

SUSANNE NEUMANN UND MARTIN HOPF

Was verbinden Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff ‚Strahlung‘?

What do students associate with the German term ‚Strahlung‘ (= radiation)?

ZUSAMMENFASSUNG

In einer explorativen Studie wurde untersucht, was Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff ‚Strahlung‘ verbinden, bevor sie im Physikunterricht mit dem Thema konfrontiert werden. Zu diesem Zweck wurden Schülerinnen und Schüler der vierten bis sechsten Schulstufe gebeten, Zeichnungen zu diesem Thema anzufertigen. Diese Kinderzeichnungen wurden quantitativ mit Hilfe eines selbst entwickelten Kategoriensystems analysiert. Mit einer Teilgruppe der Probandinnen und Probanden wurden Interviews geführt, um die richtige Interpretation der Zeichnungen zu gewährleisten und nach den Wissensquellen der Kinder zu fragen. Bei der Analyse der Daten zeigte sich, dass die Motive stark altersabhängig waren: Schülerinnen und Schüler der vierten Schulstufe zeichneten zum überwiegenden Teil Quellen sichtbarer Strahlung (Sonne, Taschenlampe, ...). Mit zunehmendem Alter nahm der Anteil derjenigen signifikant zu, die Objekte im Zusammenhang mit unsichtbarer Strahlung (Handys, Atomkraftwerke, ...) wählten.

Schlüsselwörter: Strahlung, Schülervorstellungen, Kinderzeichnungen

ABSTRACT

An explorative study analyzed what students associate with the German term ‚Strahlung‘ (= radiation), before they are confronted with this topic in physics lessons. Students from grades 4 to 6 were asked to create drawings about this topic. These drawings were quantitatively analyzed using self-created categories. A sub-set of the students was interviewed in order to check the interpretations of the drawings and ask them about their sources of information. The analysis of the data showed that the choice of motifs was strongly dependent on the age of the students: Students attending grade 4 drew, to a high degree, sources of visible radiation (e.g. the Sun, a flashlight, ...). The older the students were, the higher the percentage of drawings that show objects related to invisible radiation (e.g. mobile phones, nuclear power plants, ...).

Keywords: radiation, students' conceptions, children's drawings

1 Theoretischer Hintergrund

Das Lernen von Schülerinnen und Schülern im naturwissenschaftlichen Unterricht wird zu einem wesentlichen Teil dadurch bestimmt, ob deren Vorerfahrungen im Lernprozess berücksichtigt werden. Seit den 70er Jahren bildet daher die Erforschung der Schülerperspektive einen wichtigen Teil der fachdidaktischen Forschung. Neben der Erforschung von Haltungen und Einstellungen der Lernenden spielen dabei insbesondere die kognitiven Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler eine große Rolle. In der deutschen Literatur (wie auch in dem vorliegenden Artikel) werden diese üblicherweise mit dem Begriff ‚Schülervorstellungen‘ bezeichnet.

Duit und Treagust (2003) fassen die Entwicklung der fachdidaktischen Forschung über Schülervorstellungen wie folgt zusammen:

„[...] there are still a remarkable number of studies on students’ learning in science that primarily investigate such students’ conceptions at the content level. Since the middle of the 1980s investigations of students’ conceptions at meta-levels, namely conceptions of the nature of science and views of learning (i.e., meta-cognitive conceptions) also have been given considerable attention.”

Die hohe Bedeutung von Schülervorstellungen sowohl für die naturwissenschaftliche Fachdidaktik als auch für die Unterrichtspraxis ergibt sich dabei aus den Lernprozessen, denen Schülerinnen und Schüler folgen. Geht man von einem konstruktivistischen Ansatz aus (vgl. Duit & Treagust, 2003; Matthews, 1997), müs-

sen sie ihr Wissen unter anderem aus den von der Lehrkraft zur Verfügung gestellten Lernangeboten selbst konstruieren. Dies erfolgt auf Basis der schon vorhandenen kognitiven Strukturen der Schülerinnen und Schüler, die in den Lernprozess miteinbezogen werden. Die Kenntnis dieser Vorstellungen ist daher unerlässlich für eine erfolgreiche Konzeptentwicklung im naturwissenschaftlichen Unterricht.

1.1 Aktuelle Diskussionen zu Schülervorstellungen

Bezüglich der Fragen, welche innere Struktur diesen Vorstellungen allgemein zu Grunde liegt und auf welche Art ein Konzeptwechsel daher bestmöglich bewirkt werden kann, gehen die Meinungen in der fachdidaktischen Forschung auseinander. So zeigen sich in der aktuellen Forschungslandschaft zwei gegensätzliche Ansätze, die in der internationalen Literatur als „Framework Theory Model“ (Vosniadou, Vamvakoussi, & Skopeliti, 2008) bzw. als „Knowledge in Pieces“ (diSessa, 2008) bezeichnet werden. Der Unterschied dieser beiden Ansätze lässt sich exemplarisch an einer Studie von Ioannides und Vosniadou (2001) verdeutlichen. Darin untersuchten sie, welche Strukturen im Verständnis der Schülerinnen und Schüler dem Kraftbegriff zu Grunde liegen. Es zeigte sich, dass die meisten Schülerinnen und Schüler nur wenige, wohl definierte und innerlich konsistente Deutungen des Kraftbegriffs zur Erklärung der Phänomene heranzogen. Dieses Ergebnis bestätigte Vosniadous These, dass

schon in der Kindheit tief verwurzelte Konzeptstrukturen entstehen. Will man dieser Theorie folgen, so kann Konzeptentwicklung nur dann stattfinden, wenn während des Lernvorgangs diese Konzeptstrukturen aufgebrochen und von Grund auf neu geschaffen werden.

Andrea diSessa, der mit seiner Arbeitsgruppe (diSessa, Gillespie, & Esterly, 2004) die Studie von Ioannides und Vosniadou replizieren wollte, kam jedoch – durch eine leichte Modifikation des Settings – zu komplett anderen Ergebnissen. In seiner Studie zeigten die Probandinnen und Probanden in ihren Vorstellungen keinesfalls zusammenhängende Konzeptstrukturen, sondern vielmehr lose Fragmente, die sie spontan zu neuen Erklärungen zusammenfügten. Diese Fragmente – diSessa nennt sie *p-prims* („Phenomenological Primitives“) – bilden in der Theorie des fragmentierten Wissens („Knowledge in Pieces“) die Basis für eine alternative Erklärung der Konzeptstrukturen (diSessa, 1993). Legt man diese These dem Verständnis von Konzepten zu Grunde, muss für eine Konzeptentwicklung nicht das gesamte Netzwerk aufgebrochen werden, da die *p-prims* ja in anderen Kontexten fachlich konsistente Erklärungen liefern. Es muss lediglich dafür gesorgt werden, dass diese Basis-Bausteine im richtigen Kontext aktiviert werden. So öffnet diSessas These neue Möglichkeiten zur Interpretation schon lang bekannter Schülervorstellungen. Ein Beispiel dafür gibt David Hammer (1996), der mit dem Knowledge-in-Pieces-Modell das weit verbreitete Misskonzept der Entstehung der Jahreszeiten erklärt. Dabei wird von vielen Schülerin-

nen und Schülern die Meinung vertreten, der Wechsel der Jahreszeiten entstehe nicht durch die Neigung der Erdachse, sondern durch den wechselnden Abstand der Erde von der Sonne (Sadler, Schneps, & Woll, 1989). Nach Hammer handelt es sich dabei nicht um eine prinzipielle Fehlvorstellung. Die Ursache für die falsche Erklärung liegt vielmehr darin, dass richtige *p-prims* im falschen Zusammenhang aktiviert werden. Der Basis-Baustein „Näher bedeutet stärker“ kann in vielen Kontexten eine brauchbare Erklärung liefern. So wird zum Beispiel die Beobachtung „Je näher ich an einer Schallquelle bin, desto lauter höre ich den Schall.“ intuitiv mit Hilfe des vorher erwähnten *p-prims* verstanden. Für eine Erklärung der Entstehung der Jahreszeiten ist dieses *p-prim* allerdings nicht brauchbar. Um daher einer falschen Erklärung des Phänomens zuvor zu kommen, muss es das Ziel der Lehrkraft sein, die Schülerinnen und Schüler zu einem passenden Einsatz der Basis-Bausteine zu bringen.

