Warmstrahlen
175 aussendet, müsste ja trotzdem vorhanden sein. Ich sehe
176 jetzt aber gar nichts.

177 I: Warum müsste es vorhanden sein?

178 B5: Weil es ein Körper ist und überhaupt auch kalte Strahlen
179 sind einfach, auch wenn es kalt ist, dann müsste es
180 ausstrahlen.

181 I: Und woran siehst du, dass es nicht ausstrahlt?

182 B5: Da ich weder die Umrisse sehe noch etwas was im blauen
183 Bereich liegen würde was eigentlich etwas Kaltes
184 darstellt. Ich sehe einfach nur den Tisch bzw. das Glas.

185 I: Gut, wenn wir uns das kurz verinnerlichen. Das Handy da
186 und das Handy da, da sieht man das Handy als Umriss. Da
187 sagt man das Handy wird vielleicht 25 Grad haben, ca. auf
188 der Skala. Wenn da das Handy 25 Grad hat, von dem gehe ich
189 eigentlich einmal aus, das ist das gleiche Handy, dann
190 wird es da mit der Farbe rot angezeigt.

191 B5: Achso, (erstaunt) mit den Skalen, die habe ich gar nicht
192 beachtet. Die sind einfach geringer eingestellt worden
193 oder? Kommt es auch auf die Einstellung darauf an?

194 I: Das macht das Ding automatisch.

195 B5: Ach so.

- 196 I: Weißt du jetzt warum man das Handy hier nicht sieht?
- 197 B5: Ja, jetzt habe ich es auch verstanden. Auf das habe ich
198 jetzt nicht geachtet.
- 199 I: Ganz etwas anderes, ok. Dann haben wir einmal noch so
200 etwas. Sagst du mir bitte ganz kurz, was du hier siehst,
201 wenn ich dir sage: Das Bild ist zur gleichen Zeit
202 aufgenommen worden wie dieses. Und das ist der gleiche
203 Fernseher.
- 204 *(Bildkombination Ofen wird gelegt)*
- 205 B5: (--) Es ist komplett, also vom unteren Bereich wäre es ca.
206 gleich mit 20 und 22, aber 31 zu 98 ist natürlich schon
207 ein riesiger Unterschied. Das liegt wahrscheinlich daran,
208 dass der Ofen einfach weitaus mehr ausstrahlt als der
209 Fernseher.
- 210 I: Jetzt eine Frage: Strahlt da der Fernseher mehr
211 Infrarotstrahlung aus als da?
- 212 B5: Nein, er strahlt nicht mehr aus. Es kommt einfach nur
213 wirklich darauf an wie es eingestellt worden ist. So wie
214 wir bei dem Beispiel gesehen haben.
- 215 I: Ok, gut. Abschließend eine Frage, du hast das mehr oder
216 weniger schon beantwortet. Was würdest du sagen, wenn ich
217 dich frage, die Aussage tätige: Alle Gegenstände strahlen.
218 Was würdest du dazu sagen? Stimmt das, oder stimmt das
219 nicht?
- 220 B5: Ja, stimmt.
- 221 I: Ok, passt danke. Das war es.

10.3.6) Interview 6

Allgemeine Informationen

<u>Dauer des Interviews:</u>	15 Minuten
<u>Datum des Interviews:</u>	Dezember 2012
<u>Version:</u>	anonymisiert

Informationen zur Person

<u>Geburtsjahr:</u>	1995
<u>Geschlecht:</u>	weiblich
<u>Bildungsstand:</u>	AHS - elfte Schulstufe abgeschlossen
<u>Beruf:</u>	Schülerin
<u>Migrationshintergrund der Befragten:</u>	keiner
<u>Geographische Region:</u>	Niederösterreich
<u>Art des Gesprächs:</u>	Face to Face Interview
<u>Befragungsmethode:</u>	halbstrukturierte Leitfadeninterviews

Die verwendeten Bildkombinationen sind dem Anhang der Diplomarbeit zu entnehmen.

1 Transkription Interview 6

2

3 I: Zuerst hätte ich eine ganz normale Frage: Welche Arten von
4 Strahlung kennst du?

5 B6: Gammastrahlung, Betastrahlung.

6 I: Zähl einfach einmal auf!

7 B6: Radioaktive Strahlung, Mikrowellenstrahlung (-),
8 elektromagnetische Strahlung. (---)

9 I: Ja, wenn du nichts mehr weißt, dann

10 B6: Keine Ahnung.

11 I: Ok, das hier vielleicht hast du das schon einmal gesehen,
12 das ist eine Infrarotkamera. Es gibt nämlich auch die
13 sogenannte Infrarotstrahlung. Ich drehe sie einmal auf.
14 Hast du so eine Kamera schon einmal gesehen?

15 B6: Nein.

16 I: Es werden dann gleich Bilder kommen, da kannst du mir dann
17 gleich sagen, ob du solche Bilder schon einmal gesehen
18 hast.

19 B6: (---)

20 I: Wie du vorher schon gesehen hast, es dauert ein bisschen
21 bis es aufgedreht ist. Wo hast du so etwas schon gesehen?

22 B6: Im Fernsehen.

23 I: Bei was zum Beispiel?

24 B6: Bei den Kriminalfilmen, die etwas aufdecken wollen, ob
25 sich jemand versteckt oder nicht.

26 I: Wenn es dich interessiert, kann ich schnell ein Foto von
27 dir machen da sieht man dann (---)

28 B6: Bei meinem Papa, der hat ein Ingenieurbüro, der macht
29 (--)ich weiß auch nicht wozu er das braucht aber ja.

30 (Bildkombination Kerze wird gelegt)

31 I: So schaust du zum Beispiel mit einer Wärmebildaufnahme
32 aus. Wie gesagt, das ist eine Infrarotkamera. Wie glaubst
33 du, dass so die Bilder entstehen können?

34 B6: (--)

35 I: Einfach eine Vermutung. (lacht)

36 B6: Na, der misst halt wo es wärmer ist, und wo es wärmer ist,
37 ist es rot. Und das Kälteste ist blau und ich gebe meine
38 Strahlung ab und der wird das irgendwie auffangen.

39 I: Das heißt, welche Strahlung wird da dann gemessen mit
40 dieser Kamera?

41 B6: Infrarotstrahlung.

42 I: Was hast du für eine Idee, da wo es zum Beispiel rot ist,
43 kommt da viel Strahlung oder wenig Strahlung? Wie wird das
44 gemessen, was glaubst du?

45 B6: Da wo es rot ist, ist mehr Strahlung.

46 I: Und da wo es blau ist, wie schaut das da aus? Was glaubst
47 du?

48 B6: Weniger?

49 I: Ok, gut.

50 B6: Sagst du ok, gut, weil es stimmt oder einfach nur weil du
51 es selbst wahrnimmst, dass ich es sage?

52 I: Ich muss ein bisschen variieren, ich bleibe ein Mysterium,
53 am Schluss sage ich es dir. So, jetzt zeige ich dir einmal
54 ein paar Bilder und zwar zum Beispiel diese. Versuche zu
55 erklären, was du auf den Bildern siehst.

56 B6: Das ist wirklich und das ist mit der Wärmebildkamera.

57 I: Und wie ist dieses Bild zustande gekommen? Warum schaut
58 das gerade so aus?

59 B6: Na weil die Kerze, Feuer ist warm. Das Handy ist kalt und
60 gibt keine Infrarotstrahlen, es hat sicher auch
61 irgendwelche Strahlen aber?

62 I: Also zum Beispiel von wo kommt auf diesem Bild überall
63 Strahlung her, das ist die Frage?

64 B6: Na da kommt die Strahlung her, aber nicht Infrarot, also
65 nicht das es aufnehmen kann.

66 I: Ok, Gut bleiben wir einmal dabei. Dann zeige ich dir noch
67 einen Fernseher. Machen wir das gleiche bitte noch einmal
68 und sage mir bitte was siehst du auf dem Bild und wo kommt
69 da Infrarotstrahlung her und wo nicht. Rede ein bisschen
70 darüber, bitte!

