

**Wissenschaftliche Hausarbeit für das Lehramt an Gymnasien,
eingereicht der Prüfstelle Darmstadt des Landesschulamtes**

Thema:

**Physik in der Küche – ein Konzept, den
Physikunterricht am Alltag der Lernenden zu
orientieren**

Bereich in dem die Hausarbeit geschrieben wurde (Fach):

Physik

Name der Verfasserin:

Johanna Christina Dietz

Physik in der Küche – ein Konzept, den Physikunterricht am Alltag der Lernenden zu orientieren

Wissenschaftliche Hausarbeit für das Lehramt an Gymnasien

Johanna Christina Dietz

Lehramt an Gymnasien, Mathematik und Physik

Matrikel-Nr. 1497159

Johanna.Dietz@web.de



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Fachbereich Physik

Prüfer: Erik Kremser

Darmstadt, im Dezember 2013

1. Inhaltsverzeichnis

1. Inhaltsverzeichnis	1
2. Einleitung	3
2.1. Motivation	3
2.2. Struktur der vorliegenden Arbeit.....	4
3. Was hat Kochen mit Physik zu tun?.....	5
3.1. Zwei „Naturwissenschaften“ im Vergleich: Kochen und Physik	5
3.2. Über die Notwendigkeit der Physik beim Kochen	6
3.3. Küchenmythen.....	7
4. Warum sollte „Physik in der Küche“ als Thema im Unterricht eingesetzt werden?.....	8
4.1. Situation des Physikunterrichts	8
4.2. Betrachtung des Physikunterrichts unter geschlechtsspezifischen Aspekten .	9
4.3. Interessensforschung.....	9
4.4. Kontextorientierung	10
4.5. Technik im Alltag.....	11
4.6. „Physik in der Küche“ im Physikunterricht (Zwischenfazit)	12
5. Was gibt es bei der Behandlung des Themas „Physik in der Küche“ zu beachten?.....	13
6. Unterrichtseinheiten zum Thema „Physik in der Küche“	15
6.1. Wärmeleitung in der Jahrgangsstufe 7	16
6.1.1. Beschreibung des Unterrichtsverlaufes	16
6.1.2. Unterrichtsentwurf.....	17
6.1.3. Hinweise zur Durchführung	24
6.2. Wärmewirkung von Strom in der Jahrgangsstufe 7	25
6.2.1. Beschreibung des Unterrichtsverlaufes	25
6.2.2. Unterrichtsentwurf.....	26
6.2.3. Hinweise zur Durchführung	36
6.2.4. Erprobungsbericht.....	37
6.3. Energie und Induktion in der Jahrgangsstufe 9	39
6.3.1. Beschreibung des Unterrichtsverlaufes	39
6.3.2. Unterrichtsentwurf.....	40
6.3.3. Hinweise zur Durchführung	54
6.3.4. Erprobungsbericht.....	56

6.4.	Mikrowellen in der Qualifikationsphase 2	58
6.4.1.	Beschreibung des Unterrichtsverlaufes	58
6.4.2.	Unterrichtsentwurf.....	59
6.4.3.	Hinweise zur Durchführung	72
7.	Anregungen für den Physikunterricht: Eingestreute Fragen und Themen.....	74
7.1.	Klasse 6.....	75
7.1.1.	Allgemeines	75
7.1.2.	Wärmelehre I.....	76
7.2.	Klasse 7.....	78
7.2.1.	Wärmelehre II.....	78
7.3.	Klasse 8.....	83
7.3.1.	Mechanik.....	83
7.3.2.	Elektrizitätslehre II.....	85
7.3.3.	Von Druck und Auftrieb	87
7.4.	Klasse 9.....	91
7.4.1.	Arbeit und Energie.....	91
7.5.	Qualifikationsphase 2.....	92
7.5.1.	Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen.....	92
8.	Fazit.....	93
9.	Ausblick	95
10.	Literaturverzeichnis	96
11.	Abbildungsverzeichnis	99
12.	Anhang.....	102
A	Arbeitsanweisungen für den Unterricht	102
B	Arbeitsblätter.....	104
C	Folien.....	109
D	Tafelbilder	112
E	Sonstige Materialien.....	118
F	Beiliegende CD	124
13.	Danksagung.....	125
14.	Erklärung	126

2. Einleitung

2.1. Motivation

Der Physikunterricht als Teil der naturwissenschaftlichen Bildung der Schülerinnen und Schüler (im Folgenden mit SuS abgekürzt) vermittelt wichtige Kenntnisse und Fertigkeiten für ihren späteren Berufsweg. Ziel der vorliegenden Arbeit ist, die Vermittlung dieser möglichst ansprechend und alltagsnah zu gestalten und dadurch das Interesse am Fach Physik zu steigern. Dabei befasst sich diese Arbeit mit den Bereichen Küche und Kochen.

Eine meiner Leidenschaften gilt dem Kochen, dem ich häufig und gerne nachgehe. Dabei hinterfrage ich häufig Kochtipps bezüglich ihres wissenschaftlichen Hintergrundes. Die Physik nimmt dabei eine zentrale Rolle ein. Physikalische Themen, welche direkt an Themen des Alltags angelehnt sind, beziehungsweise vielmehr physikalische Fragen, die sich aus dem Alltag heraus ergeben, können spannende und interessante Verweise zwischen Theorie und Praxis darstellen. Darüber hinaus habe ich im Rahmen der Unterrichtsvorbereitungen festgestellt, dass im Physikunterricht häufig Gegenstände aus dem Alltag anstelle der vorgefertigten Bauteile aus der Physiksammlung eingesetzt werden können. Insbesondere im Bereich der Wärmelehre ließ sich anhand verschiedener Küchengeräte, beispielsweise Löffel unterschiedlicher Materialien zum Verdeutlichen der Wärmeleitung, die Allgegenwärtigkeit der Physik in unserem Alltag veranschaulichen. Für die SuS bietet das die Möglichkeit, sich besser mit der Physik zu identifizieren.

Bei ersten Recherchen habe ich eine Vielzahl an Büchern zum Thema „Physik in der Küche“ gefunden. Diese sind informativ und spannend zu lesen, liefern jedoch keine Vorschläge, wie das Thema im Physikunterricht umgesetzt werden kann. Es finden sich zudem Didaktiker [1], [2] die beschreiben, dass eine Einbindung der Physik in alltagsnahe Kontexte den Unterricht attraktiver gestaltet. Hier wird ebenfalls der Kontext Küche genannt, jedoch sind konkrete Beispiele für die Unterrichtspraxis auch hier kaum zu finden. In der Zeitschrift „Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule“ Heft 3/57 vom 15. April 2008 sind Vorschläge zur Unterrichtsgestaltung mit dem Themenschwerpunkt Physik in der Küche gegeben. Allerdings beschränken sich diese in der Hauptsache auf das Messen der Temperatur von garenden Speisen [3]. In Schulbüchern finden sich nur vereinzelt Alltagsbeispiele aus der Küche. Es stellt sich also die Frage, ob sich die Physik der Küche dazu eignet, im Schulunterricht behandelt zu werden und ob sich ein möglicher Mehraufwand durch die verän-

dernten Unterrichtsvorbereitungen rechtfertigen lässt. Dies soll im Laufe der Arbeit geklärt werden, indem konkrete Vorschläge zur Umsetzung des Themas „Physik in der Küche“ vorgestellt werden.

2.2. Struktur der vorliegenden Arbeit

Meiner Ansicht nach lässt sich die Thematik gut in den Physikunterricht einbinden und hilft, diesen für die Lernenden attraktiver zu gestalten. Daher werden in der folgenden Arbeit konkrete (eigenständig ausgearbeitete) Vorschläge zur Umsetzung des Themas „Physik in der Küche“ im Schulunterricht vorgestellt und diese These damit bestätigt. Das Thema lässt sich meiner Meinung nach ebenfalls gut in den Unterricht anderer Schulfächer einbringen, worauf ich allerdings im Folgenden nicht genauer eingehen möchte, da dies den Umfang dieser Arbeit überschreiten würde, im Ausblick wird diese Idee jedoch noch einmal aufgegriffen.

Zunächst werde ich den theoretischen Hintergrund erörtern, indem ich aufzeige, in welchen Bereichen Küche und Physik aufeinander treffen. Dies dient der genaueren Betrachtung, weshalb es sich lohnt das Themengebiet Küche im Physikunterricht einzusetzen. Im Folgenden stelle ich vier konkrete Unterrichtsentwürfe aus unterschiedlichen Jahrgangsstufen vor, von denen ich zwei erprobt habe. Anschließend möchte ich Phänomene und Fragen vorstellen, die eventuell sogar von SuS eingebracht, aber auch von der Lehrperson in den Unterricht integriert werden können. Diese Fragen werden beantwortet und in den Lehrplan eingeordnet sowie gegebenenfalls durch eine passende Aufgabenstellung ergänzt. Sie sollen jederzeit von Lehrpersonen verwendet und spontan im Unterricht eingesetzt werden können.

Abschließend folgt eine Reflexion darüber, wie gut sich das Thema zur Umsetzung in der Schule eignet, welche Schwierigkeiten es aufweist und einen Ausblick geben, wie „Physik in der Küche“ als Unterrichtsthema erweitert oder variiert werden kann.

3. Was hat Kochen mit Physik zu tun?

Im folgenden Abschnitt wird zunächst allgemein betrachtet, wo und wie sich Physik und Küche begegnen, und geklärt, warum die Naturwissenschaft Physik wichtig für das Arbeiten in der Küche ist.

3.1. Zwei „Naturwissenschaften“ im Vergleich: Kochen und Physik

Physik ist eine „Naturwissenschaft, die besonders durch experimentelle Erforschung und messende Erfassung die Erscheinungen und Vorgänge, die Grundgesetze der Natur, die Erscheinungs- und Zustandsformen der unbelebten Materie sowie die Eigenschaften der Strahlungen und der Kraftfelder untersucht“ [24].

Beim Kochen wird ebenfalls experimentelle Forschung betrieben, der Koch oder die Köchin probiert ein Gericht aus, er oder sie experimentiert und verändert verschiedene Parameter, es werden unterschiedliche Gewürze hinzugefügt, die Gartemperatur oder Garzeit geändert oder sogar die Zubereitung variiert. Hierbei werden Hypothesen aufgestellt, wie zum Beispiel „Der Blumenkohl hätte drei Minuten weniger gegart werden müssen“ oder „Ein kleiner Schluck Weißwein würde die Soße noch besser schmecken lassen“. Diese Hypothesen werden überprüft und anschließend bestätigt oder verworfen, beispielsweise beim nächsten Zubereiten der gleichen Speise. Der Kochende notiert sich das Ergebnis häufig direkt im Rezept [5].

Die messende Erfassung fällt beim Kochen allerdings sehr viel ungenauer aus als in den meisten Gebieten der Physik. Hier versuchen Forscher immer genauere Messmethoden einzusetzen, die objektive Messungen mit sehr kleinen Abweichungen zulassen. Diese Messergebnisse sind allgemeingültig. Eine gekochte Speise wird in der Regel ebenfalls durch eine Messung beurteilt, diese Messung geschieht durch Personen, welche die Speise probieren und über deren Geschmack urteilen. Diese Überprüfung ist subjektiv und hängt vom Geschmack der einzelnen Person ab, somit können keine allgemeingültigen Aussagen getroffen werden. In einigen Kulturkreisen (zum Beispiel im asiatischen Raum) ist es üblich, bevorzugt scharfe Speisen zu essen, während diese für andere Testesser womöglich gewöhnungsbedürftig sind. Eines haben aber auch hier die Physik und das Kochen gemeinsam: Je mehr Messreihen durchgeführt werden, sei es in der Physik mit Messgeräten oder beim Kochen, indem verschiedene Personen ein Gericht probieren, desto aussagekräftiger werden diese Messergebnisse. Im naturwissenschaftlichen Bereich sagt ein einzelner Messwert kaum etwas aus, er könnte auch einfach durch Zufall oder falsches Messen entstanden sein, Messwerte müssen reproduzierbar sein. Ebenso verhält es sich beim Essen,

schmeckt vielen Personen ein Gericht nicht, so scheint der Koch oder die Köchin etwas an der Zubereitung oder den Zutaten ändern zu müssen. Schmeckt einer Person ein Gericht nicht, so muss es nicht an der schlechten Zubereitung liegen – es kann auch sein, dass diese Person eine der verwendeten Zutaten grundsätzlich nicht mag und es ihr daher nicht schmeckt [6].

Kochen hat also viel mit Wissenschaft gemeinsam, es werden Hypothesen aufgestellt, diese mit Experimenten überprüft und die Ergebnisse gemessen und anschließend dokumentiert.