Obwohl die Frage, welche innere Struktur Schülervorstellungen aufweisen, in der momentanen Forschungslage noch nicht zufriedenstellend beantwortet werden kann, existiert bereits eine Vielzahl empirischer Forschungsergebnisse zum Thema Prä- und Misskonzepte in den Naturwissenschaften¹.

1 siehe dazu die von Reinders Duit zusammengestellte Datenbank STCSE (Students' and Teachers' Conceptions and Science Education), verfügbar unter: <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>

1.2 Forschungsstand über Schülervorstellungen zum Thema ‚Strahlung‘

Bei Recherchen zum Thema Schülervorstellungen zum Begriff ‚Strahlung‘ finden sich zwar Anknüpfungspunkte an die Optik, deren Ergebnisse zu Schülervorstellungen in manchen Bereichen wohl auch auf andere Strahlungsarten übertragbar sind (vgl. STCSE, Duit, 2009). Zu anderen Typen von (elektromagnetischer) Strahlung (v.a. UV, Infrarot, langwellige Strahlung) ist jedoch sehr wenig Datenmaterial vorhanden. Zu Schülervorstellungen über den Zusammenhang und die prinzipielle Einschätzung des Gefahrenpotenzials von Strahlung im Allgemeinen lassen sich keine empirischen Untersuchungen finden. Eine Ausnahme stellt der Bereich der ionisierenden Strahlung dar, da dieser im Zusammenhang mit Radioaktivität besonders in den frühen 90er Jahren von einigen Arbeitsgruppen erforscht wurde. Aus den zu diesem Thema vorhandenen Studien lassen sich folgende Ergebnisse zusammenfassen:

Riesch und Westphal (1975) konnten mit einer Interviewstudie ($n=24$) zeigen, dass 15-jährige Schülerinnen und Schüler den Begriff ‚Radioaktivität‘ stark mit dem Begriff ‚Strahlung‘ verbinden. In den Interviews zeigte sich jedoch, dass viele Jugendliche mit dem Wort ‚Strahlung‘ eigentlich den Transport radioaktiver Quellen meinen. Die Verbreitung dieser Fehlvorstellung, in internationalen Studien als Verwechslung von ‚irradiation‘ vs. ‚contamination‘ bezeichnet, wurde zwei Jahrzehnte später durch an-

dere Studien (Eijkelhof, 1990; Lijnse, Eijkelhof, Klaassen, & Scholte, 1990; Millar & Jarnail Singh, 1996) bestätigt.

Boyes und Stanisstreet (1994) führten eine großangelegte Fragebogenstudie durch ($n=1365$), in der sie die Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern im Alter zwischen 11 und 16 Jahren über den Ursprung, den Transport, den Nutzen und über die Gefahren von Radioaktivität und Strahlung untersuchten. Es konnte gezeigt werden, dass Schülerinnen und Schüler die Quellen ionisierender Strahlung vor allem in Kernkraftwerken sahen und nur zu einem geringen Anteil in natürlichen Quellen wie dies bei kosmischer oder terrestrischer Strahlung der Fall ist. Darüber hinaus wird aus der Untersuchung deutlich, dass Schülerinnen und Schüler die Strahlung, die von radioaktiven Quellen ausgeht, für Umweltprobleme wie den Treibhauseffekt oder den Rückgang der Ozonschicht verantwortlich machten.

Um den Forschungsstand bezüglich Schülervorstellungen zu IR- und UV-Strahlung auszubauen, untersuchten Ashgar, Libarkin und Crockett (2001) mit Hilfe von Fragebögen und Interviews nicht nur das Wissen von Schülerinnen und Schülern, sondern auch das von Lehrkräften. Insgesamt wurden 283 Schülerinnen und Schüler der 6. bis 12. Schulstufe sowie 33 Lehrkräfte über ihr Wissen über IR, UV und sichtbares Licht befragt, mit einer Untergruppe (11 Schülerinnen und Schüler der 7.–8. Schulstufe) wurden detaillierte offene Interviews geführt. Die Ergebnisse zeigen, dass vielen Schülerinnen und Schülern nicht bewusst ist, dass es sich bei diesen Strahlungsarten um un-

sichtbare Strahlungen handelt. So glaubten 80 % der untersuchten Schülerinnen und Schüler, dass es möglich ist Objekte zu sehen, wenn ausschließlich UV-Strahlung vorhanden ist. Noch weniger Vorwissen war bezüglich Infrarot-Strahlung vorhanden, von der die meisten der befragten Schülerinnen und Schüler noch nie etwas gehört hatten. Der physikalische Zusammenhang zwischen UV, IR und anderen elektromagnetischen Strahlungsarten scheint außerdem nicht nur wenigen Schülerinnen und Schülern bekannt zu sein: Auch bei den Lehrkräften stellte die Forschergruppe erhebliche Wissensdefizite fest. So konnten nur 55 % der befragten Lehrerinnen und Lehrer eine wissenschaftlich korrekte Definition von UV-Strahlung geben.

Eine portugiesische Studie (Rego & Peralta, 2006) untersuchte schließlich mit Hilfe von Fragebögen das Wissen von 1246 Schülerinnen und Schülern (ab der 7. Schulstufe) und Studierenden über ausgewählte Aspekte des Themas ‚Strahlung‘ (Strahlungsquellen, Auswirkungen auf den menschlichen Körper, Sicherheitsaspekte). Es zeigte sich, dass diese zwar mit dem Begriff ‚Strahlung‘ vertraut waren, dass jedoch einige Begriffe wie ‚ionisierende Strahlung‘ oder ‚kosmische Strahlung‘ nicht geläufig waren. Außerdem konnte festgestellt werden, dass die Sonne als Strahlungsquelle allgemein bekannt war, während nur wenige Schülerinnen, Schüler und Studierende andere Strahlungsquellen (z. B. Radon, Erdboden, ...) identifizieren konnten.

Viele interessante Forschungsfragen bleiben hingegen noch unbeantwortet, dar-

unter auch die grundlegende Frage, was Schülerinnen und Schüler gegenwärtig überhaupt mit dem Begriff ‚Strahlung‘ verbinden.

2 Fragestellung der Untersuchung

Die Alltagswelt, in der Kinder und Jugendliche heute aufwachsen, hat sich in den letzten Jahrzehnten stark verändert – die erste Konfrontation mit dem Begriff ‚Strahlung‘ erfolgt weit vor einer Behandlung im naturwissenschaftlichen Unterricht. So sind z. B. viele Eltern auf Grund der zahlreichen Medienberichte besorgt über die potenziellen Gefahren von ‚Handystrahlung‘. Auch aus dem Kinderzimmer sind ‚strahlende‘ Alltagsgegenstände nicht mehr wegzudenken, ob dies nun die Fernbedienung ist, der W-Lan-Router oder die Spielkonsole. Ein weiterer Aspekt, der die Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zum Thema ‚Strahlung‘ beeinflussen könnte, ist die Tatsache, dass die Generation ihrer Eltern den Unfall von Tschernobyl im Jahre 1986 durch die Medien bewusst miterlebt hatte und eventuell ihre Kinder in diese Richtung verstärkt sensibilisierte². Haben diese Faktoren einen Einfluss darauf, was Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff ‚Strahlung‘ verbinden? Bevor jedoch nach den Ursachen für diese Vorstellungen geforscht werden kann, stellen sich zunächst die grundlegenden Forschungsfragen:

² Hier ist anzumerken, dass die Untersuchung VOR dem Vorfall im japanischen Kernkraftwerk Fukushima durchgeführt wurde.

- Was verbinden Schülerinnen und Schüler, die im naturwissenschaftlichen Unterricht (laut Curriculum) noch nicht systematisch mit dem Thema ‚Strahlung‘ konfrontiert worden sind, mit diesem Begriff?
- Sind die Vorstellungen zum Begriff ‚Strahlung‘ abhängig vom Alter der Schülerinnen und Schüler?
- Besteht ein Unterschied zwischen den Geschlechtern in Bezug auf Vorstellungen zum Begriff ‚Strahlung‘?