71 (Bildkombination Fernseher I wird gelegt)

72 B6: Aus dem Bildschirm kommt die Infrarotstrahlung und unten
73 aus dem Receiver.

74 I: Ja.

75 B6: Und anscheinend in der Mitte mehr und am Receiver, weil es
76 weiß ist. Und außen herum wieder weniger.

77 (Bildkombination kaltes Wasser wird gelegt)

78 I: Ok, gut. Bleiben wir einmal dabei. Noch einmal kurz
79 zusammenfassend, du hast das schon sehr richtig gesagt.
80 Eine Infrarotkamera misst einfach wie viel Strahlung von

- 81 wo kommt und es wird dann umgewandelt in ein Bild. Also du
82 hast es eigentlich richtig gesagt. So jetzt überlegen wir
83 uns einmal folgendes: Dieses Bild was siehst du hier? Wie
84 würdest du da
- 85 B6: Bodenheizung
- 86 I: Zum Erklären: Das ist ein Tisch, ein ganz normaler Tisch,
87 ein Glas Wasser, wieder das Handy von vorhin und ein paar
88 Stifte. Wie glaubst du ist jetzt dieses Bild zustande
89 gekommen?
- 90 B6: Eine Wärmequelle unter den Tisch stellen?
- 91 I: Jetzt probieren wir
- 92 B6: Ist das ein kaltes Wasser?
- 93 I: Das wäre zum Beispiel eine Möglichkeit. Woran siehst du,
94 dass das ein kaltes Wasser ist?
- 95 B6: Weil es blau ist oder schwarz.
- 96 I: Und wenn ich dich frage: Wie warm ist das Wasser, kannst
97 du mir das auch sagen?
- 98 B6: (--) Zirka über 16 Grad Celsius.
- 99 I: Ok, jetzt sind wir bis zur Skala gekommen, sehr gut. Was
100 strahlt jetzt auf diesem Bild Infrarotstrahlung ab?
- 101 B6: (--) Der Tisch.
- 102 I: Sonst noch irgendetwas oder war es das mit dem Tisch?
- 103 B6: Ich glaube, das Schwarze gibt wenig Infrarot bis zu fast
104 gar nichts und das Rote eher mehr.
- 105 I: Ok, das heißt?
- 106 B6: Und das Handy und die Stifte irgendwie sieht man nicht
107 mehr, die sind genauso warm wie der Tisch.

- 108 (Bildkombination Ofen wird gelegt)
- 109 I: Sehr gut, ideal. So, jetzt zeige ich dir noch ein Bild.
110 Das ist jetzt ein Ofen mit dem Fernseher. Das ist
111 eigentlich genau zur gleichen Zeit aufgenommen worden.
- 112 B6: Das sind andere Skalen.
- 113 I: Und das heißt, was sagst du zu diesem Bild und was denkst
114 du wie viel Strahlung wird da abgegeben bzw. von wo wird
115 Strahlung abgegeben?
- 116 B6: Vom Ofen kommt mehr als vom Fernseher und wenn ich es mit
117 dem Bild vergleiche geht es bis 31 Grad Celsius und hier
118 bis 98.
- 119 I: Kommt jetzt von hier oder von hier mehr Strahlung vom
120 Fernseher?
- 121 B6: Nein, es ist nur im Vergleich zu oben anders.
- 122 I: Wie kommst du zu dieser Einschätzung?
- 123 B6: Weil da unten 20 bis 31 und da von 22 bis 98.
- 124 I: Ok, sehr gut. Wenn wir jetzt bei diesen Bildern überall
125 den Hintergrund anschauen, strahlt da der Hintergrund auch
126 etwas ab?
- 127 B6: Muss überlegen, nichts außer beim Tisch.
- 128 I: Ok, beim Tisch da strahlt der Hintergrund
129 Infrarotstrahlung ab. Wie schaut das da aus?
- 130 B6: Also (-) naja der gibt wenig Infrarotstrahlung von sich
131 und es ist alles um die 20 Grad beim untersten.
- 132 I: Ok, gut. Wenn wir uns jetzt noch einmal überlegen gibt da
133 der Hintergrund Infrarotstrahlung ab oder nicht.
- 134 B6: Etwas.

- 135 I: Ok, sehr gut. Jetzt hätte ich dann noch abschließend eine
136 Frage. Was würdest du, wenn ich zu dir sage, sämtliche
137 Gegenstände strahlen, wenn ich das zu dir sage. Glaubst du
138 mir das oder nicht?
- 139 B6: Nein (lacht).
- 140 I: Warum nicht?
- 141 B6: Weil, ein bisschen strahlen ist schon oder aber nicht
- 142 I: Ich sage einmal solange sie ein bisschen strahlen gilt es,
143 also strahlen sie. Was würdest du generell sagen:
144 Alle Gegenstände strahlen. Was würdest du sagen, stimmt
145 das, stimmt das nicht? Auch wenn sie nur ein bisschen, das
146 lassen wir auch gelten.
- 147 B6: Nein, ich kann mir das trotzdem nicht vorstellen.
- 148 I: Hast du eine Begründung warum?
- 149 B6: Nein, es kommt mir nur komisch vor und ungut.
- 150 I: Also, du meinst das ist einfach ein ungutes Gefühl, wenn
151 du weißt, alles strahlt.
- 152 B6: Also mit Strahlung da verbindet man etwas Negatives.
- 153 I: Ok, kannst du mir irgendetwas auf diesen Bildern
154 aufzählen, von wo keine Strahlung herkommt?
- 155 B6: Nein
- 156 I: Ok, gut.
- 157 B6: Also schätze ich einmal wird es strahlen.
- 158 I: Fällt dir irgendein Gegenstand oder irgendetwas ein was
159 vielleicht nicht strahlen könnte? Kennst du einen anderen
160 Begriff für Infrarotstrahlung?
- 161 B6: Nein.

162 I: Wärmestrahlung wäre zum Beispiel eine Möglichkeit. Also du
163 bist zwar der Meinung, dass auf diesen Bildern alles
164 Strahlung aussendet, aber du glaubst meiner Aussage nicht,
165 das alle Gegenstände strahlen. Das ist die
166 Zusammenfassung.

167 B6: Ich könnte es nicht wirklich sagen. Aber das glaube ich
168 nicht, weil ich nicht genug darüber weiß und noch keine
169 Meinung darüber bilden kann. Es ist so, du sagst mir das
170 und ich glaube dir das jetzt.

171 I: Und basierend auf dem, was wir gerade miteinander
172 angeschaut haben?

173 B6: Würde ich sagen, dass alles strahlt.

174 I: Ok, gut dann sage ich danke.

10.3.7) Interview 7

Allgemeine Informationen

<u>Dauer des Interviews:</u>	15 Minuten
<u>Datum des Interviews:</u>	Dezember 2012
<u>Version:</u>	anonymisiert

Informationen zur Person

<u>Geburtsjahr:</u>	1999
<u>Geschlecht:</u>	männlich
<u>Bildungsstand:</u>	AHS - elfte Schulstufe abgeschlossen
<u>Beruf:</u>	Schülerin
<u>Migrationshintergrund der Befragten:</u>	keiner
<u>Geographische Region:</u>	Niederösterreich
<u>Art des Gesprächs:</u>	Face to Face Interview
<u>Befragungsmethode:</u>	halbstrukturierte Leitfadeninterviews

Die verwendeten Bildkombinationen sind dem Anhang der Diplomarbeit zu entnehmen.

1 Transkription Interview 7

2

3 I: Als Erstes: Welche Arten von Strahlung kennst du?

4 B7: Alpha-, Beta- und Gammastrahlung.

5 I: Ja, weißt du noch etwas?

6 B7: Die Alphastrahlung.

7 I: Nein, du brauchst es nicht erklären, nur was du sonst noch
8 an Strahlung kennst. Ich glaube dir, dass du das weißt.