3.2. Über die Notwendigkeit der Physik beim Kochen

Dass das Kochen an sich einer Wissenschaft ähnelt, ist ein wichtiger Aspekt. Mindestens genauso relevant ist aber, dass Kochen selbst ohne Naturwissenschaften wie Physik oder Chemie gar nicht möglich wäre. *„Kochen ist keine Wissenschaft für sich – sondern Physik, Chemie, Biologie und sogar Materialwissenschaft“* schreibt Thomas Vilgis in seinem Buch *„Die Molekül-Küche – Physik und Chemie des feinen Geschmacks“* [7]. Das bedeutet nicht, dass man ohne Kenntnis der Physik nicht kochen kann, sondern vielmehr, dass Physik als eine wichtige Grundlage für viele Geräte und Prozesse in der Küche existiert und überall dort zu finden ist. Auch wenn vielen Menschen die Wichtigkeit der Physik für das Kochen nicht bewusst ist, nutzen sie diese Naturwissenschaft dennoch unbewusst. Physik begegnet uns überall in der Küche. In unserer modernen Gesellschaft finden sich in jeder Küche diverse Geräte, deren Erfindungen ohne die Erkenntnisse, die uns die Physik liefert, nicht möglich gewesen wären. Diese Geräte funktionieren mit elektrischem Strom, es wird also Energie benötigt, welche in elektrische Energie umgewandelt werden kann. Diese wird wiederum in Wärmeenergie (zum Beispiel beim Garen von Speisen) oder in Bewegungsenergie (zum Beispiel beim Mixen) umgewandelt. Bei einem Induktionsherd wird die elektromagnetische Induktion angewendet, in diversen Geräten sind Elektromotoren eingebaut, ein Toaster nutzt die Wärmewirkung von Strom und es gibt noch unzählige weitere Beispiele. Auf einige wird im Folgenden genauer eingegangen.

In der Küche sind viele Geräte zugegen, deren Funktionsweisen nur mit Mitteln der Physik verstanden werden können. Auch ist das Verständnis dieser Naturwissenschaft wichtig um Gefahren, die von diesen Geräten ausgehen, einschätzen und beurteilen zu können [8]. Darüber hinaus existieren viele Küchenutensilien, die ohne elektrischen Strom funktionieren, deren Funktion aber dennoch auf den Grundlagen der Physik beruht. Beispielsweise wird die Hebelwirkung beim Flaschenöffner genutzt und Kochen bei erhöhtem Druck setzt den Siedepunkt herab.

Dazu ergeben sich beim Kochen viele Fragen: Sollte zum Umrühren der Suppe lieber ein Holz- oder ein Metalllöffel verwendet werden? Kann die heiße Auflaufform mit einem nassen Handtuch angefasst werden? Und muss für die Zubereitung von Eistee das Wasser vor dem Aufgießen erhitzt werden? Diese und andere Fragen aus dem Umfeld „Küche und Kochen“ können mithilfe der Physik beantwortet werden.

3.3. Küchenmythen

In kaum einem anderen Gebiet gibt es so viele Mythen wie in Küche und Haushalt. Diese werden ausgiebig in der Gesellschaft diskutiert, doch sind in der Mikrowelle erwärmte Speisen tatsächlich ungesund? Ist ein Induktionsherd wirklich effizienter als eine Herdplatte mit einer Heizspirale? Es ist wichtig, solche Aussagen kritisch zu hinterfragen und auf ihre Richtigkeit zu überprüfen. Um die Richtigkeit solcher Aussagen beurteilen und fundiert argumentieren zu können, ist es entscheidend, die physikalischen Hintergründe zu kennen und erklären zu können.

Physik ist also überall in der Küche vorhanden. Sie ist allgegenwärtig, liegt zum Teil verborgen, ist aber auch offensichtlich und vor allem nötig und nützlich. Es wäre beispielsweise im Hinblick auf die effiziente Nutzung von Energie, das sichere Gelingen der Speisen oder eine Vermeidung von Gefahren wünschenswert, dass die physikalischen Grundkenntnisse diesbezüglich bekannt wären und gezielt eingesetzt würden. Die Nahrungsaufnahme ist lebensnotwendig und jeder Mensch kommt in seinem Leben mit der Küche und dem Kochen in Berührung. Das Themenfeld „Küche und Kochen“ stellt also einen sehr geeigneten Impulsgeber für Fragestellungen zu physikalischen Gesetzmäßigkeiten und Phänomenen dar.

4. Warum sollte „Physik in der Küche“ als Thema im Unterricht eingesetzt werden?

Im vorherigen Kapitel wurde bereits erläutert, wie das Kochen beziehungsweise die Küche mit der Naturwissenschaft Physik in Verbindung steht. Nun stellt sich aber die Frage, warum dieses Thema beispielsweise in Form eines anwendungsorientierten Physikunterrichts in der Schule eingesetzt werden sollte. Diese Frage soll im folgenden Abschnitt geklärt werden. Hierzu wird zunächst die Situation des heutigen Physikunterrichts, insbesondere welche Einstellung die SuS zu diesem Unterrichtsfach haben und die Stellung des Faches Physik in der Gesellschaft betrachtet, anschließend wird auf geschlechterspezifische Unterschiede eingegangen und schließlich eine Idee zur Verbesserung der aktuellen Unterrichtssituation – die Kontextorientierung – vorgestellt. Dabei wird erarbeitet, ob der beschriebene Zusammenhang von Physik und Küche gewinnbringend für den Schulunterricht genutzt werden kann. Auf eine strikte Trennung von Didaktik und Methodik wurde in diesem Kapitel verzichtet, da sich diese im dargestellten Zusammenhang häufig gegenseitig ergänzen und bedingen.

4.1. Situation des Physikunterrichts

Gemäß aktueller Studien nimmt das Unterrichtsfach Physik meist einen der unteren Plätze auf der Beliebtheitsskala vieler SuS ein [9]. Auch im Erwachsenenalter bleiben allgemeine Vorbehalte bestehen. So treffen Physikstudenten und Physikstudentinnen mitunter auf Unverständnis bezüglich ihrer Berufswahl [10], [11]. Doch woher kommt diese negative Grundhaltung? Im Allgemeinen wird dieses Fachgebiet zwar schon als wichtig und relevant für Alltag und Zukunft eingeschätzt, ist aber dennoch unbeliebt. Es handelt sich hierbei also um ein Problem, das die gesamte Gesellschaft betrifft [10], [12]. Um diesem entgegenzuwirken, ist es folgerichtig, bei der jungen Generation also den Kindern anzusetzen. Die Grundsteine dazu könnten bereits im Kindergartenalter gelegt werden. In dieser Phase sind die Kinder noch größtenteils unvoreingenommen und leicht zu begeistern. Durch kleine naturwissenschaftliche Alltagsexperimente kann ihr Forscherinstinkt sowie ihre Neugier und das Interesse an Naturwissenschaften bereits im jungen Alter nachhaltig geweckt und gefördert werden. Aufgabe der Schule ist dann, diesen Prozess weiterzuführen. Diese Arbeit zielt primär darauf ab, Lösungsansätze zu liefern, welche die Einstellung von SuS zur Physik positiv beeinflussen sollen.

Wie zuvor erläutert, wäre ein integriertes, über alle Bildungsinstanzen fortgeführtes Unterrichtskonzept, beginnend ab dem Kindergarten sinnvoll und wünschenswert. Da der Einflussbereich einer angehenden Gymnasiallehrerin jedoch nur den eigenen Bildungsabschnitt umfasst, werden im Folgenden Ansätze zur Umsetzung im gymnasialen Umfeld erarbeitet. Der Inhalt der vorliegenden Arbeit ist daher sowohl für das Unterrichten von SuS, die bereits im Kindergarten mit der „Physik in der Küche“ in Berührung kamen, als auch für das Unterrichten von SuS, die noch keine Verbindung zu dem Thema haben, relevant.

4.2. Betrachtung des Physikunterrichts unter geschlechtsspezifischen Aspekten

Die Situation scheint insbesondere bei den Schülerinnen noch problematischer zu sein als bei Schülern, einige von ihnen empfinden Physik als ein „Horrorfach“ [13]. Die Beliebtheit des Faches sinkt bei beiden Geschlechtern nach dem ersten Jahr Physikunterricht drastisch. Während sie nach der achten Klasse bei den Schülern wieder ansteigt, bleibt sie bei den Schülerinnen weitgehend konstant gering [9], [14]. Woher kommt also insbesondere bei Schülerinnen das geringe Interesse an der Physik und wie kann der Physikunterricht attraktiver gestaltet werden?

Es erscheint also wichtig, gezielt das Interesse der Schülerinnen zu fördern, da es hier größere Defizite gibt. An dieser Stelle kommt die Frage auf, ob es sinnvoll ist, den Physikunterricht komplett an den Interessen der Schülerinnen zu orientieren. Schüler reagieren nicht so empfindlich wie Schülerinnen auf die Gestaltung des Physikunterrichts, ihnen schadet eine Orientierung an den Schülerinnen nicht. Sowohl die Schülerinnen wie auch die Schüler profitieren von einem Physikunterricht, der an den Interessen der Schülerinnen orientiert ist [13]. *„Die für Schülerinnen besonders motivierenden und interessanten Themen und Fragestellungen sind dies für die Schüler ebenfalls.“* [15]. Dies erkannte bereits Wagensein, mit seiner Aussage *„Was für die Mädchen gut ist, ist auch für die Jungen gut.“* [13]. Es ist also sinnvoll, den Physikunterricht verstärkt an den Interessen der Schülerinnen zu orientieren.

4.3. Interessensforschung

Es gibt Untersuchungen (beispielsweise die IPN-Interessensstudie) [9], die belegen, dass Schülerinnen durchaus an bestimmten Themengebieten der Physik interessiert sind. Dieses Interesse sollte im Physikunterricht gezielt genutzt und gefördert werden. Ziwierek unterscheidet in diesem Zusammenhang zwischen Sachinteresse und Fachinteresse. Das Sachinteresse bezeichnet demnach das Interesse an Phänomenen und Gegebenheiten der Physik und hängt wesentlich von dem Kontext ab, in dem die

Phänomene und Gegebenheiten dargestellt werden und nicht (wie der Name unter Umständen vermuten lässt) vom physikalischen Sachgebiet. Als Fachinteresse definiert Zwiorek das Interesse am Fach Physik im Allgemeinen. Auffallend ist, dass Sach- und Fachinteresse häufig nicht eng miteinander verknüpft sind. So mag es vorkommen, dass SuS sich zwar für physikalische Phänomene, nicht jedoch für das Fach Physik an sich interessieren. Dies lässt den Schluss zu, dass die Gestaltung des Physikunterrichtes sich zuweilen nicht ausreichend an den Interessen der Schüler und vor allem nicht an denen der Schülerinnen orientiert. Diese werden mitunter nur flüchtig berücksichtigt, so dass dies den Physikunterricht im Gesamten für die Unterrichteten nicht interessanter werden lässt. Die Interessen der SuS sollten daher in größerem Maße berücksichtigt und der Physikunterricht dahingehend umgestaltet werden [9], [13]. Neben „Physik in der Küche“ gibt es unzählige weitere Themenbeispiele für die Gestaltung des Unterrichts: Physik in der Medizin, Physik des Jahrmarkts, Physik auf dem Spielplatz, Physik im Sport, Naturphänomene physikalisch erklärt und viele mehr.

4.4. Kontextorientierung

Wie bereits erwähnt, ist das Sachinteresse im Wesentlichen abhängig vom Kontext, in dem physikalische Phänomene präsentiert werden. Entsprechende Kontexte sollten im Physikunterricht behandelt werden. Dieser Ansatz wird wiederholt in der aktuellen Fachliteratur verfolgt [12], [16], [17]. Auch Loos befürwortet die Kontextorientierung im Physikunterricht. *„Lernen im Kontext eröffnet die Möglichkeit, komplexe vernetzte Realitätsausschnitte zu betrachten, daraus physikalische Fragestellungen zu gewinnen, diese auf der fachlichen Ebene zu klären und die so gewonnenen Ergebnisse zur Bearbeitung der Ausgangsproblemstellung heranzuziehen.“* *„SuS sind erfahrungsgemäß bereit, sich mit für sie interessanten und/oder alltagsrelevanten Problemen bzw. Themen längere Zeit zu beschäftigen, also in Kontexten zu Denken und zu Arbeiten.“* [15].

Die eingesetzten Kontexte sollten wie bereits beschrieben (siehe Kapitel 4.2.) eher an den Interessen der Schülerinnen orientiert sein, da diese verstärkt auf die thematische Einbettung in bestimmte Kontexte reagieren. Ein in diesem Zusammenhang häufig angeführtes Beispiel ist die Behandlung einer Pumpe: *„So interessieren sich z.B. 80% der Mädchen für eine Pumpe, die als künstliches Herz Blut pumpt, aber nur 40% für eine Pumpe die Erdöl aus großer Tiefe an die Erdoberfläche pumpt. Von den Jungen interessieren sich für beide Pumpentypen etwa 60%“*. Für Schülerinnen ist die Einbettung eines Themas in einen für sie spannenden Kontext also in hohem Maße Inte-

resse fördernd. Hierbei ist es bedeutend, dass sie auf Bekanntes und persönliche Erfahrungen zurückgreifen können [13], [9], [18]. „Eine stärkere Anbindung des Physikunterrichts an die Physik des Alltags“ wird auch aus Schülersicht gefordert und könnte zur Steigerung der Beliebtheit des Faches Physik beitragen [11].