Die vorliegende explorative Studie soll, angelehnt an die obigen Forschungsfragen, erste Anhaltspunkte über die Vorstellungen von Lernenden zum Thema ‚Strahlung‘ geben. Darüber hinaus soll in diesem Artikel die Methode der Kinderzeichnungen, welche für Studien in der fachdidaktischen Forschung eine sinnvolle Ergänzung zu textbasierten Zugängen sein kann, näher beschrieben werden.

3 Methoden der Datenerhebung

3.1 Kinderzeichnungen als Methode der naturwissenschaftlichen fachdidaktischen Forschung

Für die Untersuchung der obigen Forschungsfragen wurde die Methode gewählt, Schülerinnen und Schüler der vierten bis sechsten Schulstufe zu bitten, Zeichnungen zum Thema ‚Strahlung‘ anzufertigen. Diese unspezifische Instruktion wurde zunächst gewählt, um das Feld möglichst weit zu explorieren.

Doch schon erste Vorstudien zeigten, dass trotz der sehr generellen Instruktion leicht zu interpretierende Ergebnisse auftraten. Daher wurde davon abgesehen, Schülerinnen und Schüler exakter in der Vorgangsweise zu unterweisen. Der Hauptgrund für die Wahl dieser Methode bildete die Vermutung, dass die Versuchsgruppen auf diese Weise sehr leicht für eine Teilnahme an der Studie zu begeistern wären, da Schülerinnen und Schüler dieser Altersstufe erfahrungsgemäß großen Spaß daran haben, sich kreativ zu betätigen. Außerdem konnte mit dieser Methode in relativ kurzer Zeit und mit relativ geringem Ressourceneinsatz eine große Menge an Daten erhoben werden. Überdies verlangte die sehr offen gestellte Forschungsfrage nach einer Methode, die Schülerinnen und Schüler in ihrem Antwortverhalten möglichst wenig einschränkt. So konnte gewährleistet werden, dass viele verschiedene Ideen der Schülerinnen und Schüler erhoben werden. Die vermuteten Vorteile finden sich auch in der Beschreibung der Methode durch White und Gunstone (1992).

Es darf jedoch nicht verschwiegen werden, dass man mit Hilfe dieser Methode nur sehr oberflächliche Vorstellungen erforscht. So ist es naheliegend, dass einige Jugendliche ausschließlich Motive zeichnen könnten, die dem Wort ‚Strahlung‘ ähneln, ohne darüber nachzudenken, ob diese Dinge denn auch von ihrer Bedeutung her etwas mit ‚Strahlung‘ zu tun haben (z. B. Zahlenstrahl, strahlende Gesichtsausdrücke). Eine weitere Gefahr besteht in der Fehlinterpretation der gezeichneten Motive. Um diese zu vermei-

den und auch um den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zu geben, die Motive ihrer Zeichnungen verbal zu ergänzen, wurden zusätzlich Interviews mit einem Teil der Jugendlichen geführt. In der vorliegenden Studie wurden diese Interviews außerdem dazu eingesetzt, bei den Schülerinnen und Schülern nachzufragen, woher sie ihr Vorwissen über diese Thematik schöpften.

In der psychologischen Literatur zu Kinderzeichnungen liegt der Schwerpunkt vor allem auf der praktischen Interpretation und dem Einsatz von Kinderzeichnungen als Testinstrument für entwicklungspsychologische Einstufungen (z. B. Schuster, 1990). Nur sehr vereinzelt finden sich lernpsychologische Ansätze, die sich auch umgekehrt mit dem Einfluss des Zeichnens auf die Schülerinnen und Schüler selbst befassen (Hope, 2008).

Die Methode, für naturwissenschaftsdidaktische Forschungsfragen Schülerzeichnungen einzusetzen, kam in einigen Bereichen wie der Biologiedidaktik (z. B. Holthusen, 2004; Köse, 2008; Riemeier, 2005) sowie in der Erforschung von Rollenstereotypen („Draw a Scientist“ – Finson, Beaver, & Cramond, 1995; „Draw Yourself as a Teacher“ – Markic, 2008) bereits mehrfach zum Einsatz. Auch in anderen Untersuchungen wurde die Methode der Kinderzeichnungen gewählt (Ioannidis & Spiliotopoulou, 1999; Novick & Nussbaum, 1978; Rennie & Jarvis, 1995).

3.2 Detaillierte Erläuterung der angewandten Methode

Zur Datenerhebung wurde folgendes Verfahren verwendet: Das Wort ‚Strahlung‘ wurde von der Lehrkraft an die Tafel geschrieben. Die Schülerinnen und Schüler wurden daraufhin gebeten, eine Zeichnung zu diesem Thema anzufertigen. Dieses Verfahren wurde an sieben Wiener Schulen³ (drei Gymnasien, eine Hauptschule, drei Grundschulen) durchgeführt. Bei den dabei untersuchten Schulstufen handelte es sich um die vierte bis sechste Klasse, da die Forschungsfragen sich auf die Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern, die im naturwissenschaftlichen Unterricht noch nicht mit dem Thema ‚Strahlung‘ konfrontiert worden waren, beschränkten. Die Schülerinnen und Schüler wurden in ihrer Wahl der Motive dabei auf keine Weise eingeschränkt, auch das Zeichnen mehrerer Motive war erlaubt. Das Zeitlimit, das die Schülerinnen und Schüler für ihre Tätigkeit zur Verfügung hatten, war mit 15 Minuten begrenzt. Zusätzlich wurden die Lehrkräfte darauf hingewiesen, keinerlei thematische Fragen zu beantworten und auch nicht zu erwähnen, dass die Zeichnungen für Forschung im naturwissenschaftlichen Bereich angefertigt werden sollten. Es wurde außerdem darauf geachtet, Lehrerinnen und Lehrer nicht-naturwissenschaftlicher Fächer zu wählen, im Idealfall führte die klassenführende Lehrkraft die Untersuchung durch.

³ Die Schulen repräsentieren zwar keine Zufallsstichprobe. Es wurde aber darauf geachtet, Schulen aus möglichst unterschiedlichen Wiener Bezirken auszuwählen.

Tab. 1: Datenbasis

	männlich	weiblich	ohne Angabe	Gesamt
4. Schulstufe	41	46	39	126
5. Schulstufe	91	98	0	189
6. Schulstufe	103	89	2	194
Gesamt	235	233	41	509

Jedes Blatt wurde schließlich mit dem Vornamen⁴, dem Geschlecht und der Schulstufe des Kindes versehen.

Obwohl erwartet wurde, dass bei einigen Schülerinnen und Schülern nachgefragt werden musste, was das Motiv auf der Zeichnung darstelle, stellte sich sehr schnell heraus, dass die Zahl der Motive beschränkt war und diese im Allgemeinen sehr leicht zu erkennen waren.

Insgesamt konnte auf diese Weise eine Datenbasis von 509 Zeichnungen erreicht werden.

Die detaillierte Aufteilung der Schülerinnen und Schüler auf Schulstufen bzw. Geschlecht ist Tabelle 1 zu entnehmen. Die Verteilung bezüglich des Geschlechts wird dabei sowohl in der Gesamtheit als auch auf der Ebene der Schulstufen als repräsentativ angenommen.

Durch die Analyse der Kinderzeichnungen ergaben sich weiterführende Fragen, deren Beantwortung eine sichere Interpretation der gefundenen Ergebnisse erleichtern sollte. Aus diesem Grund wurden mit 74 Kindern, die Zeichnungen angefertigt hatten, Einzelinterviews durchgeführt.

⁴ Das nicht vollständige Zugestehen der Anonymität schien insofern gerechtfertigt, als angenommen werden konnte, dass bei manchen Zeichnungen ein Nachfragen unumgänglich sein würde.

Die Auswahl der interviewten Jugendlichen innerhalb der Untergruppen wurde dabei zufällig vorgenommen.

- Untergruppe 1 umfasste 39 Schülerinnen und Schüler der sechsten Schulstufe⁵, die ausschließlich Motive sichtbarer Strahlung gezeichnet hatten.
- Untergruppe 2 umfasste 35 Schülerinnen und Schüler der sechsten Schulstufe, die ausschließlich Motive unsichtbarer Strahlung gezeichnet hatten.