9 B7: Die radioaktive Strahlung.

10 I: Weiter wenn du noch etwas weißt, sag es einfach.

11 B7: Mikrowellenstrahlung.

12 I: Einfach aufzählen was dir noch einfällt. Es ist jetzt
13 keine Prüfung und hat keine Auswirkungen.

14 B7: Lichtstrahlung.

15 I: Ok, wenn du nichts mehr weißt sag es einfach.

16 B7: (--) Ja, das war es.

17 I: Hast du schon einmal etwas von der Infrarotstrahlung
18 gehört?

19 B7: Ja.

20 I: Ok, woher?

21 B7: Bei der Farbtabelle ist die ganz rechts oben, nein links.

22 I: Und sonst irgendwo, vielleicht in der Werbung, wo du etwas
23 gesehen hast?

24 B7: Ja, beim Handy.

- 25 I: Beim Handy? Ja, ok. Sonst noch irgendwo?
- 26 B7: (--) Bei der Infrarotlampe die man sich an das Ohr hält.
- 27 I: Ok, sehr gut. Als nächstes, hast du eine Ahnung was das
28 ist?
- 29 B7: Eine Wärmebildkamera.
- 30 I: Ja. Hast du so etwas schon einmal in der Hand gehabt?
- 31 B7: Ja.
- 32 I: Ok, wo?
- 33 B7: Bei der Feuerwehr.
- 34 I: Ok, bei der Feuerwehr. Und was macht man damit bei der
35 Feuerwehr?
- 36 B7: Man schaut in die brennenden Häuser hinein, ob irgendwo
37 Verletzte liegen oder so
- 38 I: Ok, du bist bei der Feuerwehr. Sehr löblich. Wie glaubst
39 du funktioniert das?
- 40 B7: Naja, es zeigt das Warme rot an und das andere zeigt es
41 bläulich an. Mit der Körperwärme?
- 42 I: Ok, das macht einmal die Kamera. Das heißt Infrarotkamera
43 heißt das. Wie glaubst du misst die Kamera?
- 44 B7: Strahlen.
- 45 I: Welche Strahlen, wie könnte das funktionieren? Probier es
46 einfach.
- 47 B7: Mit radioaktiven.
- 48 I: Mit radioaktiven Strahlen glaubst du? Ich wiederhole mich
49 noch einmal, das ist eine Infrarotkamera.
- 50 B7: Ah, mit Infrarotstrahlen.

- 51 I: Und wie genau könnte das funktionieren?
- 52 B7: Die gehen in den Körper hinein und (--) die messen dann
53 irgendwie die Wärme.
- 54 I: Und dann, was passiert dann mit den Strahlen?
- 55 B7: Die werden wieder zurückgelenkt und dann je nachdem wo es
56 warm ist rot oder blau.
- 57 I: Woran merkt das Gerät ob es warm oder kalt ist?
- 58 B7: Wie viele Strahlen das wieder zurückkommen oder so.
- 59 I: Ok, das lassen wir einmal. Ich erkläre es dann nachher, ob
60 es genauso richtig ist. Du kannst die Kamera eigentlich
61 schon weglegen. Jetzt zeige ich dir einmal ein paar Bilder
62 und ich würde dich bitten , dass du einfach jeweils sagst
63 was du auf den Bildern siehst. Ich zeige dir ein Bild von
64 mir.
- 65 B7: Hat das was mit Farben zu tun?
- 66 I: Willst du ein Bild von mir oder ein Bild von einem Esel
67 haben?
- 68 (Bildkombination Person wird gelegt)
- 69 B7: Mir ist es egal.
- 70 I: So, da haben wir ein Bild von mir. Wie würdest du sagen,
71 also was siehst du auf dem Bild? Versuch ein bisschen
72 etwas darüber zu sagen.
- 73 B7: Naja, wo das (--) viel rot ist weil es warm ist. Das
74 andere ist halt blau weil da keine Körperwärme oder gar
75 keine Wärme ist. Das ist mit der Kamera wahrscheinlich.
- 76 I: Richtig, das ist mit der Kamera aufgenommen.
- 77 B7: Wie viel Körpertemperatur er hat. Eine Tabelle.

- 78 I: Was bedeutet die Tabelle für dich? Oder was hilft dir die
79 Tabelle?
- 80 B7: Wie viel das warm ist und wie viel das kalt ist, dass man
81 das einstufen kann.
- 82 I: Ok, super ja.
- 83 B7: Wann es aufgenommen worden ist.
- 84 I: Ja.
- 85 B7: Die Marke.
- 86 I: Ja. Du bist sehr genau.
- 87 B7: Und wo es im Körper eher kälter ist und wo es eher wärmer
88 ist.
- 89 I: Ja, sehr gut. Na das ist schon einmal sehr viel das du
90 gesagt hast. Machen wir einfach weiter. Es werden jetzt
91 ein paar ähnliche Bilder kommen. Einfach einmal was siehst
92 du und wie glaubst du, dass dieses Bild zustande gekommen
93 ist? Und warum ist es genau da rot und da blau, ein
94 bisschen etwas darüber sagen.
- 95 (Bildkombination Kerze wird gelegt)
- 96 B7: Da ist es rot weil Feuer ist, und Feuer ziemlich warm ist.
97 Im Handy ist keine Wärme drinnen deshalb wird es blau
98 angezeigt oder nur ganz wenig Wärme. Glas strahlt auch
99 keine Wärme aus. Und da ist es wahrscheinlich noch wärmer,
100 entweder weil das Feuer die Wärme ausstrahlt oder weil das
101 Wachs die Wärme speichert oder so. Man sieht, dass es
102 nicht so heiß ist wie im Körper.
- 103 I: Was meinst du genau, dass es nicht so heiß ist wie im
104 Körper?
- 105 B7: Das es da kälter ist als die Körpertemperatur.

106 I: Du merkst ja schon ziemlich viel, sage ich einmal. So ein
107 weiteres Bild. Machen wir es umgekehrt, dann passt es da
108 zusammen. Was siehst du da?

109 (Bildkombination Fernseher I wird gelegt)

110 B7: Das der Fernseher extrem viel Wärme strahlt (-).

111 I: Nur kurz als Vergleich, strahlt der Fernseher mehr
112 Infrarot ab als unten die Kerze?

113 B7: Nein. Also nur da haben sie gleich viel, das weiße.

114 I: Sonst noch irgendetwas das dir auf den Bildern auffällt?

115 B7: Der weiße Fleck vielleicht ist das eine Frau.

116 I: Nein, das ist es nicht. Das ist nur wie der Fernseher
117 hinten gebaut ist. Anscheinend ist da irgendein Gerät im
118 Fernseher drinnen das besonders viel Wärme produziert. Da
119 ist vielleicht die Lampe drinnen die dann alles
120 ausleuchtet.

121 B7: Das andere ist wieder kälter (-).

122 I: Ich versuche jetzt zu erklären wie die Kamera wirklich
123 funktioniert. Du hast gesagt da wird etwas ausgesendet und
124 dann kommt etwas zurück. Im Prinzip schaut man nur wie
125 viel Infrarotstrahlung sendet ein Körper aus. Zum
126 Beispiel wenn du mich anschaust wird einfach überprüft wie
127 viel Infrarotstrahlung kommt von da und von da und durch
128 den Unterschied hat man dann unterschiedliche Farben. Das
129 heißt es ist nicht notwendig dass das Ganze etwas
130 aussendet, es schaut nur wie viel wird ausgesendet vom
131 Körper aus und wie viel kommt da an. Also es muss nichts
132 aussenden, es nimmt nur die Strahlen auf, und je nachdem
133 wie viele Strahlen kommen, wie intensiv das Ganze ist
134 desto mehr ins rötliche wird das Ganze umgewandelt. So
135 jetzt habe ich dir das kurz erklärt. Magst du das

136 vielleicht jetzt nochmals wiederholen. Also wie würdest du
137 das jetzt dem Lorenz erklären wie das jetzt funktioniert
138 mit der Kamera?

139 B7: Also man schaut auf einen Körper und je nachdem wie viel
140 Infrarotstrahlen der Körper ausstrahlt wird das von der
141 Kamera aufgefangen und wird gemessen wo am meisten
142 Infrarotstrahlung ausgesendet wird. Und das wird dann in
143 den verschiedenen Farben angegeben.