„Physik in der Küche“ bietet einen Kontext, den die Schülerinnen und Schüler aus dem täglichen Leben kennen. Viele haben schon einmal bei der Zubereitung von Speisen zugeschaut oder sich selbst daran versucht. Müller beschreibt die Physik des Kochens als ein „nahezu unerschöpfliches Thema“ [2].

Zu beachten ist, dass eine Kontexteinbindung auch so umgesetzt wird, wie sie gemeint ist, nämlich als Verknüpfung der fachlichen Ebene mit individuellen Erkenntnissen und Erfahrungen der SuS. Es handelt sich hierbei nicht um das beiläufige Einfügen von Anwendungsbeispielen zu einem Thema [12].

4.5. Technik im Alltag

Pientka merkt an, dass den SuS grundlegende Kenntnisse über die Technik aus ihrem Alltag fehlen. Die meisten wissen nicht, wie selbst einfache technische Geräte funktionieren. Sie toasten sich beispielsweise jeden morgen ein Brot, ohne zumindest in den Grundzügen zu wissen, wie ein Toaster funktioniert. Auch die Mikrowelle ist ein häufiger Gebrauchsgegenstand, sie erwärmt zuverlässig ihre Speisen, ohne dass die Lernenden ansatzweise verstehen, wie und ob sie bei der Verwendung dieses Gerätes etwas beachten müssen. Darüber hinaus schreibt Pientka, dass Fragestellungen, die sich aus dem Alltag ergeben, wesentlich motivierender sein können als solche mit rein theoretischem Kontext [19]. Das Unwissen in technischen Bereichen sowie das geringe Interesse an der Physik erscheint unverständlich, denn „In allen Teilbereichen seines Lebens, sei es in der Medizin, am Arbeitsplatz, in der Schule oder zu Hause, ist der Mensch inzwischen abhängig von technischen Vorgängen, denen die Physik zugrunde liegt.“ [11].

Technik hat das Potenzial, Interesse an der Physik zu wecken, sie ist faszinierend und macht somit die Physik interessanter [20]. Physik in der Küche stellt eine gute Möglichkeit dar, das fehlende Technikwissen der SuS nachzuarbeiten und ihnen Einblicke in alltägliche Technik zu gewähren, da in der Küche viele technische Geräte genutzt werden, die in Teilen bereits mit dem Wissen aus unteren Jahrgangsstufen erklärbar sind. Somit kann der Physikunterricht attraktiver gestaltet werden.

4.6. „Physik in der Küche“ im Physikunterricht (Zwischenfazit)

Es kann abschließend festgehalten werden, dass „Physik in der Küche“ eine gute Möglichkeit bietet, den Physikunterricht attraktiver zu gestalten. Das Interesse an der Physik, welches insbesondere bei Schülerinnen aber auch bei Schülern verbesserungswürdig ist, soll durch die Einbindung physikalischer Themen in einen alltagsnahen Kontext geweckt und verstärkt werden. Darüber hinaus sollen die Kenntnisse bezüglich technischer Alltagsgeräte der Lernenden vertieft werden. „Physik in der Küche“ kann sich somit einerseits motivierend auf das Lernen der SuS und andererseits positiv auf ihr Allgemein- und Fachwissen auswirken. Das im Unterricht gelernte Fachwissen hilft den SuS, vor allem Gefahren in der Küche sowie die Glaubwürdigkeit von Kochmythen besser beurteilen zu können. Zudem lernen sie, Funktionsweisen oder Phänomene zu erklären. Dieses Wissen benötigen die SuS nicht unmittelbar für das Kochen, es fördert aber ihre Allgemeinbildung und hilft ihnen, bei Diskussionen auf physikalisches Wissen zurückzugreifen, mit dem sie fundiert argumentieren können.

5. Was gibt es bei der Behandlung des Themas „Physik in der Küche“ zu beachten?

Im Rahmen der Behandlung „Physik in der Küche“ werden Schülerübungen durchgeführt, in denen die SuS in Kleingruppen eigenverantwortlich Experimente durchführen. Im Vorfeld sollten die nötigen Sicherheitshinweise mit allen SuS besprochen werden. Diese Besprechung sollte im Klassenbuch dokumentiert werden und die Erziehungsberechtigten der Lernenden sind ebenfalls zu informieren. Zu diesem Zweck ist es sinnvoll, ein Formblatt vorzubereiten, dessen Inhalt mit den Lernenden besprochen wird, und das sowohl die SuS als auch ihre Erziehungsberechtigten unterschreiben müssen (siehe Formblatt E1 im Anhand). Diese Sicherheitsbelehrung muss mit allen SuS, welche am Tag der Durchführung abwesend waren, nachgeholt werden. Die Lehrperson kann sich jederzeit auf die Sicherheitsbelehrung beziehen. Mit dem Formblatt hat sie zu diesem Zweck einen schriftlichen Nachweis, der belegt, dass die Lernenden aufgeklärt und die Erziehungsberechtigten ebenfalls über bestehende Regeln informiert wurden. Eine Unterstützung durch die Erziehungsberechtigten verdeutlicht den SuS die Relevanz und Ernsthaftigkeit der Regeln. Zudem sind die „allgemeinen Bestimmungen und Sicherheitshinweise für den naturwissenschaftlichen Unterricht“ [21] sowie das geltende Schulrecht [22] zu beachten. Trotz einer allgemeinen Sicherheitsbelehrung sollten die SuS vor jedem Experiment erneut auf die Gefahren hingewiesen werden, um Verletzungen zu vermeiden.

Elektronische Geräte müssen in regelmäßigen Abständen von Fachleuten auf ihre Sicherheit und einwandfreie Funktion hin geprüft werden, daher bietet es sich an, in der Schule die entsprechenden Geräte, die zur Behandlung des Themas „Physik in der Küche“ nötig sind, gezielt anzuschaffen, dort zu lagern und den erforderlichen Prüfungen zu unterziehen. Elektronische Geräte aus dem Haushalt der Lehrperson ohne eine gültige Prüfplakette dürfen nicht im Unterricht eingesetzt werden.

In Fachräumen darf nicht gegessen werden [23], dies ist im Normalfall durch die Schulordnung einer jeden Schule geregelt. Im Rahmen der Behandlung des Themenschwerpunktes „Physik in der Küche“ sollte mit der Schulleitung abgeklärt werden, ob ein Aussetzen dieser Regel genehmigt wird. In diesem Fall muss sichergestellt werden, dass zuvor nicht mit gesundheitsschädlichen Stoffen im Unterrichtsraum experimentiert wurde, gegebenenfalls können die Tische zur Sicherheit abgedeckt werden. Darüber hinaus sind alle Versuchsmaterialien vor der Verunreinigung durch Lebensmittel zu schützen. Es ist vor den Lernenden zu betonen, dass das Essen im

Fachraum eine Ausnahme darstellt und nur unter speziellen Sicherheitsvorkehrungen im Rahmen des Unterrichtsinhaltes „Physik in der Küche“ erlaubt wird.

6. Unterrichtseinheiten zum Thema „Physik in der Küche“

In diesem Abschnitt werden Vorschläge zur Umsetzung des Themas „Physik in der Küche“ in Form von Unterrichtsentwürfen beschrieben. Zu diesen Unterrichtsentwürfen werden jeweils konkrete Anweisungen zur Umsetzung aufgestellt. Unter anderem wird beschrieben, welche Materialien benötigt werden oder was es bei der Durchführung der Experimente zu beachten gilt. Außerdem werden die Erprobungsberichte sowie Kritik und Verbesserungsvorschläge für die jeweilige Unterrichtseinheit angegeben, sofern sie erprobt wurde.

Zunächst wird ein Vorschlag zur Gestaltung einer Doppelstunde in Jahrgangsstufe sieben zum Thema „Wärmeleitung“ vorgestellt. Die Stationen dieser Unterrichtseinheit sind unabhängig voneinander und können alternativ jeweils einzeln in den Unterricht eingebracht werden. Es folgt ein Vorschlag zur Gestaltung einer Doppelstunde zum Thema „Wärmewirkung von Strom“, welcher ebenfalls für die Jahrgangsstufe sieben gedacht ist. Die Unterrichtseinheit lässt sich in drei Teile untergliedern: Die Funktionsweise eines Toasters, die Funktionsweise eines Wasserkochers und die Gefahren des elektrischen Stromes, welche ebenfalls jeweils einzeln in den Unterricht integriert werden können. Anschließend wird eine Unterrichtsreihe von zwei Doppelstunden zu den Themen „Energie“ und „Induktion“ in der neunten Jahrgangsstufe vorgestellt. Die beiden Doppelstunden können jeweils auch getrennt voneinander unterrichtet werden, wobei zu der zweiten Doppelstunde womöglich die Frage aufkäme, inwiefern die Auseinandersetzung mit der Funktionsweise einer Induktionskochplatte für die SuS von Nutzen ist. Abschließend folgt eine Unterrichtseinheit zum Thema „Mikrowellen“ in der Q2.

Auch wenn die einzelnen Unterrichtseinheiten sich jeweils aufspalten lassen und die Teilthemen getrennt voneinander unterrichtet werden können, bietet sich die Gestaltung als komplette Unterrichtseinheiten aus didaktischer Sicht an, da insbesondere die Teilthemen gut aufeinander abgestimmt sind und im Zusammenhang eine gegenseitige Motivation erzeugen.

Die didaktischen Analysen orientieren sich jeweils an den vier Zieldimensionen nach Klafki: Allgemeiner Bildungsgehalt, Innere Struktur, Gegenwartsbedeutung und Zukunftsbedeutung [24]. Darüber hinaus orientieren sich verschiedene Teile der Unterrichtsentwürfe jeweils am Lehrplan Physik und an den Bildungsstandards und Inhaltsfeldern Physik des Kerncurriculums für Hessen [25], [26].

Die Unterrichtseinheiten zur „Wärmewirkung von Strom“ sowie zur „Energie“ und „Induktion“ wurden jeweils erprobt. Aufgrund des zeitlich begrenzten Rahmens dieser Arbeit wurde darauf verzichtet, die anderen beiden Unterrichtseinheiten zu erproben, daher fehlt hier jeweils die Analyse der Lernausgangslage und der Lerngruppe in den Unterrichtsentwürfen sowie der Erprobungsbericht. Die Experimente der nicht erprobten Unterrichtseinheiten habe ich alle selbst aufgebaut und durchgeführt, so dass ich hierzu jeweils auch Hinweise gebe.

In den Unterrichtsentwürfen wurde – wie es während des Referendariates ebenfalls üblich ist – die Methodische Analyse strikt von der Didaktischen Analyse getrennt, da beide sehr detailliert dargestellt sind.

6.1. Wärmeleitung in der Jahrgangsstufe 7

Anhang: Anleitungen zu den Stationen (A1 im Anhang), ein Tafelbild (D1 im Anhang)

6.1.1. Beschreibung des Unterrichtsverlaufes

Die Unterrichtseinheit zur „Wärmeleitung in der Küche“ dient dazu, das alltägliche Phänomen des Transportes von Wärme kennenzulernen und Erkenntnisse darüber zu sammeln, wie gut unterschiedliche Materialien Wärme leiten.

In der geplanten Doppelstunde führen die SuS verschiedene Schülerexperimente durch, sie durchlaufen hierzu verschiedene Stationen. Die im Folgenden verwendete Nummerierung dient lediglich der Übersicht, die SuS absolvieren die Stationen in unterschiedlichen Reihenfolgen.

Bei der ersten Station wird eine Brühe oder ersatzweise Wasser gekocht. Die SuS rühren mit einem Plastik-, einem Holz- und einem Metalllöffel in der Flüssigkeit, lassen die Löffel zwei Minuten darin ruhen und rühren dabei gelegentlich um, hierbei sollen sie die Löffel in unterschiedlichen Höhen berühren. Bei der zweiten Station sollen sich die SuS barfuß auf verschiedene Materialien stellen und beschreiben, was sie fühlen. An der dritten Station sollen die SuS einen heißen Gegenstand mithilfe eines nassen beziehungsweise trockenen Topflappens anfassen. An der vierten Station haben die SuS die Aufgabe, eine kleine Menge Wasser jeweils in einem Glastopf und einem Aluminiumtopf zu erhitzen und dabei die Zeit zu stoppen. Ihre Beobachtungen sollen sie anschließend auf ihre Bedeutung für die Herstellung von Kochtöpfen hin interpretieren (siehe Anleitung zu den Stationen A1 im Anhang).

Sollten die SuS nach Bearbeitung der vier Pflichtstationen noch ausreichend Zeit zur Verfügung haben, können sie die beiden Zusatzstationen bearbeiten. An der fünften Station sollen sie einen Behälter, wie er in Restaurants verwendet wird, um Wasserflaschen kühl zu halten, genau betrachten und erklären, wie dieser funktioniert. An der sechsten Station haben die SuS die Aufgabe, weitere Beispiele aus dem alltäglichen Leben zu finden, in denen Wärmeleitung stattfindet, und beurteilen, ob die Wärmeleitung erwünscht ist oder nicht und gegebenenfalls überlegen, wie sie reduziert werden könnte (siehe Anleitung zu den Stationen A1 im Anhang).