Alle Interviews hatten zum Ziel, den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu geben, ihre Zeichnungen selbst zu erklären und Motive im Nachhinein zu ergänzen. Falls dabei keinerlei Quellen unsichtbarer Strahlung genannt wurden, wurden die Schülerinnen und Schüler mit den Begriffen ‚Handystrahlung‘ und ‚Radioaktivität‘ konfrontiert und wurden gebeten, weitere Begriffe zu nennen, die sie mit diesen beiden Wörtern verbinden. Schülerinnen

⁵ Der Beweggrund, die Interviewpartnerinnen und -partner ausschließlich aus der sechsten Schulstufe zu wählen, bestand darin, dass in dieser Gruppe die Vielfalt der gezeichneten Motive am größten war. Bei den jüngeren Schülerinnen und Schülern versprach die große Homogenität in den Resultaten keine aussagekräftigen Interviewergebnisse.

und Schüler der Gruppe 2 wurden darüber hinaus gefragt, woher sie ihre (von der Mehrheit der Schülerinnen und Schüler abweichenden) Vorstellungen über Strahlung hätten. Überdies wurden alle interviewten Schülerinnen und Schüler gebeten, auf einer fünfstufigen Skala einzuschätzen, inwiefern die folgenden drei Aussagen auf sie zuträfen:

- Ich interessiere mich für Naturwissenschaften.
- Ich sehe mir gerne Wissenschaftssendungen wie z. B. Galileo an.
- Ich lese gerne Bücher, die etwas mit Naturwissenschaften zu tun haben.

Die Interviews wurden digital aufgezeichnet. Vorläufig wurden nur Aussagen der Interviews transkribiert, die für die Suche nach den Informationsquellen der interviewten Schülerinnen und Schüler relevant sind.

3.3 Datenanalyse

Die Zeichnungen wurden kategorienbasiert ausgewertet. Die Bildung von Kategorien

sowie die Einordnung der Zeichnungen in die entstandenen Kategorien wurde durch die Mithilfe von drei Peers (einem Fachphysiker, einer Fachdidaktikerin, einer Physik-Lehrkraft) validiert. Dabei wurde von jedem Peer eine Zufallsstichprobe von jeweils 50 Zeichnungen gezogen und versucht, für die Motive dieser Zeichnungen Kategorien zu bilden. Nach dieser Vorgangsweise ergab sich, dass die Peers zu ihren jeweiligen Stichproben gleiche Kategorien bildeten, sodass schließlich folgende fünf Hauptkategorien gewählt wurden:

1. Sonne
2. Andere Quellen sichtbarer Strahlung (z. B. Taschenlampe, Glühlampe, Scheinwerfer, Laser)
3. Handy
4. Bildschirme (z. B. Computer, Fernseher)
5. Motive im Zusammenhang mit ‚Radioaktivität‘ (z. B. Kernkraftwerk, Atombombe, Symbol für ionisierende Strahlung)

Andere gezeichnete Motive, wie z. B. Radio, Solarium, oder ‚strahlendes‘ Gesicht, wurden jeweils in weniger als 3 % der

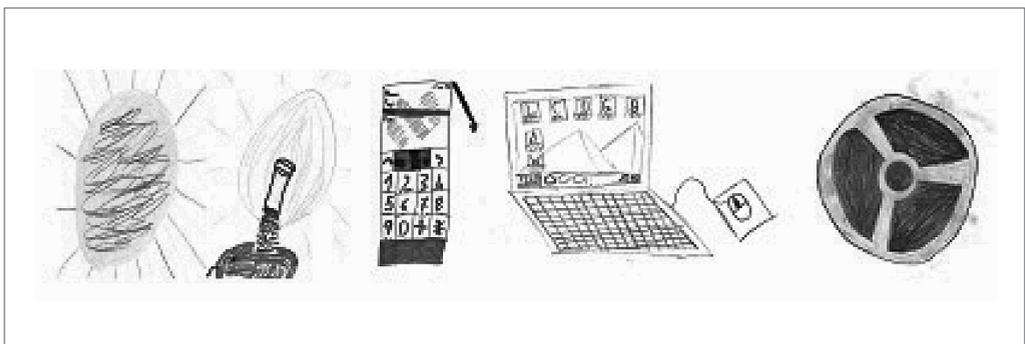


Abb. 1: Fünf Hauptkategorien der Strahlungsmotive.

Zeichnungen registriert und daher nicht als eigenständige Kategorien geführt.

34 % der Kinder wählten Motive, die mehreren Kategorien zugeordnet werden mussten (z. B. eine Zeichnung mit einer Sonne und einem Handy). Welche Kategorie hier die erste Vorstellung des jeweiligen Kindes darstellt, konnte nicht entschieden werden, ein weiterer methodischer Nachteil, der sich im Zuge der Analyse zeigte. Zur exakten Analyse wurde nun so vorgegangen, dass im Falle mehrerer Kategorien jede Zuordnung gewichtet wurde. Wurde z. B. eine Sonne, ein Handy und ein Atomkraftwerk gezeichnet, wurde jede dieser Kategorien nur mit dem Faktor 1/3 gewertet. So wurde gewährleistet, dass alle Kinder gleich stark in die Wertung eingehen und sich die gewichteten Prozentwerte aller Kategorien (inkl. der oben nicht angeführten Kategorie ‚Sonstige‘) auf 100 % ergänzen. Aus dieser Art von Wertung wird also nicht ersichtlich, wie viele Prozent der Schülerinnen und Schüler bestimmte Motive gezeichnet haben, sondern welchen gewichteten Prozentsatz die Motive der jeweiligen Kategorien im Vergleich zu den anderen Kategorien einnehmen. In den Ergebnissen wird hierfür der Begriff „gewichteter Anteil“ verwendet, wenn die Ergebnisse auf gewichteten Prozentsätzen basieren.

Für eine detailliertere Auswertung wurden sodann die Kategorien ‚Sonne‘ und ‚andere Quellen sichtbarer Strahlung‘ zur Kategorie „Quellen sichtbarer Strahlung“ zusammengefasst, die Motive ‚Handy‘ und ‚Motive im Zusammenhang mit Radioaktivität‘ zur Kategorie „Quellen unsichtbarer Strahlung“. Die Kategorie ‚Bildschirme‘

musste von der Untersuchung der damit verbundenen Aspekte ausgeschlossen werden, da sie keiner der beiden oben genannten Kategorien zweifelsfrei zugeordnet werden konnte⁶. Motive, die sich nicht in die fünf Hauptkategorien zuordnen ließen (z. B. Diamanten, Menschen, Buntstifte, ...) ließen sich zum überwiegenden Teil auch hier nicht zuordnen und wurden ebenso als „fehlende Werte“ geführt.

Die Analyse der Interviews erfolgte im Hinblick auf vier Fragestellungen:

- Wie hoch war die Fehlerquote in den Interpretationen, d. h. wie oft wurde ein abgebildetes Motiv falsch erkannt?
- Unter den Schülerinnen und Schülern der sechsten Klasse war der Anteil derjenigen, die ausschließlich Motive sichtbarer Strahlung zeichneten, noch immer recht hoch (44,7 %). Wie viel Prozent dieser Schülerinnen und Schüler gelingt es, im Zuge der Interviews ihre Vorstellungen in den unsichtbaren Bereich zu erweitern? (Gruppe 1)
- Was könnte die Ursache dafür sein, dass einige Schülerinnen und Schüler auch noch in der sechsten Schulstufe beim Strahlungsbegriff keine Verbindungen zu unsichtbarer Strahlung herstellen? Spielt dabei der Parameter ‚Interesse an Naturwissenschaften‘ eine Rolle? (Gruppe 1 und 2)
- In welchen Kontexten sammelten Schülerinnen und Schüler, die Quellen unsichtbarer Strahlung gezeichnet hatten,

⁶ In den Interviews hatte sich gezeigt, dass einige Schülerinnen und Schüler Bildschirme als Quellen sichtbarer Strahlung sehen, andere wiederum als Quellen unsichtbarer Strahlung.

ihre Erfahrungen zu diesem Thema? Was geben sie als Informationsquellen an? (Gruppe 2)