144 I: Ja, sehr gut aufgepasst. Jetzt habe ich noch ein paar
145 weitere Bilder für dich. Die schauen jetzt vielleicht ein
146 bisschen anders aus. Was siehst du auf dem Bild? Wie
147 könnte das Bild zustande gekommen sein?

148 (Bildkombination kaltes Wasser wird gelegt)

149 B7: (--) Indem der Handyakku irgendwie vorher erhitzt worden
150 ist oder so? Dass es da ganz weiß ist oder aufgedreht
151 vielleicht?

152 I: Und was würdest du zu dem Bild noch dazu denken?

153 B7: Dass Wasser keine Wärme hat, weil vielleicht das Wasser
154 kalt ist?

155 I: Ja, und wie würdest du die anderen Farben auf dem Bild
156 erklären?

157 B7: Vielleicht steht wer mit einem Fön daneben oder ist eine
158 Heizung aufgedreht oder so?

159 I: Also in dem Fall meinst du, weil der Tisch rot ist?

160 B7: Ach so nein, das ist ein anderes Material das Holz?

161 I: Das ist nur eine Decke, muss ich dazusagen, aber das Bild
162 wäre genau gleich wenn die Decke da nicht wäre, wenn die
163 Tischdecke nicht oben wäre. Das Bild wäre genau gleich,

164 als Hinweis. Was glaubst du, warum wird das jetzt rot
165 angezeigt?

166 B7: Hat es etwas mit der Kerze zu tun?

167 I: Überlegen wir uns etwas. Was für eine Temperatur haben wir
168 hier?

169 (Es wird auf eine warme Stelle des Kerzenbildes gedeutet)

170 B7: 93 Grad.

171 I: Welche Temperatur haben wir hier?

172 (Auf einen roten Bildpunkt auf Bildkombination kaltes
173 Wasser wird gedeutet)

174 B7: 31 Grad.

175 I: Wo glaubst du kommt mehr Infrarotstrahlung her, von da
176 oder von da?

177 B7: Von da.

178 I: Ok, wie viel Temperatur haben wir da?

179 B7: 25 Grad.

180 I: Ok, jetzt vergleiche das mit der Skala unten, das hast du
181 vorher schon gesagt.

182 B7: Die Skala verändert sich immer.

183 I: Genau, die Skala verändert sich immer. Kannst du mir jetzt
184 vielleicht erklären warum da der Hintergrund rot ist?

185 B7: Vielleicht weil das so kalt ist und da wird das alles ganz
186 verändert. Weil wenn das viel wärmer ist dann wird auch
187 das andere, die Skala höher und niedriger.

188 I: Ja, sehr gut. Was strahlt da deiner Meinung nach auf
189 diesem Bild alles Infrarotstrahlung ab?

190 B7: Das ganze Rot und das Weiße und ganz wenig das Grüne.

191 I: Ein Bild kommt noch dazu, das ist dann das Letzte. Jetzt
192 haben wir hier einen Ofen und ich sage gleich dazu, dass
193 ist zum gleichen Zeitpunkt aufgenommen wie da unten der
194 Fernseher. Was fällt dir jetzt auf bei dem Bild wenn du
195 es einfach so vergleichst mit den anderen? Oder vielleicht
196 sagst du ok, was merke ich da überhaupt?

197 (Bildkombination Ofen wird gelegt)

198 B7: Dass es ziemlich heiß ist. Also die Skala ist ziemlich
199 weit oben. Im Ofen drinnen ist es sehr heiß, 98 Grad in
200 der Mitte. Und herum, also der Ofen ist jetzt nicht so
201 heiß. Der Fernseher ist irgendwie, also der Fernseher ist
202 da blau weil da soviel Wärme ist, und dann ist die Skala
203 oben anders. (-)

204 I: Gut dann schauen wird nochmal. Was würdest du sagen
205 strahlt da überall Infrarotstrahlung aus?

206 B7: Der Fernseher.

207 I: Sonst noch irgendetwas?

208 B7: Das, also das unter dem Fernseher. Ein DVD-Player?

209 I: Ja, genau, so irgendetwas. Was strahlt da überall
210 Infrarotstrahlung aus?

211 B7: Der Ofen.

212 I: Und sonst?

213 B7: (--) Ein bisschen vielleicht der Fernseher? Aber nicht
214 viel.

215 I: Strahlt da der Fernseher mehr Infrarotstrahlung aus als
216 da?

217 (Beide Bilder mit Fernseher (FS I/Ofen) werden verglichen)

- 218 B7: Nein, aber da ist die Skala höher.
- 219 I: Ok. Wenn ich jetzt da hinzeige auf diesen Punkt, strahlt
220 der Infrarotstrahlung aus?
- 221 (Es wird auf einen blauen Bildpunkt gezeigt)
- 222 B7: (---)
- 223 I: Einfach da ein willkürlicher Punkt neben dem Fernseher.
- 224 B7: (-) Ja, aber nicht viel, nur 20 Grad oder so.
- 225 I: Ok, strahlt da, wird da Infrarotstrahlung abgestrahlt?
- 226 B7: Ja, aber nicht viel.
- 227 I: Jetzt eine abschließende Frage: Wenn ich jetzt behaupte
228 alle Gegenstände strahlen, was würdest du dazu sagen,
229 würdest du sagen das stimmt?
- 230 B7: Infrarot oder?
- 231 I: Ja, Infrarot.
- 232 B7: Ja, aber unterschiedlich.
- 233 I: Das heißt: Siehst du auf diesen Bildern irgendetwas das
234 nicht strahlt, das keine Infrarotstrahlung abstrahlt?
- 235 B7: Nein.
- 236 I: Gut, danke das wars. Kurze Frage: Hast du das vorher auch
237 schon gedacht das alles strahlt?
- 238 B7: Ich habe da noch nie so dran gedacht, keine Ahnung.

10.3.8) Interview 8

Allgemeine Informationen

<u>Dauer des Interviews:</u>	15 Minuten
<u>Datum des Interviews:</u>	Dezember 2012
<u>Version:</u>	anonymisiert

Informationen zur Person

<u>Geburtsjahr:</u>	1999
<u>Geschlecht:</u>	männlich
<u>Bildungsstand:</u>	AHS – elfte Schulstufe abgeschlossen
<u>Beruf:</u>	Schüler
<u>Migrationshintergrund der Befragten:</u>	keiner
<u>Geographische Region:</u>	Niederösterreich
<u>Art des Gesprächs:</u>	Face to Face Interview
<u>Befragungsmethode:</u>	halbstrukturierte Leitfadeninterviews

Die verwendeten Bildkombinationen sind dem Anhang der Diplomarbeit zu entnehmen.

1 Transkription Interview 8

2

3 I: Als allererstes fange ich einmal an mit der Frage: Welche
4 Strahlungen kennst du? Welche Arten von Strahlung kennst
5 du?

6 B8: Alpha-, Beta-, Gammastrahlung.

7 I: Sonst noch etwas?

8 B8: (---) Die Wärme-, die Wärmestrahlung (--).

9 I: Kennst du zufällig einen anderen Namen für die Wärme- bzw.
10 Wärmestrahlung? Da gibt es nämlich etwas ähnliches, darum
11 würde es jetzt nämlich gehen?

12 B8: Infrarot?

13 I: Infrarot, genau. Wie bist du jetzt darauf gekommen?

14 B8: Keine Ahnung (lacht).

15 I: Sehr gut.

16 B8: Weil Infrarot warm ist.

17 I: Sonst noch irgendwelche Strahlungen die dir einfallen?

18 B8: Die Ultraviolettstrahlung, die Mikrowellenstrahlung, die
19 Radiowellenstrahlung, sonst fällt mir jetzt gerade keine
20 mehr ein.

21 I: Ok, macht nichts. Die wichtigste Strahlung hast du schon
22 genannt, nämlich um die es jetzt gehen wird, die
23 Infrarotstrahlung. Als erstes zeige ich dir einmal dieses
24 Gerät. Hast du so ein Gerät schon einmal gesehen?