Im Anschluss an die Arbeit an den einzelnen Stationen werden die Ergebnisse im Plenum diskutiert und verglichen sowie, sofern noch ausreichend Zeit zur Verfügung steht, die Zusatzstationen vorgestellt. In der Hausaufgabe sollen die SuS das Modell einer Thermoskanne bauen und ihr Vorgehen dabei erklären (siehe Anleitung zu den Stationen A1 im Anhang).

6.1.2. Unterrichtsentwurf

6.1.2.1. Einordnung der Doppelstunde in die Unterrichtsreihe

Die Unterrichtseinheit „Wärmeleitung in der Küche“ bildet den Einstieg in die Unterrichtsreihe „Wärme als Übertragungsform“. In den vorangegangenen Stunden wurde das Teilchenmodell der Materie eingeführt und die unterschiedlichen Aggregatzustände sowie ihre Übergänge ineinander ausführlich besprochen. In der geplanten Doppelstunde sollen die SuS erkennen, dass Wärme von einem Körper zum anderen übertragen werden kann. Nachdem sie die Wärmeleitung kennen gelernt haben, folgt in den anschließenden Unterrichtsstunden die Wärmeströmung und die Wärmestrahlung. Die in der geplanten Einheit gestellte Hausaufgabe (siehe Anleitung zu den Stationen A1 im Anhang) stellt eine Überleitung zur Wärmestrahlung dar.

6.1.2.2. Didaktische Analyse

Der Unterrichtsgegenstand „Wärmeleitung in der Küche“ wird durch die gymnasialen Bildungsstandards und Inhaltsfelder Physik des Kerncurriculums für Hessen der Sekundarstufe I legitimiert. Das Inhaltsfeld „Wettererscheinungen und Klima“ schließt die Kenntnisse über die Übertragung thermischer Energie als wichtige Voraussetzung für weiteres Lernen mit ein [26]. Der Lehrplan Physik legt für die Jahrgangsstufe sieben die Behandlung der Wärmeleitung als Teil des Themengebietes Wärmeenergie, Wärmeausbreitung Wärmelehre 2 verbindlich fest [25]. Durch das „Durchführen von Experimenten zur Wärmeübertragung“ wird insbesondere der Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung gefördert [26]. In der physikalischen Arbeits-

weise liegt der allgemeine Bildungsgehalt dieser Unterrichtseinheit begründet: Die SuS experimentieren eigenständig, dabei beobachten und protokollieren sie und verknüpfen im weiteren Verlauf ihre Ergebnisse. Sie erkennen Gemeinsamkeiten und leiten daraus physikalische Grundprinzipien ab (siehe Kapitel 6.2.13.).

Der Inhalt der geplanten Doppelstunde erhält seine Gegenwartsbedeutung dadurch, dass die SuS alltägliche Phänomene genauer untersuchen. Wärmeleitung ist ein Thema aus dem Alltag der SuS – insbesondere in der Küche – aber auch in anderen Bereichen des häuslichen Umfeldes erfahren die Lernenden immer wieder die Wärmeleitung am eigenen Körper. Aus der inneren Struktur der Physik wird somit der Bereich des Begreifens der natürlichen Umwelt berücksichtigt.

Wie bereits beschrieben, ist die Kenntnis von Übertragung thermischer Energie eine wichtige Voraussetzung für das weitere Lernen, insbesondere für das Inhaltsfeld „Wettererscheinungen und Klima“ werden in dieser Einheit wichtige Kenntnisse erlernt. Dadurch erhält die Stunde eine Zukunftsbedeutung für die Lernenden, es werden nötige Grundlagen geschaffen.

6.1.2.3. Methodische Analyse

Im Zentrum dieser Stunde stehen unterschiedliche Schülerexperimente, hierfür stehen Stationen zur Verfügung, die von den SuS in Kleingruppen nacheinander eigenverantwortlich bearbeitet werden. Hierbei soll das physikalische Phänomen der Wärmeleitung genauer untersucht werden. Das selbstständige Durchführen von Schülerexperimenten fördert die Motivation und Aktivierung der SuS [27].

An den einzelnen Stationen finden die SuS jeweils eine kurze Anleitung zu dem jeweiligen Experiment, die nötigen Materialien und Arbeitsaufträge sowie Fragestellungen (siehe Anleitung zu den Stationen A1 im Anhang). Sie können vollkommen selbstständig ohne Anleitung der Lehrperson arbeiten, diese hält sich im Hintergrund, steht aber für Fragen und Probleme zur Verfügung und beobachtet aufmerksam das Arbeiten der Lernenden. Das selbstständige Arbeiten fördert die Eigenaktivität der SuS. Die Reihenfolge, in der die Lernenden die Stationen durchlaufen, kann variieren, so dass sich die Gruppen verteilen und alle gleichzeitig arbeiten können.

An der ersten Station sollen die SuS erkennen, dass Metall Wärme deutlich besser leitet als Holz oder Kunststoff. Die zweite Station dient dazu, am eigenen Körper zu erfahren, wie die Körperwärme über die nackten Füße auf unterschiedlichem Untergrund verschieden gut abgeleitet werden kann. Aufgabe der dritten Station ist die Erkenntnis zu vermitteln, dass nasse Textilien die Wärme besser leiten als trockene.

Die vierte Station soll den SuS eine Anwendung zeigen, bei der es wichtig ist, die Wärmeleitfähigkeit unterschiedlicher Materialien zu kennen. Topfböden werden in der Regel so hergestellt, dass sie die Wärme besonders gut leiten.

Zur Binnendifferenzierung gibt es für besonders schnelle und fleißige SuS zwei Zusatzstationen, die nach Abschluss der vier Pflichtstationen bearbeitet werden können. An der fünften Station lernen die SuS eine weitere Anwendung der Wärmeleitung kennen, während sie an der sechsten weitere Anwendungen aus dem Haushalt nennen und erklären sollen. Um die Mehrarbeit dieser Lernenden zu würdigen und gleichzeitig den anderen zu ermöglichen, auch einen Einblick in die Zusatzstationen zu erhalten, werden die Zusatzstationen und die Ergebnisse am Ende der Stunde von den SuS vorgestellt, die sie bearbeitet haben. Dies sollte, falls es zeitlich nicht mehr möglich ist, auf die nächste Stunde verschoben, aber nicht ausgelassen werden. Es wurden bewusst nur vier Pflichtstationen ausgewählt, damit die Lernenden ausreichend Zeit haben, jedes Experiment durchzuführen und jeweils Notizen dazu anzufertigen.

Um die Ergebnissicherung zu unterstützen, werden am Ende der Stunde alle Experimente im Plenum verglichen, Gemeinsamkeiten untersucht und festgehalten. Die Protokolle der SuS werden von der Lehrperson eingesammelt und überprüft, um mögliche Fehlvorstellungen der Lernenden zu erkennen. Diese könnten andernfalls beim eigenverantwortlichen Arbeiten der SuS unbemerkt bleiben und zu späteren Problemen und Demotivation im Physikunterricht führen.

Eine alternative Methode wäre das Vorführen der Experimente als Demonstrationsexperiment und Heraussuchen einzelner SuS, die die Beobachtungen (beispielsweise beim Anfassen der Löffel aus unterschiedlichen Materialien) vor der Klasse beschreiben. Von diesem Vorgehen habe ich abgesehen, da jeder Schüler und jede Schülerin die Beobachtungen selbst am eigenen Körper erfahren sollte. Das Lernen über die enaktive Ebene ist für die SuS motivierender und bleibt eher im Gedächtnis, außerdem können sie die Erfahrungen selbst machen und müssen nicht dem Einzelnen glauben, der vorne steht und beschreibt, was er fühlt.

Die Hausaufgabe wird als Wettbewerb gestaltet, der in der nächsten Schulstunde ausgetragen wird, so dass die Lernenden motiviert sind, ein gutes Ergebnis zu erzielen. Dadurch wird erreicht, dass die Lernenden sich spielerisch Gedanken darüber machen, wie eine Thermoskanne funktioniert und wie sie diese am besten nachbauen können. Sie können so mit Spaß wichtige physikalische Feststellungen machen und

Erkenntnisse sammeln. Den SuS ist hierbei freigestellt, ob sie alleine arbeiten oder sich zusammenschließen und in Gruppen arbeiten. Damit sichergestellt wird, dass die Gedanken, die die Lernenden sich gemacht haben und die Erkenntnisse, die sie dabei sammeln, gesichert werden, wird auf eine Dokumentation wertgelegt. Diese Dokumentation soll von jedem Schüler und jeder Schülerin selbstständig aufgeschrieben werden, auch wenn er oder sie in einer Gruppe arbeitet. So wird sichergestellt, dass sich jeder der Lernenden selbst Gedanken über das Modell machen muss. Bei dem anschließenden Wettbewerb wird in jede der selbstgebauten Thermoskannen eine bestimmte Menge heißes Wasser (beispielsweise 500 ml – dies sollte vorab angekündigt werden) gefüllt und nach einer gewissen Zeit die Temperatur gemessen. Die Lernenden, in deren Thermoskanne das Wasser am wenigsten abgekühlt ist, gewinnen den Wettbewerb.

6.1.2.4. Didaktisches Zentrum, Kompetenzen und Indikatoren (Stundenziel)

Didaktisches Zentrum: Die SuS lernen die Wärmeleitung kennen und erkennen, dass diese materialabhängig ist.

Fachliche Kompetenzen:

Die SuS...

...führen die Experimente durch, stellen Beobachtungen an und beschreiben ihr Vorgehen sowie ihre Beobachtungen (Erkenntnisgewinnung: Planen, Untersuchen, Auswerten, Interpretieren).

...erkennen Gefahren im Umgang mit heißen Gegenständen und kochendem Wasser und lernen, diese einzuschätzen (Bewertung: Beurteilen von Alltagskontexten mit naturwissenschaftlichen Kenntnissen).

...verknüpfen das in der Stunde Gelernte, so dass sie hieraus allgemeine physikalische Feststellungen über die Leitung von Wärme formulieren können (Kommunizieren: Kommunizieren, Argumentieren).

...analysieren das Alltagsphänomen der Wärmeleitung in der Küche unter naturwissenschaftlichen Aspekten und versuchen es mithilfe der Physik zu verstehen (Nutzung fachlicher Konzepte: Konzeptbezogenes Strukturieren von Sachverhalten).

Überfachliche Kompetenzen:

Die SuS...

...arbeiten gemeinsam in Gruppen, sie helfen und unterstützen sich gegenseitig, gehen auf die anderen ein und verhalten sich kooperativ, sie kommen gemeinsam zu Lösungen (Sozialkompetenz).

...bringen sich gut in die Gruppe ein, arbeiten motiviert und gehen verantwortungsvoll mit dem Material und möglichen Gefahren um. Bei Problemen suchen sie zunächst in der Gruppe und anschließend gegebenenfalls bei der Lehrperson Hilfe (Personale Kompetenz).

...formulieren ihre Ergebnisse selbstständig in einer angemessenen Form (Sprachkompetenz).

6.1.2.5. Verlaufsplan

Phase/Funktion	Geplante Lehreraktivität	Voraussichtliche Schüleraktivität/ planter Kompetenzerwerb	Sozialform/ Methode	Medien
Einstieg	Die Lehrpersonerklärt den SuS, dass sie in Gruppenarbeit Phänomene aus der Küche untersuchen werden	Die SuS...	LV	
Erarbeitung	...initiiert und organisiert Schülerexperiment in GA ...stellt unterschiedliche Stationen vor und erklärt Reihenfolge, in der die jeweiligen Gruppen die Stationen durchlaufen ...ermahnt zur Vorsicht beim Umgang mit heißen Herdplatten und heißem Wasser ...beobachtet, wie die Gruppen arbeiten, steht für Fragen zur Verfügung oder gibt bei Problemen Hilfestellung	...experimentieren ...durchlaufen mindestens Station 1 bis 4 GA (in vorgegebener Reihenfolge) ...bearbeiten wenn noch ausreichend Zeit ist Station 5 und 6 ...dokumentieren ihr Vorgehen sowie ihre Beobachtungen und bearbeiten die Aufgaben	LV GA	Anleitungen zu den Stationen (A1 im Anhang) SE 1 - 5 SH

Auswertung/ Sicherung I	<p>...beendet GA</p> <p>...fordert SuS dazu auf, zu berichten, was die Experimente von Station 1 – 4 gemeinsam haben und vorzustellen, was sie herausgefunden haben</p> <p>...notiert wichtige Erkenntnisse an der Tafel (Minimalziel)</p>	<p>...stellen ihre Beobachtungen vor, vergleichen die Experimente</p> <p>..übernehmen Tafelbild in ihr Heft</p>	LSG SSG	SH TB1 (D1 im Anhang)
Auswertung/ Sicherung II	<p>...fordert SuS, die Station 5 und 6 bearbeitet haben, dazu auf, davon zu berichten</p> <p>...stellt gegebenenfalls, falls keiner eine Zusatzstation bearbeitet hat, diese selbst vor und regt SuS zur Diskussion darüber an.</p> <p>(Maximalziel)</p>	<p>..., die eine Zusatzstation bearbeitet haben, stellen zunächst den Inhalt der entsprechenden Stationen vor und präsentieren dann ihre Ergebnisse</p> <p>..., die keine Zusatzstation bearbeitet haben, hören zu, hinterfragen und ergänzen gegebenenfalls</p>	SSG (gegebenenfalls LV)	

Verwendete Abkürzungen: GA – Gruppenarbeit, LSG – Lehrer-Schüler-Gespräch, LV – Lehrervortrag, SE – Schülerexperiment, SH – Schülerheft, SSG – Schüler-Schüler-Gespräch, TB – Tafelbild

6.1.3. Hinweise zur Durchführung

Wichtig ist, dass die SuS zu Beginn dieser Unterrichtsstunden Sicherheitshinweise erhalten, die sie befolgen müssen um Verbrennungen zu verhindern. Die Experimente können nur dann als Schülerexperimente in Kleingruppen erfolgen, wenn die Klasse in der Lage ist, Gefahren richtig einzuschätzen und Regeln zu befolgen (siehe Kapitel 5).