4 Ergebnisse der Untersuchung

4.1 Allgemeine Auswertung

Eine allgemeine Häufigkeitsanalyse der gezeichneten Motive zeigt, dass mit großem Abstand Quellen sichtbarer Strahlung am häufigsten gezeichnet wurden. 69,7% der Schülerinnen und Schüler wählten (teilweise neben andere Motiven) das Motiv ‚Sonne‘, was diesem Motiv einen gewichteten Anteil von 51,6% gab. Auf einem Viertel der Zeichnungen waren zudem künstliche Lichtquellen zu finden, wie z. B. Scheinwerfer, Taschenlampen oder Glüh-

birnen, dies entspricht einem gewichteten Anteil von 12,1%. Auch das Handy, das als Motiv auf 21,2% der Zeichnungen auftrat (Gewichteter Anteil: 11,22%), wurde von vielen Schülerinnen und Schülern mit dem Begriff ‚Strahlung‘ verbunden. Begriffe, die mit Radioaktivität in Zusammenhang stehen, wurden von 16,3% der Schülerinnen und Schüler als Motiv gewählt (Gewichteter Anteil: 9,2%). Auf 7,1% der Zeichnungen wurde ein Bildschirm, z. B. der eines PCs oder eines Fernsehers, gezeichnet, ein Motiv, das damit von verhältnismäßig vielen Schülerinnen und Schülern auch in den Zusammenhang mit ‚Strahlung‘ gebracht wird. Da aber selten ein Bildschirm als alleiniges Motiv gewählt wurde, kommt dieser Kategorie nur ein gewichteter Anteil von 3,1% zu (siehe Abb. 2).

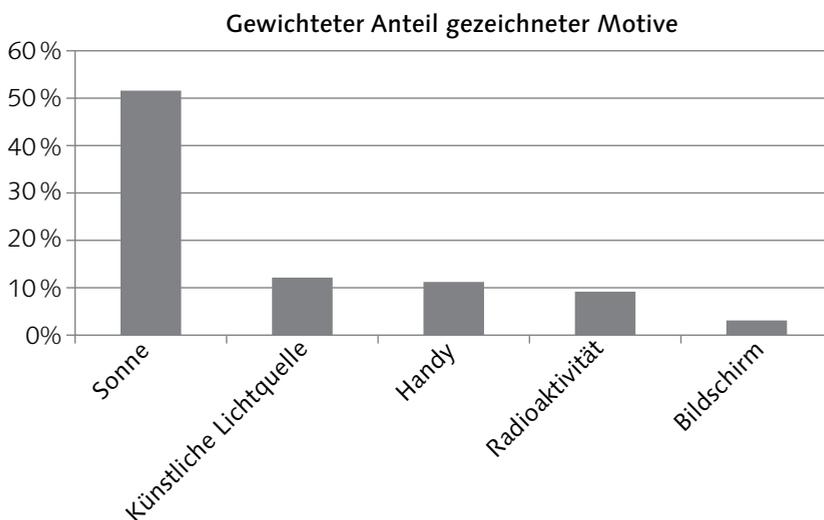


Abb. 2: Gewichteter Anteil der Kategorien (Rest auf 100%: „Sonstige“).

Die durchschnittliche Kategorienanzahl pro Zeichnung betrug dabei 1,36 mit einer Standardabweichung von 0,86.

4.2 Zusammentreffen bestimmter Motive

Waren auf den Zeichnungen Motive mehrerer Kategorien zu sehen (dies war in 34 % der Zeichnungen der Fall), wurden diese dahingehend analysiert, welche Motive besonders häufig gemeinsam auftraten. Wie aus Abbildung 4 ersichtlich, ist dies vor allem für die Kombination ‚Sonne + Künstliche Lichtquelle‘ der Fall. In mehr als 20 % der Zeichnungen war diese Verbindung von Motiven vorhanden. Auch die Kombination ‚Sonne + Handy‘ mit etwa 11 % bzw. ‚Sonne + Motiv im Zusammenhang mit Radioaktivität‘ mit etwa 7 % wurde von einigen Schülerinnen und Schülern gewählt. Die Häufigkeit aller anderen Kombinationen lag unter 6 Prozent (siehe Tab. 2).

4.3 Einfluss des Alters der Schülerinnen und Schüler

Schlüsselt man die Daten nach den Altersstufen der Schülerinnen und Schüler auf,

ergibt sich ein sehr klares Bild: Je älter die Schülerinnen und Schüler sind, desto weniger oft verbinden sie den Begriff ‚Strahlung‘ mit Quellen sichtbarer Strahlung. Andere Motive wie Handy, Atomkraftwerke und Bildschirme gewinnen stark an Bedeutung. Besonders deutlich wird das am Motiv des Handys, dessen gewichteter Anteil von 1,1 % in der vierten Schulstufe auf 24,2 % in der sechsten Schulstufe anwächst. Ähnliches ergibt sich bei Gegenständen, die mit Radioaktivität in Verbindung stehen: Der gewichtete Anteil solcher Motive steigt von 2,7 % in der vierten Schulstufe auf 15,2 % in der sechsten Schulstufe (siehe Abb. 3).

Noch deutlicher werden diese Ergebnisse, wenn man die Daten dahingehend analysiert, wie viele Schülerinnen und Schüler der jeweiligen Altersstufe ausschließlich Motive gezeichnet haben, die mit sichtbarer Strahlung bzw. unsichtbarer Strahlung im Zusammenhang stehen. Hier ergibt sich ein hochsignifikanter Zusammenhang mit dem Alter der Schülerinnen und Schüler.

Während Schülerinnen und Schüler der vierten Schulstufe noch fast ausschließlich (92,9 %) Motive wählen, die mit sichtbarer Strahlung im Zusammenhang stehen, trifft dies nur noch für weniger als die Hälfte

Tab. 2: Zusammentreffen der gezeichneten Motive

+	Künstl. LQ	Handy	Bildschirm	Radioakt.
Sonne	20,4%	11,0%	4,1%	7,3%
Künstl. LQ		4,3%	2,2%	2,6%
Handy			5,3%	5,9%
Bildschirm				1,0%

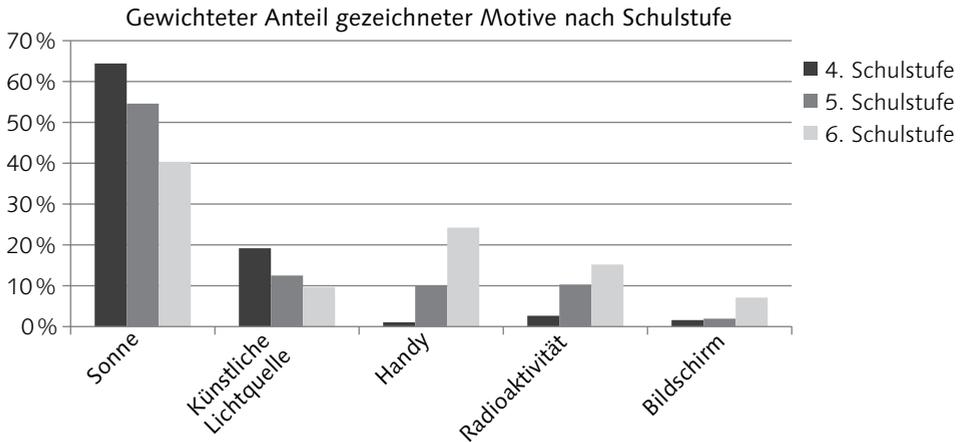


Abb. 3: Gewichteter Anteil gezeichneter Motive nach Schulstufe (Rest auf 100%: „Sonstige“).

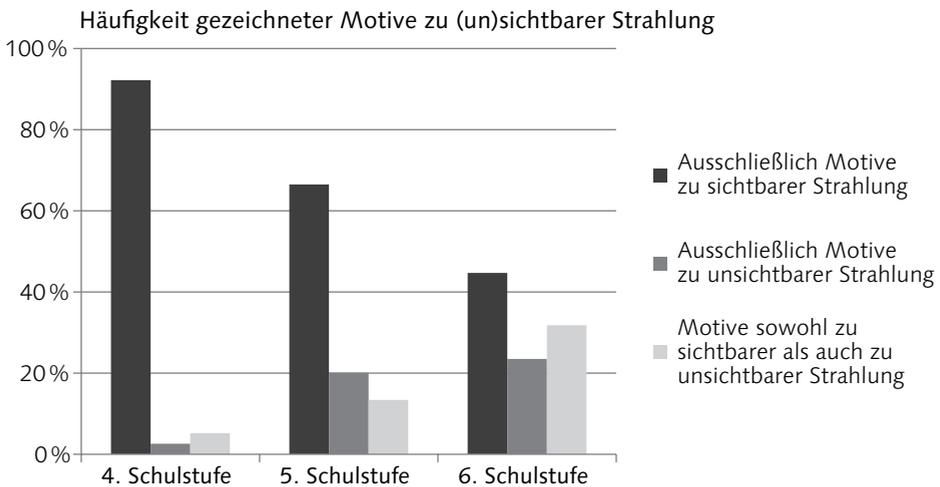


Abb. 4: Häufigkeit gezeichneter Motive zu (un)sichtbarer Strahlung.