25 B8: Ich denke schon.

26 I: Was ist das für ein Gerät?

- 27 B8: Was man damit macht oder?
- 28 I: Ja, sprich einmal darüber, was du weißt über so etwas oder
29 so etwas Ähnliches.
- 30 B8: Wenn das Haus undicht ist, dann wird es halt rot (lacht)
31 (---)
- 32 I: Ok, also das ist eine Infrarotkamera. Hast du so etwas
33 schon einmal in der Hand gehabt, oder kennst du nur die
34 Bilder?
- 35 B8: Ich kenne nur die Bilder.
- 36 I: Wo hast du die Bilder zum Beispiel schon einmal gesehen?
- 37 B8: In irgendeiner Zeitschrift oder so.
- 38 I: Also du kennst es vom Hausbauen die Bilder. Versuch zu
39 erklären wie so eine Kamera funktioniert. So circa,
40 einfach welche Ideen du hast.
- 41 B8: Da werden einfach die Strahlungen, also es ist immer eine
42 Strahlung. Die wird halt aufgenommen.
- 43 I: Ich sage es nochmal. Das ist eine Infrarotkamera.
- 44 B8: Ja, es ist eine Infrarotkamera und da sieht man halt wenn
45 es warm ist, ist halt eine Infrarotstrahlung und das wird
46 von diesem Teil da, Infrarotmesser, aufgenommen.
- 47 I: Wie macht er das Ganze, dieses Infrarotgerät? Wie wird das
48 mit der Strahlung gemessen, was passiert da? Hast du eine
49 Idee wie das funktionieren könnte?
- 50 B8: (---) Interessante Frage. Also die senden es da irgendwie
51 hin.
- 52 I: Was? Wohin?
- 53 B8: Die Infrarotstrahlung.

54 I: Kommt von wo? Wohin?

55 B8: Von dem Haus, also von der Wärme.

56 I: Ok. Ist es jetzt dazu notwendig, dass die Kamera
57 irgendetwas aussendet oder genügt eigentlich die
58 Infrarotstrahlung vom Haus wie du gerade gesagt hast?

59 B8: Ich würde eigentlich noch etwas aussenden, damit es wieder
60 zurückkommt.

61 I: Also du meinst es ist schon irgendwie notwendig, dass da
62 etwas ausgesendet wird.

63 B8: Ja.

64 I: Reden wir nachher darüber ob das richtig oder falsch ist.
65 So jetzt zeige ich dir ein paar Bilder von der Kamera .
66 Das kannst du schon weglegen. Außer du willst unbedingt
67 ein Bild von dir, dann kann ich eines machen. Aber du bist
68 ziemlich weiß. Die Kamera ist nicht gut eingestellt,
69 deshalb hat es bei deinem Hals 54 Grad. Also wenn ich
70 nicht wüsste, dass die Kamera falsch eingestellt ist,
71 hätte ich jetzt ein bisschen Angst um dich.

72 B8: Ok. (lacht)

73 I: Ich zeige dir als erstes einmal immer zwei verschiedene
74 Bilder. Normalerweise sind die Bilder immer genau zur
75 gleichen Zeit aufgenommen. In diesem Fall waren die Esel
76 aber so verschreckt, das ich es nicht geschafft habe dass
77 ich genau die gleichen Bilder zusammenbekomme. Versuche
78 einmal das Infrarotbild da anzuschauen, und versuche mir
79 zu erklären was du auf den Bildern siehst. Wie könnte das
80 Bild zustande gekommen sein? Warum sind die Farben gerade
81 so? Alles was dir auffällt einfach einmal aufzählen bitte.

82 *(Bildkombination Esel wird gelegt)*

83 B8: Da sind Esel. Wo es rot ist, das ist halt die Körperwärme
84 von den Eseln. Da links und rechts wo es blau ist da ist
85 es kalt. Da scheint es Winter zu sein oder Herbst . Ja,
86 Winter (lacht). Und man sieht halt die Körperwärme von
87 den Eseln.

88 I: Ok, fällt dir sonst irgendetwas auf bei dem Infrarotbild?

89 B8: (-) Es gibt auch grüne Stellen.

90 I: Was bedeutet das?

91 B8: Dass es ein bisschen wärmer ist als das blaue.

92 I: Ok, gut. Irgendetwas anderes das dir noch auffällt? Oder
93 sonst gehen wir einfach weiter zum nächsten Bild.

94 B8: Das die Schnauze und die Augen weiß sind. Sonst fällt mir
95 eigentlich nichts mehr auf.

96 I: Ok. Dann gehen wir da einmal weiter. Schau dir das
97 Bildpaar an. Vielleicht wenn du wieder etwas dazu sagst
98 wie genau könnte dieses Bild da zustande gekommen sein ?
99 Warum sind die Farben so wie sie da gerade sind?

100 *(Bildkombination Kerze wird gelegt)*

101 B8: Das Handy sendet keine Wärme, es ist halt nicht sehr warm.
102 Da ist die Kerze, die sendet Wärme aus und es nimmt halt
103 dieses Teil da auf. Und weil die Wärme durch die Luft vom
104 Raum immer kälter wird und verschwindet, deshalb ist es
105 auch immer blau am Rand und wird von innen immer dunkler.

106 I: Nächstes Bild. Sie sind halt immer sehr ähnlich die
107 Bilder, aber die werden wir nachher noch brauchen zum
108 vergleichen. Was fällt dir da noch auf. Hoppala das passt
109 nicht zusammen. Was fällt dir jetzt da auf?

110 *(Bildkombination Fernseher I wird gelegt)*

111 B8: Dass der Fernseher rot ist. Dass es ein Gerät ist und
112 vorher das Handy nicht geleuchtet hat. Und der Fernseher
113 sendet ja auch Strahlen aus.

114 I: Der Fernseher ist schon länger in Betrieb muss ich
115 dazusagen.

116 B8: Und weil dieses Teil lang läuft, da wird es halt warm und
117 da nimmt es halt auch die Wärmebildkamera auf.

118 I: Sehr schön. Sonst irgendetwas das dir auffällt?

119 B8: (---)

120 I: Es muss nichts sein, nur eine Frage ob dir noch irgendwas
121 auffällt.

122 B8: Naja, nur die Geräte, der Fernseher, das Modem also der?

123 I: Das ist der Receiver.

124 B8: Genau, der Receiver. Der Receiver und der Fernseher, die
125 Geräte sind halt warm und das andere ist halt
126 Zimmertemperatur.

127 I: Woran merkst du, dass das Zimmertemperatur ist?

128 B8: Naja. (zeigt auf das Bild)

129 I: Ja, sehr gut. Mir ist es darum gegangen ob du überhaupt
130 merkst wo du die Temperatur ablesen kannst. Nur kurz
131 jetzt nochmals zur Erklärung: Wie funktioniert das? Es ist
132 so, dass nichts ausgesendet wird. Es misst einfach nur wie
133 viel Infrarotstrahlung kommt von einem gewissen Punkt. Je
134 mehr Infrarotstrahlen kommen, umso rötlicher wird das
135 Ganze von diesem Gerät übersetzt. Also es muss nichts
136 ausgesendet werden, es schaut immer nur was kommt von
137 irgendwoher. Das heißt, wenn du jetzt dem Flo erklären
138 müsstest wie dieses Gerät funktioniert, was würdest du ihm
139 ganz kurz jetzt sagen wie funktioniert das?

140 B8: Die Infrarotstrahlung ist eine Strahlung und die wird von
141 der Kamera gemessen und die zeigt halt dann an von wo es
142 wärmer und von wo es kälter ist.

143 I: Ja jetzt geht es weiter mit ein paar neuen Bildern, und
144 zwar dieses Bild und dieses Bild. Wie könnte genau dieses
145 Bild zustande gekommen sein. Warum sind die Farben genau
146 so? Und was fällt dir sonst noch auf?

147 *(Bildkombination kaltes Wasser wird gelegt)*

148 B8: Das Wasser sendet keine Strahlung aus, und anscheinend ist
149 eine Bodenheizung.

150 I: Das ist einfach nur ein Tisch.

151 B8: Achso, ok. Das ist nur ein Tisch.

152 I: Das ist nur ein Tisch. Es ist eigentlich der gleiche Tisch
153 wie da, nur ist eine Tischdecke darüber. Aber wenn man die
154 Tischdecke weggeben würde, würde es genau gleich
155 ausschauen.