Bei der ersten Station, an welcher die SuS Löffel unterschiedlicher Materialien in eine heiße Flüssigkeit halten, ist zwischen dem Holz- und dem Plastiklöffel kein Unterschied fühlbar, der Metalllöffel hingegen wird heiß. Sollte keine Herdplatte zur Verfügung stehen, kann auch kochendes Wasser in einen Topf gefüllt und damit experimentiert werden.

Bei der zweiten Station, an welcher die SuS barfuß auf unterschiedliche Materialien treten, kann ein Stück Holz den Parkett- oder Laminatboden symbolisieren, falls ein entsprechender Boden nicht zur Verfügung steht. Fliesen können zum Beispiel einzeln im Baumarkt gekauft werden und ein Teppich kann auch durch andere Textilien ersetzt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass der Stoff dick genug ist oder mehrfach übereinander gefaltet wird. Es kann zusätzlich der Boden des Klassenraumes verwendet werden. Wenn ein Schüler oder eine Schülerin nicht die Schuhe ausziehen möchte, sollte dies berücksichtigt werden, er oder sie kann das Experiment alternativ mit den Händen durchführen.

Für die Realisierung der heißen Gegenstände, die die SuS an der dritten Station jeweils mit einem nassen und trockenen Topflappen berühren sollen, gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Am authentischsten wäre ein heißes Backblech, hierbei sollte darauf geachtet werden, dass der Ofen, in dem sich das Blech befindet, nicht zu heiß eingestellt ist (zum Beispiel 60 °C), um Verbrennungen auszuschließen. Sollte kein Ofen zur Verfügung stehen, kann eine Auflaufform mittels heißem Wasser erhitzt werden. In einigen Schulen werden die Heizkörper sehr heiß, diese können auch verwendet werden, dies ist allerdings weniger alltagsnah als die anderen beiden Möglichkeiten.

An der vierten Station, an der die SuS Wasser in zwei unterschiedlichen Töpfen erhitzen, ist darauf zu achten, dass der verwendete Glastopf tatsächlich zum Erhitzen geeignet ist. Sollte kein solcher Glastopf zur Verfügung stehen, kann auch ein Keramiktopf verwendet werden.

Bei der fünften Station kann der in Restaurants verwendete Behälter zur längeren Kühllhaltung von Wasserflaschen gegebenenfalls durch ein entsprechendes Foto ersetzt werden.

6.2. Wärmewirkung von Strom in der Jahrgangsstufe 7

Anhang: Ein Arbeitsblatt (B1 im Anhang), zwei Folien (C1 und C2 im Anhang), drei Tafelbilder (D2, D3 und D4 im Anhang)

6.2.1. Beschreibung des Unterrichtsverlaufes

Die Unterrichtseinheit zur Funktionsweise eines Toasters sowie eines Wasserkochers dient vor allem dem Verständnis der Wärmewirkung von Strom. Die SuS sollen zudem lernen, wie die Wärmewirkung von Strom sinnvoll genutzt werden kann. Diese Unterrichtseinheit habe ich in einer siebten Klasse erprobt und daher die Planung auf die Bedürfnisse dieser Lerngruppe abgestimmt.

Zu Beginn der Stunde wird der Lerninhalt der vorherigen Unterrichtsstunde wiederholt und anschließend besprochen, wie die Wärmewirkung von Strom im Haushalt genutzt wird. Dann sollen zwei Geräte, in denen die Wärmewirkung des Stromes genutzt wird, genauer betrachtet werden. Zunächst bauen die SuS das Modell eines Toasters nach, hierzu steht ihnen ein Brett mit Nägeln, ein Stück Konstantendraht sowie ein Netzgerät und Krokodilklemmen zur Verfügung (siehe Kapitel 6.2.3.). Die SuS sollen das Modell des Toasters mit einem gekauften Toaster vergleichen sowie die Funktionsweise eines Toasters erklären (siehe Arbeitsblatt B1 im Anhang). Anschließend folgt eine Plenumsphase, in der die SuS ihre Ergebnisse vorstellen sollen und die Unterschiede zwischen dem gekauften und dem Modelltoaster diskutiert werden. Es wird die Abschaltautomatik des Toasters besprochen.

Im Anschluss daran folgt die Behandlung des Wasserkochers, die SuS sollen auch hier ein Modell bauen. Sie erhalten ein Stück Konstantendraht, welches sie durch das Wasser in einem Becherglas durchführen und an eine Spannungsquelle anschließen (siehe Kapitel 6.2.3.). Danach stellen die SuS ihre Ergebnisse vor, erklären wie sie den Draht im Wasser geformt haben und begründen ihr Vorgehen. Im Plenum wird der Unterschied zum gekauften Wasserkocher besprochen und daraufhin zu den Gefahren des elektrischen Stromes übergeleitet. Falls anschließend noch ausreichend Zeit ist, wird zu diesem Thema ein Demonstrationsexperiment durchgeführt. Eine Siedewurst wird mithilfe von zwei Gabeln an die Netzspannung angeschlossen. Die Besprechung der Ergebnisse inklusive deren Bedeutung für den verantwortungsvollen Umgang mit elektrischen Geräten wird im Plenum vorgenommen.

6.2.2. Unterrichtsentwurf

6.2.2.1. Analyse der Lernausgangslage und der Lerngruppe (Lernvoraussetzungen)

Situative Bedingungen

Der Physikunterricht der von mir unterrichteten siebten Klasse findet zweistündig in geteilten Lerngruppen statt. Die erste Lerngruppe besteht aus dreizehn Schülerinnen. Die zweite Lerngruppe besteht aus zehn Schülern und vier Schülerinnen. Der Physikunterricht erfolgt mittwochs in der dritten und vierten beziehungsweise in der fünften und sechsten Stunde und findet in einem Schülerübungsraum statt. Der Raum ist mit einer Tafel und einem Overheadprojektor ausgestattet. Darüber hinaus gibt es eine vom Klassenraum aus zugängliche Sammlung mit physikalischen Geräten für Schülerübungen. Ich habe beide Lerngruppen erst in der Doppelstunde vor dem Unterrichtsvorhaben kennen gelernt.

Die Kompetenzen der Lerngruppe

Die fachlichen Kompetenzen der beiden Lerngruppen liegen, nach meinen Hospitationsbeobachtungen, insbesondere im Bereich der Erkenntnisgewinnung sowie der Kommunikation. Den SuS ist der Umgang mit Schülerexperimenten vertraut. Sie können eigenständig Experimente aufbauen und durchführen, sind in der Lage, Beobachtungen zu formulieren und daraus fachliche Schlüsse zu ziehen. Bei der Planung der Experimente sowie der Dokumentation der Beobachtungen und Ergebnisse benötigen die SuS Hilfestellungen, insbesondere bei der Strukturierung. In der ersten Lerngruppe gelingt es einem Großteil der Schülerinnen sehr gut anhand einer vom Lehrer vorgegebenen Struktur, beispielsweise in Form eines Arbeitsblattes mit unterstützenden Fragen, die Ergebnisse selbstständig und ohne weitere Hilfe der Lehrperson zu dokumentieren. Zwei Schülerinnen zeigen Probleme im Verständnis physikalischer Zusammenhänge, so dass die Lehrperson auf sie gesondert eingehen muss, da sie auch falsche Schlussfolgerungen ziehen und dokumentieren. Die Schüler der zweiten Lerngruppe sind allgemein lebhafter und dokumentieren ihr Vorgehen häufig wenig sorgfältig oder gar nicht, so dass hier gezielte Aufforderungen der Lehrkraft notwendig sind.

Das Arbeiten mit Modellen sind beide Lerngruppen gewohnt, sie analysieren physikalische Phänomene, können sie auf bekannte Modellvorstellungen übertragen und anhand dieser Modelle erklären. Jedoch fällt es den meisten SuS schwer, zwischen Modell und Wirklichkeit zu unterscheiden, einige scheitern, wenn ein Modell Gren-

zen aufweist. Die SuS zeigen wenig Flexibilität, in ein anderes Modell zu wechseln. Es bedarf noch einiger Übung im Umgang mit Modellen und der Unterschied zwischen Modell und Realität muss den Lernenden stets bewusst gemacht werden, so dass sie verstehen, dass Modelle Grenzen haben, und es ihnen besser gelingt, Modelle auch kritisch zu bewerten.

Insgesamt ist die zweite Lerngruppe leistungsstärker und arbeitet schneller, allerdings kommt es hier auch häufiger zu Störungen durch einzelne Schüler. Die erste Lerngruppe arbeitet sorgfältiger, doch hier haben einige Schülerinnen Schwierigkeiten, physikalische Zusammenhänge zu verstehen.

Die Sozialkompetenz der ersten Lerngruppe ist gut ausgebildet. Die SuS hören sich gegenseitig zu und unterstützen andere bei Problemen. In der zweiten Lerngruppe befinden sich einige Schüler, denen es schwer fällt, sich auf den Unterricht zu konzentrieren: Sie stören den Unterricht, lenken andere ab und handeln bei Schülerexperimenten teilweise fahrlässig. In Plenumsphasen hören sie sich meistens zu und reagieren auf Ermahnungen der Lehrkraft. Die SuS sind daran gewohnt, in Kleingruppen zu arbeiten und suchen bei Arbeitsaufträgen selbstständig die Kommunikation mit Tischnachbarn.

Die personale Kompetenz der Lerngruppe ist gemischt ausgebildet, viele SuS sind sehr selbstbewusst, bringen sich gut in den Unterricht ein und zeigen bei alltagsrelevanten Themen eine große Neugierde, die über die Unterrichtsinhalte hinaus geht. Einige wenige SuS zeigen eine geringe Anstrengungsbereitschaft und halten sich bei Plenumsdiskussionen im Hintergrund. Bei Meinungsverschiedenheiten mit Lehrkräften halten die SuS zusammen und versuchen gemeinsam Lösungsstrategien zu entwickeln.

Die Sprachkompetenzen in der gesamten Klasse sind sehr unterschiedlich ausgebildet. Während einige problemlos verständliche Texte schreiben, haben andere Schwierigkeiten, ihre Antworten in vollständigen Sätzen auszudrücken, obwohl sie dazu fachlich in der Lage wären.

6.2.2.2. Einordnung der Doppelstunde in die Unterrichtsreihe

Die Unterrichtseinheit „Wie funktioniert ein Toaster“ ist die zweite Einheit der Unterrichtsreihe „Wirkungen des elektrischen Stromes und ihre Nutzung“. Vorab wurden einfache Stromkreise behandelt und experimentell ermittelt, welche Materialien den elektrischen Strom leiten. Die SuS haben in der Stunde unmittelbar vor dem Unterrichtsvorhaben bereits gelernt, dass Strom für den Menschen nur anhand seiner Wir-

kungen erkennbar ist und haben in Schülerexperimenten schon die Wärmewirkung von Strom untersucht. Das in diesen Experimenten Gelernte soll in der von mir geplanten Doppelstunde angewendet und vertieft werden. In den Stunden danach folgt die genaue Betrachtung der magnetischen sowie der chemischen Wirkung des elektrischen Stromes.

6.2.2.3. Didaktische Analyse

Der Unterrichtsgegenstand „Funktionsweise elektrischer Geräte wie Toaster und Wasserkocher“ ist dem Themenbereich „Wärmewirkung von Strom“ zuzuordnen. Der Lehrplan Physik legt für die Jahrgangsstufe sieben die Behandlung der Wärmewirkung von Strom als Teil des Themengebietes „Wirkungen des elektrischen Stromes und ihre Nutzung“ im Rahmen der „Elektrizitätslehre 1“ verbindlich fest [25]. Darüber hinaus wird das Thema dieser Unterrichtsstunde durch die gymnasialen Bildungsstandards und Inhaltsfelder Physik des Kerncurriculums für Hessen der Sekundarstufe I, insbesondere durch das Inhaltsfeld „Elektrizität im Alltag“, legitimiert [26].