(44,7%) der Schülerinnen und Schüler der sechsten Schulstufe zu. Die erzielten Werte ergeben einen hochsignifikanten Zusammenhang ($p < 0,01$; $df = 2$; $\chi^2 = 69,4$).

Im direkten Gegensatz dazu (siehe auch Abbildung 4) steht die ausschließliche Wahl von Motiven, die mit unsichtbarer Strahlung zu tun haben. Während in

der vierten Schulstufe nur in Einzelfällen (2,6%) ausschließlich Zeichnungen angefertigt wurden, die Motive im Zusammenhang mit unsichtbarer Strahlung zeigten, so trifft dies bereits auf 23,5% der Schülerinnen und Schüler der sechsten Schulstufe zu. Auch hier zeigt sich ein hochsignifikanter Zusammenhang mit

dem Alter der Schülerinnen und Schüler ($p < 0,01$; $df = 2$; $\chi^2 = 23,3$).

Aber auch der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die in ihren Zeichnungen sowohl Motive sichtbarer als auch unsichtbarer Strahlung zeichneten, steigt im Laufe des untersuchten Zeitraums. Während in der vierten Schulstufe nur 5,2 % der Schülerinnen und Schüler dies taten, konnte in der sechsten Schulstufe schon fast in jeder dritten Zeichnung (31,8 %) eine Kombination von Motiven dieser beiden Gruppen festgestellt werden. Auch hier besteht ein hochsignifikanter Zusammenhang mit der Schulstufe der Schülerinnen und Schüler ($p < 0,01$; $df = 2$; $\chi^2 = 37,8$).

4.4 Geschlechterspezifische Abhängigkeit

Analysiert man die gezeichneten Motive nach eventuell vorhandenem geschlechterspezifischen Einfluss, zeigt sich nur bei einem Motiv eine signifikante Korrelation: Männliche Schüler verbinden offenbar den Begriff ‚Strahlung‘ häufiger mit ‚Radioaktivität‘ als Schülerinnen ($p < 0,01$; $df = 1$; $\chi^2 = 16,7$). Obwohl das Geschlechterverhältnis über alle Schulstufen annähernd ausgewogen war, stammten mehr als doppelt so viele Zeichnungen, auf denen Motive zur Radioaktivität zu sehen waren, von Schülern wie von Schülerinnen. Bei allen anderen Motiven lässt sich keinerlei signifikanter Zusammenhang mit dem Geschlecht der Schülerinnen und Schüler feststellen.

4.5 Ergebnisse der Interviews

Die Kurzinterviews wurden vor allem bezüglich der vier in Kapitel 3.3 genannten Fragen durchgeführt, die sich bei der Analyse der Zeichnungen ergaben.

• Wie hoch war die Fehlerquote in den Interpretationen, d. h. wie oft wurde ein abgebildetes Motiv falsch erkannt?

In sämtlichen geführten Interviews wurden die Schülerinnen und Schüler befragt, ob ihre gewählten Motive richtig erkannt und interpretiert wurden. Dabei zeigte sich, dass nur in einem einzigen Fall ein Schüler nicht mit der Interpretation seiner Zeichnung einverstanden war. Alle anderen interviewten Schülerinnen und Schüler bestätigten, dass die Motive auf ihren Zeichnungen richtig erkannt wurden.

• Unter den Schülerinnen und Schülern der sechsten Klasse war der Anteil derjenigen, die ausschließlich Motive sichtbarer Strahlung zeichneten, noch immer recht hoch (44,7 %). Wie viel Prozent dieser Schülerinnen und Schüler gelingt es, im Zuge der Interviews ihre Vorstellungen in den unsichtbaren Bereich zu erweitern? (Gruppe 1)

In den Interviews zeigt sich, dass unter den 39 interviewten Schülerinnen und Schülern dieser Gruppe ungefähr die Hälfte (19 Schülerinnen und Schüler) ihre Zeichnungen durch Quellen unsichtbarer Strahlung selbständig ergänzte oder im weiteren Gespräch deutlich machte, dass es auch unsichtbare Strahlungsarten

gibt. Die andere Hälfte konnte zwar auch andere Motive nennen, die zur Zeichnung gepasst hätten, jedoch ergänzten sie ihre Zeichnungen nur um weitere Quellen sichtbarer Strahlung. Konfrontiert mit dem Begriff ‚Handystrahlung‘ konnte der Großteil dieser Schülerinnen und Schüler den Begriff überhaupt nicht zuordnen oder sie verbanden ihn mit der sichtbaren Strahlung, die vom Display und den Tasten ausgeht. Ein typischer Schülerkommentar dazu war: „Wenn ich das Licht ausmache, sehe ich ja, dass die Tasten leuchten, ich glaube, das ist Handystrahlung.“ Auch der Begriff ‚Radioaktivität‘ konnte von dieser Schülergruppe meist nicht richtig eingeordnet werden. So gaben sie entweder an, diesen Begriff noch nie gehört zu haben oder meinten, der Begriff hätte etwas mit Musik und Radio zu tun.

- **Was könnte die Ursache dafür sein, dass einige Schülerinnen und Schüler auch noch in der sechsten Schulstufe beim Strahlungsbegriff keine Verbindungen zu unsichtbarer Strahlung herstellen? Spielt dabei der Parameter ‚Interesse an Naturwissenschaften‘ eine Rolle? (Gruppe 1 und 2)**

Um diese Frage zu beantworten, wurde die Gruppe der interviewten Schülerinnen und Schüler der sechsten Schulstufe in zwei Untergruppen geteilt:

- Schülerinnen und Schüler, die Motive unsichtbarer Strahlung gezeichnet hatten oder diese zumindest in den Interviews ergänzten. ($n=54$) – Gruppe A

- Schülerinnen und Schüler, die im Rahmen der Interviews keine Anzeichen zeigten, ihre Vorstellungen von Strahlung in den unsichtbaren Bereich zu erweitern. ($n=20$) – Gruppe B

Analysiert man die Antworten der beiden Gruppen auf die geschlossenen Fragen (Selbsteinschätzung des eigenen Interesses an Naturwissenschaften, Interesse an naturwissenschaftlichen Fernsehsendungen und das Lesen von naturwissenschaftlichen Büchern), so zeigt sich, dass Schülerinnen und Schüler aus Gruppe A ihr Interesse an Naturwissenschaften tendenziell etwas höher bewerteten als dies in der Gruppe B der Fall war, allerdings sind die Unterschiede nicht signifikant. Keinen klaren Unterschied gab es auch bei den Mittelwerten der anderen zwei Fragen: Beide Gruppen ähnelten sich in ihrer Vorliebe für naturwissenschaftliche Fernsehsendungen und das Lesen naturwissenschaftlicher Bücher. Die Frage nach der Ursache der unterschiedlichen Vorstellungen kann also mit Hilfe der eingesetzten Mittel nicht beantwortet werden.