156 B8: Ok, ist das Rote am Rand egal oder nicht?

157 I: Bitte?

158 B8: Ist das Rote da am Rand jetzt egal oder nicht?

159 I: Warum ist es rot? Was hast du für eine Idee, warum könnte
160 es rot sein?

161 B8: (--) Weil die Tischdecke Wärme aufnimmt?

162 I: Probieren wir einmal etwas. Was für eine Temperatur hat es
163 da?

164 B8: 100, also 93.

165 I: Ok, welche Temperatur hat es da?

166 B8: 31.

- 167 I: Welche Temperatur hat es da?
- 168 B8: 25.
- 169 I: Ok, welche Temperatur hat es da?
- 170 B8: 22.
- 171 I: Ok, fällt dir etwas auf von den Farben und der Temperatur
172 die du mir jetzt aufgezählt hast?
- 173 B8: Ja, die sind bei dem jetzt sehr unterschiedlich und bei
174 dem jetzt nicht.
- 175 I: Warum könnte das jetzt so rot sein?
- 176 B8: Weil es bei dem das aufnimmt und dann den Unterschied
177 misst?
- 178 I: Du musst dir jetzt einmal anschauen, schau dir die Skala
179 an von wo bis wo die jeweils geht. Vielleicht kannst du
180 mir dann erklären warum das so rot ist.
- 181 B8: (--) Das ist halt bis 25 Grad, und vielleicht ist die
182 Zimmertemperatur ist 23,6 Grad, deswegen ist die
183 Tischplatte bzw. dieses Tuch da auch ca. 24 Grad und das
184 Wasser ist halt kühler.
- 185 I: Genau, dass heißt man merkt eben diese Kamera macht die
186 Farben je nach dem was du auf den Bildern oben hast und
187 welche Umgebungstemperatur du hast. Deshalb ist auch da
188 die Umgebung rot. Alles klar?
- 189 B8: Ja.
- 190 I: Als Letztes kommt dieses Bild.
- 191 *(Bildkombination Ofen wird gelegt)*
- 192 B8: War da ernsthaft 29 Grad Raumtemperatur?

- 193 I: Zuerst einmal das ist nicht die Raumtemperatur, das ist
194 genau die Temperatur da in der Mitte.
- 195 B8: Ach so, ok.
- 196 I: Und zweitens die Raumtemperatur ist natürlich bis zu einem
197 gewissen Grad höher umso näher du mit diesem Gerät
198 hinkommst, weil dann auch die Umgebungstemperatur ein
199 bisschen erhitzt wird. Jetzt haben wir da wieder ein Bild.
200 Was siehst du auf diesem Bild?
- 201 B8: Einen Ofen und einen Fernseher, der anscheinend noch nicht
202 sehr lange läuft.
- 203 I: Warum läuft er nicht so lange?
- 204 B8: Weil er später eingeschalten, also weil man ihn erst vor
205 zehn Minuten eingeschalten hat.
- 206 I: Schauen wir einmal auf etwas. Schau da her und schau da
207 her. Was fällt dir auf?
- 208 B8: Zur gleichen Zeit.
- 209 I: Das ist genau die gleiche Zeit, also ganz kurz nur kurz
210 absetzen und dann ein neues Foto machen.
- 211 B8: Weil das heißer ist und das nicht so stark aufgenommen
212 wird. Und da circa die gleiche Temperatur hat und da keine
213 Ahnung, auch die gleiche Temperatur. Und ja weil der Ofen
214 heißer ist als dieser Fernseher.
- 215 I: Kommt von da vom Fernseher mehr Infrarotstrahlung als von
216 da vom Fernseher?
- 217 B8: Ja.
- 218 I: Warum kommt da mehr?
- 219 B8: Weil es da näher ist und eher auf den zeigt.

220 I: Es ist nicht unbedingt näher, also an dem würde es nicht
221 scheitern.

222 B8: Es zeigt halt eher auf den, nicht auf den Ofen.

223 I: Ok, schauen wird trotzdem, welche Temperatur haben wir da
224 zirka.

225 B8: 28 Grad auch 31.

226 I: Ok, wir haben zirka die gleiche Temperatur. Ws glaubst du,
227 hat man dann die gleiche Infrarotstrahlung wenn man die
228 gleiche Temperatur hat?

229 B8: Ja.

230 I: Ok, aber warum sind dann andere Bilder?

231 B8: Weil das heißer ist, und das näher aufgenommen ist.

232 I: Ok, ja. Das heißt, wenn ich dich jetzt nochmal frage:
233 Kommt von da mehr Infrarotstrahlung als von da?

234 B8: Na, es ist gleich.

235 I: Ok, hast du auch eine Idee warum das gleich ist?

236 B8: Weil sie sich ja noch nicht geändert hat in der Zeit.

237 I: Ja, das ist im Prinzip die gleiche Zeit. So und wenn man
238 sich jetzt überlegt. Was sendet da überall
239 Infrarotstrahlung aus auf dem Bild?

240 B8: Der Ofen und der Fernseher.

241 I: Ja, sonst noch irgendetwas?

242 B8: Der Raum allgemein.

243 I: Also wenn ich dahin zeige, wird da Infrarotstrahlung
244 ausgesendet?

245 *(Es wird willkürlich auf einen blauen Bildpunkt gedeutet)*

- 246 B8: Ja.
- 247 I: Ok. Siehst du irgendwo auf den Bildern einen Punkt wo
248 keine Infrarotstrahlung ausgesendet wird?
- 249 B8: Da. *(Der Befragte zeigt auf das Wasserglas)*
- 250 I: Da kommt keine Infrarotstrahlung?
- 251 B8: Von da kommt keine, weil das Wasser sendet nichts bzw. das
252 Glas.
- 253 I: Von da kommt also keine, wie kommst du auf die Idee, dass
254 von da keine kommt?
- 255 B8: Weil Wasser, das ist einfach, weil Wasser sendet für mich
256 einfach keine Infrarotstrahlung aus.
- 257 I: Also kommt es von Wasser her oder von der Farbe her, dass
258 du auf das kommst, dass das Wasser keine Infrarotstrahlung
259 aussendet?
- 260 B8: Von der Farbe, ah vom Wasser.
- 261 I: Das Wasser selbst ok. Und wenn ich dir jetzt, ich räume
262 das mal kurz weg, von einem Whirlpool ein Foto zeige, was
263 würdest du jetzt sagen?
- 264 B8: Heißes Wasser sendet Strahlen aus. Vielleicht wirkt sich
265 das Glas da aus.
- 266 I: Das Glas ist im Hintergrund. Das Glas da macht nichts aus.
267 Da hätten wir Wasser, strahlt dieses Wasser jetzt
268 Infrarotstrahlung aus?
- 269 B8: (--) Nein. Ohja im Prinzip schon.
- 270 I: Was haben wir gesagt, wie funktioniert die Kamera?
- 271 B8: Na sie nimmt nur die Infrarotstrahlung auf.

272 I: Das heißt, nachdem die Kamera umso mehr Infrarotstrahlen
273 bekommt umso mehr rot macht sie etwas. Bedeutet das, dass
274 von da Infrarotstrahlung kommt oder?

275 B8: Ja.

276 I: Würdest du jetzt sagen das Wasser doch Infrarotstrahlung
277 aussendet? Wenn du dir das Bild jetzt anschaust, oder habe
278 ich dich jetzt gelinkt?