Die SuS lernen exemplarisch, wie die Wirkungen des elektrischen Stromes sinnvoll für die Menschheit genutzt werden können. Weiterhin eignet sich das Thema gut, um das für die Physik typische Arbeiten mit Modellvorstellungen zur Vereinfachung und Veranschaulichung unzugänglicher Sachverhalte und Phänomene einzuüben, wodurch sich der allgemeine Bildungsgehalt des Themas ergibt.

Die Gegenwartsbedeutung des Themas für die SuS ist gegeben, da alltägliche Geräte betrachtet werden. Toaster und Wasserkocher stehen exemplarisch für die vielen elektrischen Haushaltsgeräte, die zahlreiche Menschen täglich verwenden, ohne zu wissen, wie sie funktionieren, oder ihre Gefahren zu kennen. Die SuS leben in einer von Technik geprägten Welt. Elektrische Energie in Form von Strom ist für die Menschheit lebensnotwendig geworden, sie erkennen hieran, wie wichtig selbst einfache physikalische Erkenntnisse und Zusammenhänge für das tägliche Leben sind. Darin liegt ebenfalls die Zukunftsbedeutung begründet. Das Verständnis der Wärmewirkung von Strom und dessen sinnvolle Nutzung – und damit das Erkennen der Nützlichkeit der Physik für das Leben – legen einen wichtigen Grundstein in der naturwissenschaftlichen Bildung der SuS. Insbesondere wird hier das allgemeine Konzept der Energie erstmals begründet, indem die Frage aufkommt, wo der Strom herkommt.

Aus der inneren Struktur der Physik wird der Aspekt des Begreifens der technisch geprägten Umwelt berücksichtigt. Darüber hinaus wird das Modell des Stromkreislaufs verwendet und die Darstellung von Schaltbildern eingeübt.

6.2.2.4. Methodische Analyse

Die Unterrichtseinheit setzt sich im Wesentlichen aus drei Phasen zusammen: In einer davon findet ein Demonstrationsexperiment statt, in den anderen beiden werden in Gruppenarbeit unter anderem Schülerexperimente durchgeführt.

Im Zentrum der Stunde stehen die zwei Schülerexperimente, in denen die SuS jeweils ein Modell eines Toaster sowie eines Wasserkochers nachbauen und damit selbstständig Toastbrot toasten beziehungsweise Wasser erhitzen sollen. Dadurch dass die SuS selbstständig Modelle bauen und die einzelnen Bauteile kennen, können sie auf die Funktionsprinzipien der Geräte schließen. Zur Veranschaulichung und zur Erleichterung der Vergleichserstellung steht ein gekaufter Toaster bereit, der von den SuS genau betrachtet und auch verwendet werden darf. Um den SuS die Unterrichtsstunde attraktiver zu gestalten und ihnen die Möglichkeit zu geben, die enaktive Ebene vollständig auszunutzen, dürfen sie die Toastbrote anschließend essen. Hierbei ist es wichtig, ihnen die Regeln für den Unterricht in Fachräumen in Erinnerung zu rufen und zu betonen, dass dies eine große Ausnahme ist und sie im Normalfall nicht in einem Fachraum essen dürfen. Dieses Vorgehen habe ich mit dem verantwortlichen Fachlehrer abgesprochen und sowohl er wie auch ich haben die SuS darauf hingewiesen, dass dies eine Ausnahme ist (Hinweise hierzu finden sich in Kapitel 5). Das Experimentieren mit realen Gegenständen wie Toastbrot motiviert die SuS, da es die Physik in Verbindung mit ihrem alltäglichen Leben bringt. Ein Arbeitsblatt (siehe B1 im Anhang) bietet den SuS eine Orientierung, so dass sie ihr Vorgehen, die Auswertung und die Dokumentation besser strukturieren können (siehe Kapitel 6.2.2.1.).

Die genaue Funktionsweise der Abschaltautomatik von Toastern ist recht komplex, hier wird eine didaktische Reduktion eingesetzt, indem lediglich thematisiert wird, dass die Abschaltautomatik mit Bimetallschaltern funktioniert. Die SuS kennen Bimetalle aus der sechsten Klasse. Sie könnten dennoch Probleme im Verständnis der Funktion eines Bimetalls haben, so dass sie mit der genauen Schaltung überfordert wären. Diese zu verstehen, sollte daher nicht im Vordergrund stehen, die SuS sollen lediglich verstehen, dass ein Bimetallschalter einen Stromkreislauf verändern und somit den Toastauswurf auslösen kann.

Das Erwärmen des Wassers wird als Wettbewerb gestaltet, so dass die SuS motiviert sind, ein möglichst gutes Ergebnis zu erzielen. Dadurch wird erreicht, dass die Lernenden sich spielerisch Gedanken darüber machen, wie sie den Draht formen und wie sie im Allgemeinen vorgehen. Sie können so mit Spaß wichtige physikalische Feststellungen machen und Erkenntnisse sammeln. Damit diese auch bewahrt werden, ist es wichtig, durch gezielte Aufgabenstellungen das Dokumentieren dieser Ergebnisse zu unterstützen.

Die Experimente erfolgen eigenverantwortlich in Gruppenarbeit als Schülerexperimente, dies fördert die Motivation und Aktivierung der SuS [27]. Um dem verstärkten Bedürfnis (insbesondere der ersten Lerngruppe) nach Sicherheit gerecht zu werden, sowie um die Ergebnissicherung zu unterstützen, folgen nach den Experimenten Plenumsphasen, in denen die Ergebnisse mit der gesamten Lerngruppe diskutiert werden. Das Experiment zur Verdeutlichung der Gefahren wird aus Sicherheitsgründen von der Lehrkraft durchgeführt, da hier mit Spannungen größer als 25 V gearbeitet werden muss. Eine Wurst, welche an die Netzspannung angeschlossen wird, kann die Gefahren des Stromes für den menschlichen Körper verdeutlichen.

Eine alternative methodische Vorgehensweise bietet die Vorführung eines Modelltoasters sowie Modellwasserkochers, jeweils als Demonstrationsexperiment. Dies ist in undisziplinierten Klassen durchaus sinnvoll und reduziert das Gefahrenpotenzial. Um die Experimentiererfahrungen der SuS zu erweitern und durch das selbstständige Experimentieren und Ausprobieren die Motivation und Aktivierung zu fördern, wurde auf dieses Vorgehen verzichtet.

6.2.2.5. Didaktisches Zentrum, Kompetenzen und Indikatoren (Stundenziel)

Didaktisches Zentrum: Die SuS lernen, die Funktionsweise eines Toasters beziehungsweise eines Wasserkochers zu erklären.

Fachliche Kompetenzen:

Die SuS...

...beobachten und beschreiben ihr Vorgehen und ihre Beobachtungen, so dass sie sinnvolle Schlüsse über die Funktionsweise von Toaster und Wasserkocher ziehen können (Erkenntnisgewinnung: Planen, Untersuchen, Auswerten, Interpretieren).

...verwenden gelernte Modellvorstellungen, um zu erklären, warum die Drähte heiß werden und glühen (Erkenntnisgewinnung: Arbeiten mit Modellen).

...erklären in angemessener Fachsprache und vollständigen Sätzen die Funktionsweise eines Toasters (Kommunikation: Dokumentieren, Präsentieren).

...erkennen Gefahren im Umgang mit elektrischem Strom und lernen, diese einzuschätzen (Bewertung: Beurteilen von Alltagskontexten mit naturwissenschaftlichen Kenntnissen).

Überfachliche Kompetenzen:

Die SuS...

...lösen die Aufgaben gemeinsam und verhalten sich dabei kooperativ, sie helfen sich bei Problemen und kommen als Team zu Lösungen und Ergebnissen (Sozialkompetenz).

...fragen bei Problemen nach und versuchen, die Funktionsweisen so zu verstehen, dass sie diese anderen erklären können (Personale Kompetenz und Sprachkompetenz).

...nutzen verantwortungsvoll das ihnen zur Verfügung gestellte Material und gehen sorgsam mit Gefahrenstellen um (Personale Kompetenz).

6.2.2.6. Verlaufsplan

Phase/Funktion	Geplante Lehreraktivität	Voraussichtliche Schüleraktivität/ geplanter Kompetenzerwerb	Sozialform/ Methode	Medien
Einstieg	Die Lehrpersongreift das Thema der letzten Unterrichtseinheit auf	Die SuS... ...wiederholen, was sie in der vorherigen Unterrichtseinheit gelernt haben	Plenum LSG	
Motivation/ Zielorientierung	...fragt, wie man die Wärmewirkung von Strom nutzen kann ...hält sich weitestgehend zurück, greift ein, wenn die SuS etwas Falsches sagen (zum Beispiel Mikrowellengerät) ...wirft die Frage in den Raum, wie diese Geräte funktionieren	...nennen verschiedene Geräte aus dem Haushalt, die die Wärmewirkung des Stromes nutzen (Toaster, Wasserkocher, ...) ...nennen eventuell auch das Mikrowellengerät (Achtung)	Plenum SSG	TB 2 (D2 im Anhang)
Erarbeitung I	...initiiert und organisiert Schülerexperiment in GA ...verteilt Arbeitsblatt und stellt Material zur Verfügung ...beobachtet, wie die Gruppen arbeiten, steht für Fragen zur Verfügung oder gibt Hilfestellungen	...führen das Experiment durch ...dokumentieren ihr Vorgehen sowie ihre Beobachtungen und bearbeiten die Aufgaben	LV GA	AB 1 (B1 im Anhang) SH SE 1 DO (Toaster)

<p>Auswertung/ Sicherung I</p>	<p>...fordert SuS dazu auf, ihre Ergebnisse vorzustellen</p> <p>...fordert SuS dazu auf, die Unterschiede zwischen einem gekauften und dem selbst gebauten Toaster zu beschreiben</p> <p>...ist auf weitergehende Fragen zur Funktionsweise des Toasters vorbereitet und hält Erklärungen bereit (didaktische Reduktion)</p>	<p>...stellen ihre Ergebnisse vor</p> <p>...nennen Unterschiede</p> <p>...hinterfragen gegebenenfalls die Funktionen des gekauften Toasters (zum Beispiel Abschaltautomatik)</p>	<p>Plenum</p> <p>LSG</p>	<p>AB 1 (B1 im Anhang)</p> <p>SH</p>
<p>Erarbeitung II</p>	<p>...leitet über zum Wasserkocher (vgl. Motivation)</p> <p>...initiiert und organisiert Schülerexperiment in GA als kleinen Wettbewerb („wessen Wasser ist am wärmsten“) (Gruppen werden beibehalten)</p> <p>...stellt Material bereit, achtete darauf, dass SuS Material, welches sie nicht mehr benötigen, zurückgeben</p>	<p>...führen das Experiment durch</p> <p>...dokumentieren ihr Vorgehen sowie ihre Beobachtungen und bearbeiten die Aufgaben</p>	<p>LV</p> <p>GA</p>	<p>AB 1 (B1 im Anhang)</p> <p>SH</p> <p>SE 2</p>

<p>Auswertung/ Sicherung II</p>	<p>...fordert SuS dazu auf kurz ihre Ergebnisse vorzustellen ...ermittelt Gewinner des Wettbewerbs ...fragt, welche Form des Drahtes wohl die beste sei</p>	<p>...stellen ihre Ergebnisse vor ...erklären, warum sie den Draht so geformt haben</p>	<p>Plenum LSG</p>	<p>AB 1 (B1 im Anhang) SH</p>
<p>Weiterführende Reflexion</p>	<p>...zeigt Bilder von Wasserkochern mit verdeckter und offener Heizspirale ...thematisiert Gefahren beim Erwärmen von Wasser ...erklärt Unterschied zwischen der von SuS gebauten Heizspirale und der in einem Wasserkocher tatsächlich verbauten, zeigt Bild hierzu (Minimalziel)</p>	<p>...beschreiben Bilder von Wasserkochern und vergleichen diese mit der von ihnen gebauten Vorrichtung ...wissen, dass Wasser Strom leitet und erkennen Gefahren, die dadurch entstehen</p>	<p>Plenum LSG</p>	<p>Folie 1 und 2 (C1 und C2 im Anhang) gegebenenfalls Tafel oder SE</p>

Vertiefung	<p>...stellt Frage: „Wie gefährlich ist der elektrische Strom wirklich?“</p> <p>...zeigt Demonstrationsexperiment: Würstchen, das an Netzspannung angeschlossen wird</p> <p>...fragt, ob man Toast mit der Gabel aus dem Toaster holen sollte (Maximalziel)</p>	<p>...beobachten Experiment</p> <p>...geben ihre Beobachtungen wieder</p> <p>...erkennen Gefahr, indem sie Würstchen mit menschlichem Finger vergleichen</p> <p>...verknüpfen das Gelernte und erkennen, dass durch die Drähte im Toaster Strom fließt und die Gabel diesen leitet, so dass es gefährlich werden kann, das Toastbrot mit der Gabel aus dem Toaster zu holen</p>	LSG	DE TB 3 (D3 im Anhang)
------------	---	---	-----	---------------------------

Verwendete Abkürzungen: AB – Arbeitsblatt, DE – Demonstrationsexperiment, DO – Demonstrationsojekt, GA – Gruppenarbeit, LSG – Lehrer-Schüler-Gespräch, LV – Lehrervortrag, SE – Schülerexperiment, SH – Schülerheft, TB – Tafelbild

6.2.3. Hinweise zur Durchführung

Wesentlich ist, dass die SuS zu Beginn Sicherheitshinweise erhalten, die sie befolgen müssen, damit sie sich nicht verbrennen. Die Experimente können nur als Schülerexperimente in Kleingruppen erfolgen, wenn die Klasse in der Lage ist, Gefahren richtig einzuschätzen und sich an Regeln zu halten (siehe Kapitel 5).