- **In welchen Kontexten sammelten Schülerinnen und Schüler, die Quellen unsichtbarer Strahlung gezeichnet hatten, ihre Erfahrungen zu diesem Thema? Was geben sie als Informationsquellen zum Thema ‚Strahlung‘ an? (Gruppe 2)**

In den offen geführten Interviews wurde schließlich nach möglichen Informationsquellen zum Thema ‚Strahlung‘ gefragt. Insbesondere schien hierbei die Gruppe interessant, die im Gegensatz zu

Gleichaltrigen Motive unsichtbarer Strahlung gezeichnet hatten. Alle interviewten Schülerinnen und Schüler der Gruppe 2 ($n = 35$) konnten Angaben zu dieser Frage machen, die häufig durch ausführliche Anekdoten ergänzt wurden. Da es für die Jugendlichen nicht möglich war zu entscheiden, was ihre erste oder wichtigste Informationsquelle war, waren Mehrfachnennungen möglich, die in der Auswertung auch nicht gereiht werden konnten. Abbildung 5 gibt einen ersten Überblick über die genannten Informationsquellen. An erster Stelle der Wissensquellen (ca. 65 %) stehen hierbei Gespräche mit Familienmitgliedern – sehr oft in Verbindung mit etwaigen Gesundheitsrisiken der Handystrahlung oder dem Unfall von Tschernobyl, der in fast allen Interviews zur Sprache kam. Einen genauso großen Einfluss auf das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler scheint nach Angaben der Schülerinnen und Schüler der Schulunterricht zu haben. Ca. 65 % der interviewten Schülerinnen und Schüler gaben ihn als

Grund für ihr Wissen über nicht sichtbare Strahlung an, wobei hierbei Erzählungen von Lehrkräften (v.a. über den Unfall von Tschernobyl) eine große Rolle spielen. Dabei scheint das Fach von geringem Einfluss zu sein: Viele Schülerinnen und Schüler erzählten von Berichten ihrer Grundschul-, Geschichte- oder Deutschlehrkräfte. Als Medien, die den Schülerinnen und Schülern als Informationsquelle zu diesem Thema dienten, wurden vor allem Fernsehnachrichten und Zeitungsberichte sowie das Internet genannt. Zudem berichteten hier die Schülerinnen und Schüler oft von Diskussionen über den Neubau von Kernkraftwerken sowie von Berichten im Zusammenhang mit den Jahrestagen von Tschernobyl. Auch Gespräche mit befreundeten Gleichaltrigen waren für ein Viertel der Schülerinnen und Schüler ein Grund, ein Motiv im Zusammenhang mit unsichtbarer Strahlung zu wählen. Dabei standen in den Gesprächen neben der Handystrahlung auch Fragen des Strahlenschutzes im Vordergrund (z. B. „Wie

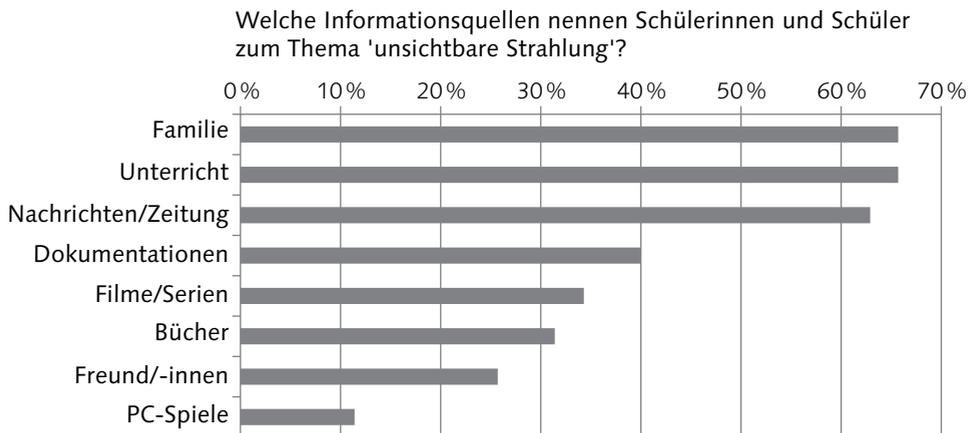


Abb. 5: Informationsquellen zum Thema ‚unsichtbare Strahlung‘.

würde meine Familie reagieren, wenn ein Kernkraftwerk explodiert?“). Selbst in typischen Freizeitaktivitäten werden Schülerinnen und Schüler offenbar mit dem Begriff ‚Strahlung‘ konfrontiert. So gaben einige Schülerinnen und Schüler an, den Begriff aus Fernsehserien wie den Simpsons oder aus Computerspielen (z. B. Sims 2, bei dem man seinen Strom im hauseigenen Atomkraftwerk erzeugen muss) zu kennen.

5 Diskussion

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass die Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zum Strahlungsbegriff sehr vielfältig sind. Das explorative Design der Studie beschränkt jedoch die Interpretierbarkeit der Ergebnisse. Zunächst ist sicherlich zu diskutieren, inwiefern die Methode der Schülerzeichnungen ein realistisches Bild von den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vermitteln kann. Bei den interviewten Schülerinnen und Schülern der sechsten Schulstufe konnte festgestellt werden, dass die Motive zwar deren erste Vorstellungen gut wiedergaben, in vielen Fällen jedoch noch um wichtige Begriffe ergänzt wurden. Interessant wäre es auf jeden Fall noch der Hypothese nachzugehen, dass der Grund, warum vor allem jüngere Schülerinnen und Schüler Quellen sichtbarer Strahlung gezeichnet hatten, auch darin liegen könnte, dass diese noch nicht fähig sind, abstrakte Konzepte wie unsichtbare Strahlung zu Papier zu bringen. Nichts desto trotz stellt diese Methode sicherlich eine interessante Art

dar, die Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu erforschen.

Der Unterschied in den Ergebnissen der verschiedenen Schulstufen wurde zwar erwartet, dass dieser jedoch so deutlich ausfällt, war überraschend. Auch die weitgehende Unabhängigkeit der Motivwahl bei Mädchen und Jungen ist ein interessantes Ergebnis der Untersuchung. Aus den Interviews lassen sich außerdem einige Hinweise darauf finden, warum das Thema ‚Radioaktivität‘ bei Jungen ein deutlich beliebteres Motiv war als für Mädchen. In den Interviews wurden von Schülern oft Katastrophenfilme und Kriegsdokumentationen erwähnt, was den Schluss nahelegt, dass ein erhöhtes Interesse dafür auch die Vorstellungen zum Strahlungsbegriff beeinflusst. Ein wenig überraschend war allgemein die Tatsache, dass das Thema offenbar weniger emotional besetzt ist als erwartet. Horrorszenarien (Atomkrieg, ‚Verstrahlung‘, ...) wurden nur von sehr wenigen Schülerinnen und Schülern als Motive gewählt – die von den Schülerinnen und Schülern als durchwegs positiv empfundene Sonnenstrahlung überwiegt in allen untersuchten Altersstufen.

Das vielfältige Bild von Strahlung, das Schülerinnen und Schüler vor einem strukturierten naturwissenschaftlichen Unterricht zu diesem Thema haben, macht die Notwendigkeit einer (nicht nur auf Physik bezogenen) fachdidaktischen Forschung in diesem Bereich deutlich. Gerade im Hinblick auf die wachsende Nutzung der Mobilkommunikation und anderer Technologien, die den Begriff ‚Strahlung‘ in den Alltag von Jugendlichen integrie-

ren, ist davon auszugehen, dass die Schülervorstellungen in diesem Bereich einem ständigen Wandel unterworfen sind. Die schon existierenden Studien zu den Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern sollten daher um aktuelle, breit angelegte Untersuchungen, die mit verschiedensten Methoden Schülervorstellungen zum Thema ‚Strahlung‘ erforschen, ergänzt werden.

6 Ausblick

6.1 Welche Bedeutung haben diese Ergebnisse international?

Es wird vermutet, dass die Verbindung der Begriffe ‚Strahlung‘ und ‚Sonne‘ zu einem großen Teil von der deutschen Sprache beeinflusst wird. Im Hinblick auf den alltäglichen Gebrauch des Wortes „Sonnenstrahlung“ und der Phrase „die Sonne strahlt“ scheint der hohe Prozentsatz an Schülerinnen und Schülern der vierten Schulstufe, die Strahlung mit Sonne verbinden, nicht überraschend.

Interessant wäre es daher, diesem Aspekt in einer interkulturellen Studie nachzugehen. Was verbinden Schülerinnen und Schüler anderer Länder mit dem Wort, das in ihrer Sprache im physikalischen Kontext für ‚Strahlung‘ verwendet wird (z. B. dem türkischen ‚radyasyon‘, dem französischen ‚rayonnement‘ oder dem niederländischen ‚straling‘)? Vermutet wird, dass die Wahl der Motive, die Schülerinnen und Schüler zeichnen, stark davon abhängt, in welcher Form der jeweilige Begriff für ‚Strahlung‘ auch in der All-

tagssprache verwendet wird. Möglicherweise zeichnen Schülerinnen und Schüler aus Ländern, in denen der Fachbegriff für Strahlung kaum im Alltag verwendet wird (z. B. das englische ‚radiation‘) vermehrt Motive, die mit unsichtbarer Strahlung zu tun haben.