279 B8: (--) Ich würde noch immer sagen, dass es nicht aussendet.

280 I: Warum nicht?

281 B8: Naja, obwohl der Wasserdampf glaub ich sendet Wärme aus.
282 Weil allgemein das Wasser (-) lacht.

283 I: Machen wir eine Frage noch. Kommt von da
284 Infrarotstrahlung?

285 B8: Ja.

286 I: Ok, kommt von da Infrarotstrahlung?

287 B8: Ja. Also es kommt im Prinzip von überall
288 Infrarotstrahlung.

289 I: Außer vom Wasser oder von überall?

290 B8: (--)

291 I: Also der Tisch ist für dich klar, dass er
292 Infrarotstrahlung aussendet. Warum das Wasser nicht?

293 B8: (--) Ich weiß es nicht.

294 I: Es ist einfach so ein Gefühl?

295 B8: Ja. Weil ich meine im Prinzip Lava wird schon wieder.

296 I: Ja es ist zwar kein Wasser aber.

297 B8: Ja, aber es wäre halt auch ein flüssiges.

298 I: Also du meinst flüssige Sachen strahlen keine
299 Infrarotstrahlen aus?

300 B8: Naja Wasser nicht.

301 I: Dieses Bild überzeugt dich nicht?

302 B8: Nein.

303 I: Warum nicht?

304 B8: Keine Ahnung.

305 I: Also du bist ein sehr skeptischer Mensch. Wenn ich dich
306 jetzt abschließend frage was sagst du zu meiner Aussage:
307 Alle Gegenstände strahlen! Was würdest du da sagen? Als
308 Antwort auf die Aussage.

309 B8: (--) Es strahlen alle.

310 I: Und was strahlt nicht? Kannst du irgendwie zusammenfassen?

311 B8: Eigentlich strahlt schon alles. Weil wenn etwas mit
312 Radioaktivität irgendwie mit einer Strahlung versetzt ist,
313 strahlt ja im Prinzip alles.

314 I: Ok, wenn man sich jetzt nur die Infrarotstrahlung
315 anschaut.

316 B8: (---)

317 I: Wenn ich sage, alles strahlt Infrarotstrahlung aus. Was
318 würdest du dazu sagen?

319 B8: Papier, glaube ich, sendet keine ab.

320 I: Papier sendet keine ab?

321 B8: Ja, aber nur weil Sie die Hand darauf gehalten haben.

322 I: Aber von wo kommt dann die Strahlung?

323 B8: Es nimmt es nur auf.

324 I: Was nimmt es nur auf?

325 B8: Na die Wärme von Ihrer Hand.

326 I: Aber die Hand ist ja gar nicht mehr da.

327 B8: Aber sie bleibt trotzdem da, weil wenn man länger auf den
328 Tisch greift und dann weggeht dann ist sie trotzdem da,
329 aber.

330

331 I: Was ist warm?

332 B8: Naja, die Luft im Prinzip.

333 I: Die Luft, nicht das Papier.

334 B8: Nein.

335 I: Das heißt, wenn ich darauf blase muss die Wärme weg sein?
336 Ich blase ja weg.

337 B8: Nein, es ist ja immer so ein kleiner Abstand, oder?
338 Zwischen allem. Im Prinzip ist dann nicht das Papier warm,
339 sondern halt die Atome von der Luft die was dort ist.

340 I: Ganz kurz, es würde auch im Vakuum funktionieren. Es ist
341 wirklich so, dass in dem Fall das Papier erwärmt wird,
342 und das Papier wärmer ist und dann eben auch mehr
343 Infrarotstrahlung ausgesendet wird vom Papier. Und kurz
344 zur Zusammenfassung, es strahlt alles Infrarotstrahlung
345 ab.

346 Danke für deine Unterstützung.

10.4) Literaturverzeichnis

- Asghar, A., Libarkin, J.C., & Crockett, C.D. (2001). *Invisible Misconceptions: Student understanding of Ultraviolet and Infrared Radiation*. Paper presented at the GSA Annual Meeting. https://gsa.confex.com/gsa/2001AM/finalprogram/abstract_26065.htm
- BMUKK. (2000). *Lehrplan Unterstufe Physik - AHS*.
- BMUKK. (2004). *Lehrplan Oberstufe Physik - AHS*.
- Bortz, J., & Döring, N.D. (1995). *Forschungsmethoden und Evaluation*: Springer-Verlag GmbH.
- Demtröder, Wolfgang. (2004). *Experimentalphysik Band 1 Mechanik und Wärme*. Berlin Heidelberg Springer.
- Driver, Rosalind. (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes Open Univ. Press.
- Duit, R. (1986). Waermeverstellungen. *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik/Chemie*, 34(13), 30-33.
- Duit, R. (2007). Alltagsvorstellungen und Physik lernen *Physikdidaktik* (pp. 605 - 630): Springer Berlin Heidelberg.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Duit, R., Treagust, DF, & Widodo, A. (2008). Teaching science for conceptual change: Theory and practice. *International handbook of research on conceptual change*, 629-646.
- Duit, Reinders. (2010). Schülervorstellungen und Lernen von Physik. *PIKO-BRIEFE der fachdidaktische Forschungsstand kurzgefasst*, 1.
- Duit, Reinders, & Wodzinski, Christoph. (2010). Merkmale "guten" Unterrichts. *PIKO-BRIEFE der fachdidaktische Forschungsstand kurzgefasst*, 4.
- Eichler, Hans-Joachim, Freyberger, Matthias, Fuchs, Harald, Haug, Florian, Kaase, Heinrich, & Kroos, Jürgen. (2004). *Lehrbuch der Experimentalphysik Band 3 Optik*. Berlin New York: Walter de Gruyter.
- EVN. (23.8.2013). Gebäudethermografie. Retrieved 23.8.2013, from <http://www.evn.at/Businesskunden/Dienstleistungen/Gebaude/Gebaudethermografie.aspx>
- Flir-Infrarotkameras. (20.4.2013). FLIR i7 Wärmebildkamera. from http://www.flir-infrarotkameras.de/epages/61587589.sf/de_DE/?ObjectPath=/Shops/61587589/Products/%22FLIR%20i7%20%2360101-0301%22
- Glückert, Udo. (1992). *Erfassung und Messung von Wärmestrahlung: Eine praktische Einführung in die Pyrometrie und Thermographie*. München: Franzis
- Harlen, W. (1999). *Effective teaching of science: a review of research*: Scottish Council for Research in Education.

Hopf, Martin, Schecker, Horst, & Wiesner, Hartmut. (2011). *Physikdidaktik kompakt*: Aulis Verlag.

Hornbach. (17.4.2013). from
http://www.hornbach.at/cms/de/at/projekte/bauen/energie_sparen/anleitungen_energie_sparen/fassade_daemmen_r4/fassade_daemmen.html?hb_ms=1#tab-2

Interview 1. (2012).

Interview 2. (2012).

Interview 3. (2012).

Interview 4. (2012).

Interview 5. (2012).

Interview 6. (2012).

Interview 7. (2013).

Interview 8. (2013).

Jung, W., Wiesner, H., & Blumör, R. (1988). Untersuchungen über Schülervorstellungen zur Optik. *DFG- Abschlußbericht*.

Jung, Walter. (1986). Alltagsvorstellungen und das Lernen von Physik und Chemie. *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik/Chemie* 34, 13, 2-6.

Komorek, Michael, & Duit, Reinders. (2004). The teaching experiment as a powerful method to develop and evaluate teaching and learning sequences in the domain of nonlinear systems. *International Journal of Science Education*, 26(5), 619-633. doi: 10.1080/09500690310001614717

Libarkin, J., Asghar, A., Crockett, C., & Sadler, P. (2011). Invisible misconceptions: student understanding of ultraviolet and infrared radiation. *Astron Educ Rev*, 10(1).

Müller, R., Wodzinski, Rita, & Hopf, Martin. (2004). Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten *Schülervorstellungen in der Physik*: Aulis-Verlag

Neumann, Susanne, & Hopf, Martin. (2011). Was verbinden Schüler/innen mit dem Begriff ‚Strahlung‘? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*(17).

Neumann, Susanne, & Hopf, Martin. (2012a). Children’s Drawings About “Radiation”—Before and After Fukushima. *Research in Science Education*, 1-15. doi: 10.1007/s11165-012-9320-3

Neumann, Susanne, & Hopf, Martin. (2012b). Students’ Conceptions About ‘Radiation’: Results from an Explorative Interview Study of 9th Grade Students. *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 826-834. doi: 10.1007/s10956-012-9369-9

Niederösterreich, Landeskliniken - Holding. (2013). Ziehen Sie Ihr Haus warm an. *Gesund & Leben*, 5, 1.

- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A. (1982). Accomodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptional change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Schönborn, Konrad, Haglund, Jesper, & Xie, Charles. (2012). "But metal really is just colder!" Pupils' use of thermoimaging in conceptualising heat transfer. Paper presented at the World Conference on Physics Education Istanbul, Turkey.
- Schuster, Norbert, & Kolobrodow, Valentin G. (2000). *Infrarotthermographie*. Berlin: Wiley-VCH.
- Selting, Margret. , Auer, Peter., Barden, Birgit., & Bergmann, Jörg. (1998). Gesprächsanalytisches Transkriptionssystem (GAT). *Linguistische Berichte* 173, 91-122.
- Treagust, D.F., & Duit, R. (2008). Conceptual change: a discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. *Cultural Studies of Science Education*, 3(2), 297-328.
- Vollmer, Michael, Mollmann, Klaus-Peter, Pinno, Frank, & Karstadt, Detlef. (2001). There is more to see than eyes can detect. *The Physics Teacher*, 39(6), 371-376.
- Vosniadou, S, & Ioannides, C. (1998). From conceptual change to science education: a psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20, 1213-1230.
- Wiesner, Hartmut, & Wodzinski, Rita. (1996). Akzeptanzbefragungen als Methode zur Untersuchung von Lernschwierigkeiten und Lernverlaufen *Lernen in den Naturwissenschaften* (pp. 250-274). Köln: IPN.
- Xie, Charles, & Hazzard, Edmund. (2011). Infrared Imaging for Inquiry-Based Learning. *The Physics Teacher*, 49(6), 368-372.

10.5) Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufnahme einer Wärmebildkamera – Werbung im Internet (Hornbach, 17.4.2013)	7
Abbildung 2: elektromagnetisches Spektrum (Demtröder, 2004, p. 211).....	9
Abbildung 3: Das Diagramm zum Planck'schen Strahlungsgesetz (Eichler et al., 2004, S. 640)	11
Abbildung 4: Verschiedene Emissionsgrade von bekannten Objekten (Schuster & Kolobrodow, 2000, S. 59)	13
Abbildung 5: Verwendete Infrarotkamera (Flir-Infrarotkameras, 20.4.2013).....	15
Abbildung 6 Funktionsprinzip eines Bolometers (Schuster & Kolobrodow, 2000, S. 154).....	16
Abbildung 7: Bildkombination 8 – kaltes Wasser.....	60
Abbildung 8: Vergleich zweier Aufnahmen.....	63
Abbildung 9: Skala der Infrarotkamera	79
Abbildung 10: Aufnahme einer Wärmebildkamera Werbung im Internet (Hornbach, 17.4.2013)	80
Abbildung 11: Werbung in einer öffentlich ausliegenden Zeitschrift (Niederösterreich, 2013)	80
Abbildung 12: Aufnahme einer Wärmebildkamera - Werbung im Internet (EVN, 23.8.2013)	80
Abbildung 13 : Bildkombination 1 - Kerze.....	86
Abbildung 14: Bildkombination 2a – Fernseher I.....	86
Abbildung 15: Bildkombination 2b – Fernseher II (schwarz-weiß)	87
Abbildung 16: Bildkombination 3 - Whirlpool.....	87
Abbildung 17: Bildkombination 4 - Person	88
Abbildung 18: Bildkombination 5 – Person hinter Vorhang	88
Abbildung 19: Bildkombination 6 – Esel I.....	89
Abbildung 20: Bildkombination 7 – Esel II.....	89
Abbildung 21: Bildkombination 8 – kaltes Wasser	91
Abbildung 22: Bildkombination 9 - Ofen.....	91

10.6) Kurzer Lebenslauf

■ Ausbildung und beruflicher Werdegang

1996 – 2000	Volksschule Lilienfeld
2000 – 2008	BG/BRG Lilienfeld
2.Juni 2008	Matura mit Auszeichnung am BG/BRG Lilienfeld
Sept. 08 – Feb. 09	Grundwehrdienst in St. Pölten
2008 – 2012	Jeweils einmonatige Ferialarbeit bei PREFA Aluminiumprodukte Ges.m.b.H
Ab März 2009	Diplomstudium UF Physik und UF Mathematik
September 2011	Abschluss des ersten Abschnittes des Diplomstudiums mit Auszeichnung
Juni 2012	Abschluss des fachbezogenen Praktikums für Physik
Januar 2013	Abschluss des fachbezogenen Praktikums für Mathematik
Schuljahr 2012/2013	Lehrer mit Sondervertrag am BG/BRG Lilienfeld im Ausmaß von 4 Wochenstunden im Unterrichtsfach Physik
Schuljahr 2013/2014	Lehrer mit Sondervertrag am BG/BRG Lilienfeld im Ausmaß von 12 Wochenstunden im Unterrichtsfach Physik

10.7) Abstract

In meiner Diplomarbeit „Schülervorstellungen zur Infrarotkamera und deren Aufnahmen“ wurden die Fehlvorstellungen einer kleinen Probandengruppe bezüglich Infrarotkameras herausgearbeitet. Besonderes Augenmerk lag auf den Untersuchungen der Vorkenntnisse bezüglich dieser Technologie, den Fehlvorstellungen bezüglich Strahlung, die sich auf die Wahrnehmung der Kamerabilder auswirken und die Lernschwierigkeiten bei der Anwendung der Kamera im Unterricht.

Als Strategie zur Erlangung von Informationen wurden leitfragengestützte Interviews im Ausmaß von 10 bis 20 Minuten gewählt. Dabei mussten Schülerinnen und Schüler verschiedener Altersgruppen Schlüsselfragen zu Infrarotkameraaufnahmen beantworten. Des Weiteren wurden einige Aspekte der Methode der Akzeptanzbefragung angewandt und die erlangten Daten schließlich transkribiert und mit qualitativer Inhaltsanalyse untersucht.

Anknüpfungspunkte für diese Forschung stellten einerseits einige wenige Untersuchungen und Unterrichtsvorschläge zu Infrarotkameras und andererseits die Fülle von Informationen bezüglich Schülervorstellungen allgemein zum Thema Strahlung dar. Neue Erkenntnisse ergaben sich somit ausschließlich im Bereich der Aufnahme und Interpretation von Infrarotkamerabildern seitens der Schülerinnen und Schülern.

Es ergab sich einerseits, dass die Bilder der Kamera zwar bekannt waren die Kamera selbst aber nicht. Es zeigten sich schwerwiegende Probleme beim Verständnis der Funktionsweise der Kamera, außerdem ergaben sich bezüglich Infrarotstrahlung einige Fehlvorstellungen, die laut Fachliteratur in vielen physikalischen Bereichen und Anwendungsgebieten anzutreffen sind.

Eine der Kernentdeckungen der Forschung ist die unterschiedliche Aufnahme der Skala. Diese wurde von den Probanden und Probandinnen entweder nicht wahrgenommen oder teilweise falsch ausgelegt. Wurde diese erkannt und richtig interpretiert ergaben sich auch weniger Folgefehler und falsche Schlussfolgerungen.

English Version:

In my diploma thesis "Schülervorstellungen zur Infrarotkamera und deren Aufnahmen" the misconceptions of a small group of subjects concerning infrared cameras were elaborated. Particular attention was paid to the study of previous knowledge regarding this technology, the misconceptions relating to radiation, which affect the cognition of the camera images, and the learning difficulties in the application of the camera in the classroom.

As a strategy for obtaining information question based interviews were chosen. Pupils of different age groups had to answer key questions about infrared camera recordings. Furthermore, some aspects of the „teaching experiment“ method were applied. The obtained survey data was transcribed and analyzed by qualitative content analysis.

Starting points for this research were on the one hand a few tests and lesson plans regarding infrared cameras and also the wealth of information regarding general students' conceptions about radiation. New findings were shown in the cognition and interpretation of infrared camera images.

The images of the camera were known, but the camera itself was not. There were serious problems in understanding the functioning of the camera. This may have led to some misconceptions regarding infrared radiation, which can be found according to literature in many physical fields.

One of the key findings of the research is the different cognition of the scale. This was either not perceived or partially misinterpreted by the subjects. If this was recognized and interpreted correctly, there were also less consequential errors and false conclusions.