Für den Bau des Toasters ist es wichtig, das geeignete Material bereit zu halten. Ich habe 10 cm x 7 cm große Stücke Massivholz zugeschnitten und diese jeweils mit neun 40 mm langen Nägeln versehen. Massivholz eignet sich hier am besten, da es weniger schnell brennt als beispielsweise Pressspan, andernfalls wäre eine feuerfeste Unterlage auf die Holzstücke aufzubringen. Um diese Nägel können die SuS später Konstantendraht wickeln und dessen Enden an eine Spannungsquelle (ich habe Schülertransformatoren, regelbar von 0 V bis 20 V verwendet) anschließen. Im Experiment hat sich herausgestellt, dass 0,35 mm dicker Konstantendraht, der damit einen Widerstand von 5,09 Ohm pro Meter besitzt, am besten für den Modellbau geeignet ist, auch sollte dieser Draht nicht zu lang sein (maximal 80 cm lang), damit das Experiment mit den für Schülerexperimente zugelassenen Spannungsquellen funktioniert. Ich habe darüber hinaus vier 50 mm lange Nägel in das Holzstück geschlagen und deren Köpfe mit Aluminiumfolie ummantelt. Diese Nägel dienen als Halterung für das Toastbrot. Die Aluminiumfolie ist lebensmittelecht und zudem liegt das Toastbrot auf diese Art und Weise über dem glühenden Draht und nicht unmittelbar darauf, sonst würde es sofort schwarz werden.

Bei diesem Experiment sollte der Draht sorgfältig um die Nägel gewickelt werden, damit keine Schlaufen entstehen und der Strom tatsächlich durch alle Drähte fließt, durch die er fließen soll. Hierbei können die SuS das in der vorangegangenen Stunde Gelernte direkt praktisch anwenden. Außerdem sollte darauf geachtet werden, dass der Draht weder das Holz noch das Toastbrot berührt. Es entstehen keine großen Gefahren, da Holz und Brot sich an den Kontaktstellen allenfalls schwärzen, sich jedoch nicht sofort entzünden. Falls nach einiger Zeit doch Flammen entstehen, lassen sich diese einfach auspusten. Werden Krokodilklemmen mit Plastikverkleidung verwendet, ist darauf zu achten, dass der heiße Draht das Plastik nicht berührt, da dieses andernfalls schmelzen könnte.

Der zweite Versuch, in dem die SuS Wasser erwärmen sollen, funktioniert ebenfalls sehr gut mit Konstantendraht, der einen Durchmesser von 0,35 mm hat und mit einem Schülertransformatoren (regelbar von 0 V bis 20 V). Sinnvoll ist es, eine mög-

lichst kleine Wassermenge zu wählen, ich habe mich dafür entschieden, den SuS von Beginn an nur kleine Bechergläser zur Verfügung zu stellen (zum Beispiel mit einem Fassungsvermögen von 50 ml). Wie voll sie diese machen, bleibt ihnen selbst überlassen. Der im Wasser befindliche Draht sollte zu einer Spirale gewickelt werden. Auch hier ist wieder darauf zu achten, dass die Plastikverkleidungen der Krokodilklemmen schmelzen können. Die Lehrperson sollte beim Messen der Wassertemperatur darauf achten, dass die SuS mit dem Thermometer nicht zu dicht an den heißen Draht geraten, dies verfälscht die Ergebnisse.

Für das Demonstrationsexperiment, mit dem die Gefahr des elektrischen Stromes verdeutlicht werden soll, wird in die beiden Enden einer Wiener Wurst jeweils eine Gabel gestochen. Diese Gabeln werden über isolierte Klemmen am Tisch befestigt. An die Gabeln wird mithilfe von Krokodilklemmen und Kabeln die Netzspannung angelegt. Um Nachahmung vorzubeugen und der Sicherheit wegen, sollte vermieden werden, die Bananenstecker direkt in die Steckdose zu stecken. In manchen Schulen sind Schutzschalter vorhanden, welche verwendet werden können. Sollten solche nicht zur Verfügung stehen, ist es möglich, eine Steckerleiste mit Schalter als Schutzschalter zu verwenden. In jedem Fall muss den SuS ausdrücklich verboten werden, dieses Experiment nachzubauen. Hierbei kann auf die Beobachtung verwiesen werden, durch welche den Lernenden klar werden sollte, dass vom Strom eine Lebensgefahr für den Menschen ausgeht. Ob Strom, wenn er durch den Körper fließt, lebensgefährliche Schäden verursacht, hängt von unterschiedlichen Bedingungen ab: Zum Beispiel von der Stromstärke, dem Weg, den der Strom durch den Körper nimmt, oder der Feuchtigkeit der Haut an der Berührungsstelle.

Bei jeder Unterrichtseinheit zu Beginn der Elektrizitätslehre ist es wichtig, genau zu wissen, welche Begriffe, Größen und Modelle die SuS bereits kennen, um darauf aufzubauen.

6.2.4. Erprobungsbericht

Die Erprobung dieser Unterrichtseinheit verlief weitestgehend wie vorab geplant. Die SuS waren von Anfang an motiviert und gespannt auf den Verlauf der Stunde. Sie haben die Experimente in beiden Lerngruppen selbstständig durchgeführt, die Lernenden haben darüber diskutiert, wie sie den Draht am besten um die Nägel wickeln könnten, einige Gruppen haben dies auch einfach ausprobiert – insgesamt erfolgte eine motivierte Mitarbeit. Es war auffällig, dass die Klasse den Umgang mit Schülerexperimenten gewohnt ist und die SuS daher gut und konzentriert arbeiteten, sie

haben insbesondere in der ersten Lerngruppe zuverlässig ihr Vorgehen sowie ihre Beobachtungen notiert. In der zweiten Lerngruppe musste ich einige SuS an die Dokumentation erinnern. Die Lernenden beider Gruppen erweckten den Eindruck, Spaß am Experimentieren zu haben, jeder wollte sein eigenes Toastbrot toasten und die gebauten Toaster wurden hierfür in einigen Arbeitsgruppen immer wieder optimiert. Auch den gekauften Toaster haben die SuS neugierig untersucht. So konnten die SuS gut Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen dem Modell und dem realen Toaster feststellen.

Bei der Aufgabe, die Funktionsweise eines Toasters einem Freund in einem Brief zu erklären, hatten einige SuS Probleme. Nach Rücksprache mit dem Lehrer habe ich erfahren, dass eine solche Aufgabenstellung neu für die Lernenden sei, dies könnte die Schwierigkeiten bei der Bearbeitung erklären. Bei der Besprechung der Abschaltautomatik in einem Toaster gab es insbesondere in der ersten Lerngruppe Probleme. Ich habe von den SuS erwartet, dass sie Bimetalle und deren Eigenschaften kennen, da sie dies nach dem Curriculum der Schule eigentlich in der vorangegangenen Jahrgangsstufe durchgenommen haben müssten, sie wussten allerdings nichts darüber. Ich hätte an dieser Stelle sofort eingreifen müssen, am besten einen Bimetallstreifen erhitzen und anschließend mit den SuS über dessen Eigenschaften sprechen sollen. Dadurch, dass ich darauf gewartet habe, dass Ideen aus der Klasse kommen, wurde viel Zeit verloren und der Lerneffekt war vermutlich gering. In der zweiten Lerngruppe war ich darauf vorbereitet, dass die SuS Bimetalle nicht kennen und konnte entsprechend darauf eingehen.

Das Bauen eines Wasserkocher-Modells als kleinen Wettbewerb zu gestalten stellte sich als sinnvoll heraus, die SuS waren motiviert und diskutierten angeregt in den Gruppen, wie sie das Modell am besten realisieren können. Viele SuS haben direkt erkannt, dass sie möglichst viel Draht in das Wasser bringen müssen. Hierbei haben einige vergessen, dass der Draht am sinnvollsten so gewickelt wird, dass keine Berührungsstellen auftreten. Dieser Fehler ist ihnen aber selbst aufgefallen. Die Lernenden haben so spielerisch wichtige physikalische Erkenntnisse gesammelt. In beiden Lerngruppen hatte ich am Ende noch ausreichend Zeit, das Demonstrationsexperiment durchzuführen.

Insgesamt bin ich sehr zufrieden mit dem Verlauf der Stunde und bin der Meinung, dass diese Doppelstunde, in der Form wie ich sie geplant habe, durchaus in gleicher oder ähnlicher Form in den Schulunterricht integriert werden kann. Der Lehrer erzählte mir zwei Wochen nach dem Unterrichtsversuch, dass sich mehrere SuS immer

wieder positiv über die von mir unterrichtete Doppelstunde geäußert haben und sie viel Spaß bei den Experimenten hatten.

6.3. Energie und Induktion in der Jahrgangsstufe 9

Anhang: Eine Folie (C3 im Anhang), ein Arbeitsblatt (B2 im Anhang), vier Tafelbilder (D5, D6, D7 und D8 im Anhang), sonstige Materialien (E2, E3, E4 und E5 im Anhang)

6.3.1. Beschreibung des Unterrichtsverlaufes

Die geplante Unterrichtseinheit setzt sich aus zwei Doppelstunden zusammen. Die Themen „Energie“ und „Induktion“ werden am Beispiel unterschiedlicher Herdarten bearbeitet. Die Unterrichtseinheit dient somit einerseits der Wiederholung des Energiebegriffs sowie andererseits dem Verständnis der Anwendung von Induktion im Alltag. Diese Unterrichtseinheit habe ich in einer neunten Klasse erprobt und daher die Planung auf die Bedürfnisse dieser Lerngruppe abgestimmt.

In der ersten Doppelstunde sollen die SuS in Schülerexperimenten die Effizienz unterschiedlicher Herdarten untersuchen. Hierbei wird der Energiebegriff, der zu Beginn des Schuljahres ausführlich besprochen wurde, wiederholt. Nach einer Erläuterung des Themas führen die SuS Schülerexperimente durch. Sie messen mithilfe eines Wattmeters die Leistung, welche eine bestimmte Herdplatte benötigt, um einen halben Liter Wasser zum Sieden zu bringen beziehungsweise mithilfe einer Waage, wie viel Gas benötigt wird, um dieselbe Menge Wasser zum Sieden zu bringen. Mit einer Stoppuhr messen sie zusätzlich die Zeit. Jede Gruppe untersucht eine andere Herdart. Sie berechnen dann die Energie, die in Wärmeenergie umgewandelt wird. Anschließend werden neue Gruppen gebildet, so dass die SuS ihre jeweiligen Gruppenergebnisse selbstständig miteinander vergleichen können. Sollte danach noch ausreichend Zeit zur Verfügung stehen, bewerten sie ihre Ergebnisse auch im Hinblick auf aktuelle Strom- und Gaspreise und ermitteln gegebenenfalls den Wirkungsgrad der einzelnen Herdarten.

In der zweiten Doppelstunde soll die Funktionsweise einer Induktionskochplatte erarbeitet werden. Zunächst wird der Inhalt der vorherigen Doppelstunde wiederholt und besprochen, ob die Beobachtungen den Erwartungen entsprachen. Danach kann mit dem eigentlichen Thema dieser Unterrichtseinheit begonnen werden. Hierzu werden zwei Demonstrationsexperimente durchgeführt: Eine Leiterschleife mit integrierter Glühlampe sowie eine an ein Voltmeter angeschlossene Leiterschleife mit einer Windung werden jeweils auf die eingeschaltete Induktionskochplatte gelegt. Es

folgt eine Gruppenarbeitsphase, in der die SuS die Funktionsweise einer Induktionskochplatte erarbeiten sollen. Anschließend werden die Ergebnisse dieser Phase besprochen und geklärt, dass für die Induktionskochplatte hochfrequenter Wechselstrom benötigt wird. Im Anschluss daran führt die Lehrperson das Modell einer Induktionskochplatte vor und erhitzt mithilfe dieses Modells eine kleine Menge Wasser. Falls im Anschluss noch Zeit ist, können die Vor- und Nachteile eines Induktionsherdes gegenüber anderen Herden besprochen werden. Zum Abschluss wird gegebenenfalls das zweite Experiment in abgewandelter Form vorgeführt: Eine an ein Voltmeter angeschlossene Leiterschleife mit zwei Windungen wird auf die Induktionskochplatte gelegt und die Spannung gemessen.