Da der sprachliche Einfluss im Rahmen dieser Studie nicht untersucht werden konnte, können zu dieser Frage keinerlei Aussagen getroffen werden.

6.2 P-prims zum Thema ‚Strahlung‘

Da Schülervorstellungen zum Thema ‚Strahlung‘ noch kaum erforscht sind, wäre ein nächster Schritt, ausführliche Interviews mit Schülerinnen und Schülern zu führen, die bereits mit diesem Thema im naturwissenschaftlichen Unterricht konfrontiert worden sind. Folgt man dem Forschungsansatz von diSessa (siehe Kapitel 1.1), würde es eventuell durch weitere Untersuchungen gelingen, p-prims zum Thema ‚Strahlung‘ ausfindig zu machen und deren Verbreitung bei Schülerinnen und Schülern zu dokumentieren.

6.3 Konsequenzen für den Unterricht

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sollten bei der Einführung des Strahlungsbegriffs im Physikunterricht berücksichtigt werden. So gibt es selbst bei Schülerinnen und Schülern derselben Schulstufe immense Unterschiede in ihren Vorstellungen zu diesem Thema. Der Lehrkraft muss bewusst sein, dass das Vor-

wissen der einzelnen Lernenden hier vermutlich stark differiert. Keinesfalls kann davon ausgegangen werden, dass Jugendlichen bereits die große Bandbreite des Strahlungsbegriffs bewusst ist, im Gegenteil: Viele Schülerinnen und Schüler, auch noch solche der sechsten Schulstufe, verbinden trotz der medialen Allgegenwärtigkeit von Begriffen wie ‚Handystrahlung‘ und ‚radioaktive Strahlung‘ mit diesem Begriff vor allem die Sonne. Andererseits erscheint dies für den Physikunterricht nicht unbedingt negativ, sollten Schülerinnen und Schüler doch über die Fähigkeit verfügen, sowohl unsichtbare als auch sichtbare Strahlungsarten mit dem physikalischen Strahlungsbegriff zu verbinden. Insofern bietet die deutsche Sprache möglicherweise einen Vorteil, wenn man Schülerinnen und Schüler höherer Schulstufen zu einem differenzierten Bild von Strahlung leiten will.

Aus den Ergebnissen lässt sich insbesondere die Notwendigkeit ableiten, auch schon im ersten Jahr des Physikunterrichts auf dieses Themengebiet einzugehen, da durch die Interviews deutlich hervorkam, wie unsicher manche Schülerinnen und Schüler bei diesem Thema sind und wie groß ihr Bedürfnis nach mehr Information darüber ist. Der naturwissenschaftliche Unterricht muss hier seiner Aufgabe als wichtige und objektive Informationsquelle gerecht werden, keinesfalls sollte dieses Feld den Medien überlassen werden.

Literatur

- Asghar, A., Libarkin, J. C., & Crockett, C. (2001). Invisible Misconceptions: Student understanding of ultraviolet and infrared radiation, GSA Annual Meeting.
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1994). Children's Ideas about Radioactivity and Radiation: sources, modes of travel, uses and dangers. *Research in Science and Technological Education*, 12(2), 145–160.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an Epistemology of Physics. *Cognition and Instruction*, 10(2/3), 105–225.
- diSessa, A. A. (2008). A bird's-eye view of the "pieces" vs. "coherence" controversy (from the "pieces" side of the fence). In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. 35–60). New York: Routledge.
- diSessa, A. A., Gillespie, N., & Esterly, J. (2004). Coherence vs. Fragmentation in the Development of the Concept of Force. *Cognitive Science*, 28, 843–900.
- 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.
- Eijkkelhof, H. (1990). Radiation and Risk in Physics Education. Unpublished Doctoral dissertation, Utrecht.
- Finson, K. D., Beaver, J. B., & Cramond, B. L. (1995). Development and Field Test of a Checklist for the Draw-A-Scientist Test. *School Science and Mathematics*, 95(4), 195–205.
- Hammer, D. (1996). Misconceptions or p-prims. How might alternative perspectives of cognitive structure influence instructional perceptions and intentions. *Journal of the Learning Sciences*, 5(2), 97–127.
- Holthusen, K. (Ed.). (2004). *Konzepte zur Nachhaltigkeit. Analyse von Schülervorstellungen zum Thema Nachhaltigkeit am Beispiel Wald durch Zeichnen im Biologieunterricht*. Dissertation. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.

- Hope, G. (2008). *Thinking and Learning Through Drawing In Primary Classrooms*. London: Sage Publications Ltd.
- Ioannides, C., & Vosniadou, S. (2001). The changing meanings of force. *Cognitive Science Quarterly*, 2(1), 5–62.
- Ioannidis, G. S., & Spiliotopoulou, V. (1999). Children's drawings and stories about energy. In M. Komorek, Behrendt, H., Dahncke, H., Duit, R., Graeber, W., Kross, A. (Ed.), *Research in Science Education – Past, Present, and Future Vol.1* (pp. 95–97). Kiel: IPN Kiel.
- Köse, S. (2008). Diagnosing Student Misconceptions: Using Drawings as a Research Method. *World Applied Sciences Journal*, 3(4), 283–293.
- Lijnse, P. L., Eijkelhof, H. M. C., Klaassen, C. W. J. M., & Scholte, R. L. J. (1990). Pupils' and mass-media ideas about radioactivity. *International Journal of Science Education*, 12(1), 67–78.
- Markic, S. (Ed.). (2008). *Studies on freshman science student teachers' beliefs about science teaching and learning*. Aachen: Shaker.
- Matthews, M. (1997). Introductory comments on philosophy and constructivism in science education. *Science & Education*, 6(1–2), 5–14.
- Millar, R., & Jarnail Singh, G. (1996). School students' understanding of processes involving radioactive substances and ionizing radiation. *Physics Education*, 31(1), 27–33.
- Novick, S., & Nussbaum, J. (1978). Junior High School pupils' understanding of the particulate nature of matter: An interview study. *Science Education*, 62, 273–281.
- Rego, F., & Peralta, L. (2006). Portuguese Students' Knowledge of Radiation Physics. *Physics Education*, 41(3), 259–262.
- Rennie, L., & Jarvis, T. (1995). Children's choice of drawings to communicate their ideas about technology. *Research in Science Education*, 25(3), 239–252.
- Riemeier, T. (2005). Schülervorstellungen von Zellen, Teilung und Wachstum. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 11, 41–56.
- Riesch, W., & Westphal, W. (1975). Modellhafte Schülervorstellungen zur Ausbreitung radioaktiver Strahlung. *Der Physikunterricht*, 9, 75–85.
- Sadler, P. M., Schneps, M. H., & Woll, S. (1989). *A private universe*. Santa Monica, CA: Pyramid Film and Video.
- Schuster, M. (1990). *Psychologie der Kinderzeichnung*. Heidelberg: Springer.
- Vosniadou, S., Vamvakoussi, X., & Skopeliti, I. (2008). The framework theory approach to the problem of conceptual change. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. 3–34). New York: Routledge.
- White, R. T., & Gunstone, R. F. (1992). *Probing understanding*. London, New York: Falmer.

KONTAKT

Mag. Susanne Neumann
Universität Wien, AECC Physik
Porzellangasse 4/2, 1090 Wien
susanne.neumann@univie.ac.at

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf
Universität Wien, AECC Physik
Porzellangasse 4/2, 1090 Wien
martin.hopf@univie.ac.at

AUTORENINFORMATION

Susanne Neumann ist Universitätsassistentin am Österreichischen Kompetenzzentrum für Didaktik der Physik (AECC Physik) und unterrichtet seit 9 Jahren an einem Wiener Gymnasium. Ihre Dissertation zum Thema ‚Schülervorstellungen über Strahlung‘ wird vom Leiter des AECC Physik, Prof. Martin Hopf, betreut.

Martin Hopf ist Leiter des Österreichischen Kompetenzzentrums für Didaktik der Physik der Universität Wien.