6.3.2. Unterrichtsentwurf

6.3.2.1. Analyse der Lernausgangslage und der Lerngruppe (Lernvoraussetzungen)

Situative Bedingungen

Der Physikunterricht der von mir unterrichteten neunten Klasse findet montags in der dritten und vierten Stunde statt. Für das Unterrichtsvorhaben wurde dieser in einen Schülerübungsraum verlegt. Der Raum ist mit einer Tafel und einem Overheadprojektor ausgestattet. Darüber hinaus gibt es eine vom Klassenraum aus zugängliche Sammlung mit physikalischen Geräten für Schülerübungen. Die Klasse besteht aus 19 SuS. Innerhalb des letzten Schuljahres mussten viele SuS die Lerngruppe verlassen und zu anderen Schulformen oder einer niedrigeren Jahrgangsstufe wechseln, dies spiegelt das niedrige Leistungsniveau der Lerngruppe wieder.

Ich habe vorab bereits zwei Doppelstunden in der Klasse hospitiert und das Unterrichtsvorhaben setzte sich aus zwei Doppelstunden zusammen. Zwischen dem ersten und dem zweiten Unterrichtsvorhaben lagen vier Wochen, dazwischen hatte die Klasse keinen Physikunterricht. Im direkten Anschluss an das Unterrichtsvorhaben entfiel der Physikunterricht weitere zwei Mal.

Die Kompetenzen der Lerngruppe

Die fachlichen Kompetenzen der Lerngruppe umfassen meinen Hospitationsbeobachtungen nach den Bereich Erkenntnisgewinnung, hier insbesondere „Beobachten, Beschreiben, Vergleichen“, bedingt auch „Planen, Untersuchen, Auswerten, Interpretieren“ sowie den Bereich Kommunikation, dabei primär „Kommunizieren, Argumentieren“. Die SuS sind lehrerzentrierten Unterricht gewohnt, selbstständiges Arbeiten

in Gruppen – insbesondere nach strikten Anweisungen – fällt ihnen schwer. Bei Gruppenarbeiten benötigen sie häufig Hilfestellung durch den Lehrer, um das Lernziel zu erreichen. Die gesamte Lerngruppe weist große fachliche Defizite auf und hat Probleme dabei, bereits gelernte physikalische Sachverhalte fachlich korrekt wiederzugeben. Auch bei Mathematisierungsprozessen haben die Lernenden große Schwierigkeiten, teilweise fallen ihnen schon einfache Rechnungen und Einheitenumrechnungen schwer.

Die SuS benötigen verhältnismäßig viel Zeit, bis sie einen Sachverhalt verstanden haben. Wenn die Lehrperson ihnen diesen nicht verständlich erklären kann, resignieren sie schnell. Bemüht sich die Lehrperson, einen Sachverhalt auf unterschiedlichen Wegen zu erläutern, reagieren die SuS motiviert und sind – wenn auch erst nach einiger Zeit – in der Lage, diesen nachzuvollziehen.

Die Sozialkompetenz der SuS lässt noch Raum für Verbesserungen, die Lernenden versuchen sich in Gruppenarbeitsphasen zwar gegenseitig zu helfen – was ihnen aufgrund von fachlichen Defiziten schwer fällt – hören sich aber sowohl gegenseitig, wie auch dem Lehrer in Plenumsphasen häufig nicht zu und beschäftigen sich mit außerphysikalischen Dingen. Die SuS nehmen größtenteils bevorzugt passiv am Unterricht teil und bringen sich lediglich dann ein, wenn sie gerade Lust darauf haben. Die Klasse verhält sich jedoch im Allgemeinen sehr ruhig, die SuS stören den Unterricht allenfalls durch ihre Passivität, Zwischenrufe und Unruhe kommen äußerst selten vor.

Die Personalen Kompetenzen sind nicht sonderlich gut ausgebildet. Viele SuS sind sich ihrer schlechten Leistungen bewusst, unternehmen aber kaum etwas dagegen. Andere haben ein besseres Selbstkonzept und versuchen, die physikalischen Zusammenhänge und Unterrichtsinhalte nachzuvollziehen. Sie trauen sich allerdings in Plenumsphasen nur selten Fragen zu stellen, bei der Arbeit in Kleingruppen rufen sie häufig den Lehrer und haben genug Mut um Fragen zu stellen.

6.3.2.2. Einordnung der beiden Doppelstunden in die Unterrichtsreihe

Die Unterrichtseinheit „Welche Herdart arbeitet am effizientesten“ gliedert sich in die Unterrichtsreihe „elektromagnetische Induktion“ ein und wiederholt den Unterrichtsgegenstand der „Energie“ – insbesondere „Nutzung von Energie in Haushalt und Technik“ – der am Anfang des Schuljahres behandelt wurde. In den Stunden vor dem ersten Unterrichtsvorhaben wurden Grundlagen des Elektromagnetismus sowie der elektromagnetischen Induktion behandelt. Darüber hinaus haben die SuS in Grup-

penarbeit mithilfe von Schülerexperimenten Transformatoren kennen gelernt, ohne diese so zu benennen oder sich Notizen hierzu zu machen. Nach der Unterrichtseinheit „Welche Herdart arbeitet am effizientesten“ folgt eine Einheit zur „Funktionsweise der Induktionskochplatte“. In den anschließenden Stunden soll noch genauer auf Transformatoren sowie auf Elektromotoren eingegangen werden.

6.3.2.3. Didaktische Analyse (erste Doppelstunde)

Der Unterrichtsgegenstand „Welche Herdart arbeitet am effizientesten“ wird durch die gymnasialen Bildungsstandards und Inhaltsfelder Physik des Kerncurriculums für Hessen der Sekundarstufe I legitimiert. Das Inhaltsfeld „Zukunftssichere Energieversorgung“ beinhaltet die Reduzierung der Energieentwertung im eigenen Alltag, insbesondere schließt dieses Inhaltsfeld auch Energiewandler mit ein [26]. Es wird vor allem der Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“ gefördert, indem selbstständig experimentell ermittelt wird, welche Herdart am effizientesten arbeitet.

Die SuS müssen sich eigenverantwortlich Gedanken darüber machen, wie sie mithilfe eines Wattmeters beziehungsweise im Falle des Gasherdes mithilfe einer Waage die umgewandelte Energie des zu untersuchenden Herdes experimentell ermitteln. Ferner müssen sie die Ergebnisse in einer sinnvollen und vor allem vergleichbaren Form darstellen und diese nachher mit den Ergebnissen der anderen vergleichen und auswerten. Sie lernen somit für Physiker typische Arbeitsweisen, worin der allgemeine Bildungsgehalt dieser Unterrichtseinheit begründet liegt.

Die Gegenwartsbedeutung ist in der Aktualität des Themas gegeben: In den Medien finden häufig Diskussionen über die Reduktion der Energieentwertung statt. Die Strompreise steigen und es werden auf gesellschaftlicher Ebene zusehens mehr Maßnahmen ergriffen, um Strom zu sparen. Viele Menschen renovieren ihre Häuser, um Heizkosten zu sparen oder kaufen sich neue Waschmaschinen, um Kosten beim Waschen zu sparen. Damit die SuS diese Themen beurteilen können und verstehen, ist es wichtig, dass sie feststellen, dass verschiedene Geräte unterschiedliche Wirkungsgrade haben und es sinnvoll ist, diese zu kennen, um Kosten zu sparen und die Umwelt zu schonen. Die Energieentwertung ist ein Thema mit großer Zukunftsbedeutung für die SuS, es wird in zehn Jahren immer noch Diskussionen über die Reduktion der Energieentwertung geben und die SuS werden irgendwann selbst in die Situation geraten, dass sie entscheiden, welche Haushaltsgeräte sie sich kaufen. Hier hilft ihnen das Gelernte, um Geräte hinsichtlich ihrer Effizienz zu bewerten. Auch ist das verwendete Messgerät, das Wattmeter, ein für die Eigenkontrolle im Haushalt

entwickeltes Gerät, so dass die SuS dieses später verwenden können, um die benötigte elektrische Energie in ihrem eigenen Haushalt zu ermitteln.

Die innere Struktur der Physik wird dadurch bewahrt, dass die SuS die Ergebnisse in eine vergleichbare Form bringen, und Messwerte in gängigen und vor allem übereinstimmende Einheiten angeben, so dass sie vergleichbar sind und bewertet werden können.

6.3.2.4. Methodische Analyse (erste Doppelstunde)

Das methodische Zentrum der Unterrichtseinheit bildet die eigenverantwortliche Arbeit der SuS in Kleingruppen. Sie bestimmen zunächst die benötigte Energie einer Herdplatte zur Erwärmung eines halben Liters Wasser auf 100 °C und präsentieren sowie vergleichen später in neuen Gruppen ihre Ergebnisse. Das selbstständige Durchführen von Schülerexperimenten in Kleingruppen fördert die Motivation und Aktivierung der SuS [27].

Der Arbeitsauftrag wird von der Lehrperson lediglich an die Tafel geschrieben, die SuS sind das Experimentieren unter strikter Anleitung in Form von Arbeitsblättern nicht gewohnt, somit erhalten sie lediglich den groben Arbeitsauftrag und die Aufforderung ihre Versuchsdurchführung sowie Beobachtungen und Ergebnisse zu protokollieren. Sie dürfen frei arbeiten und ihre Prozesse selbstständig strukturieren (siehe Kapitel 6.3.2.1.).

Die Expertenrunde dient dazu, die SuS zu fordern, ein jeder muss das Ergebnis seiner Gruppe verstanden haben, so dass er es später präsentieren und mit den anderen vergleichen kann. In einer solchen Expertenrunde ist jeder wichtig, dies fördert zum einen die Motivation der SuS, in der ersten Gruppenphase alles möglichst gut zu verstehen, zum anderen stärkt dies ihr Selbstvertrauen.

Zum Schluss folgt noch eine Ergebnissicherung, in der die Lehrperson überprüfen kann, ob die SuS in der Expertenrunde zu sinnvollen Ergebnissen gekommen sind und in der sie sicherstellt, dass diese Ergebnisse auch festgehalten wurden. Dies ist insbesondere wichtig, da es bei falschen Messungen (beispielsweise zwei Messungen mit dem herkömmlichen Elektroherd in Folge) zu falschen Ergebnissen kommen kann. Bei einer zweiten Messung muss – im Gegensatz zur ersten – keine Energie mehr aufgewandt werden um den metallischen Grundkörper der Herdplatten, welcher eine große Wärmekapazität besitzt, zu erwärmen. Solche Fehler sollten unbedingt diskutiert werden.

Eine alternative Methode wäre das Messen der umgewandelten Energie als Demonstrationsexperiment gewesen. Dies wäre für die SuS allerdings nicht so gut einsehbar gewesen und es hätte mit großen Demonstrationswattmetern gearbeitet werden müssen. Die SuS sollten aber bewusst mit den kleinen frei verkäuflichen, die sie später auch in ihrem Haushalt zur Kontrolle einsetzen können, arbeiten und deren Existenz kennenlernen. Darüber hinaus sollten durch die Schülerexperimente die Eigenaktivität und Experimentiererfahrungen der SuS gestärkt werden.

Anstelle der Expertenrunde hätte auch jede Gruppe jede Herdplatte genauer untersuchen können. Auf dieses Vorgehen wurde verzichtet, da die SuS auf diese Art mehr Verantwortung übernehmen mussten, was ihr Selbstvertrauen und die Motivation steigert, zudem wäre das Experimentierverfahren stets dasselbe gewesen, was die SuS unter Umständen gelangweilt hätte.

6.3.2.5. Didaktisches Zentrum, Kompetenzen und Indikatoren (Stundenziel) (erste Doppelstunde)

Didaktisches Zentrum: Die SuS können die Effizienz unterschiedlicher Herdarten beurteilen und ziehen hieraus Schlüsse für eine sparsame Nutzung der elektrischen Energie, die beim Kochen in Wärmeenergie umgewandelt wird.

Fachliche Kompetenzen

Die SuS...

...dokumentieren die durch Experimentieren gewonnenen quantitativen Daten in angemessener und vergleichbarer Form und verwerten diese in der zweiten Gruppenphase (Kommunizieren: Dokumentieren, Präsentieren).

...vergleichen untereinander ihre aus den Experimenten ermittelten Daten und ziehen daraus geeignete Schlussfolgerungen (Erkenntnisgewinnung: Planen, Untersuchen, Auswerten, Interpretieren).

...präsentieren ihre Arbeitsergebnisse im Plenum und erklären, wie sie zu ihren Schlussfolgerungen kamen (Kommunizieren: Kommunizieren, Argumentieren).

Überfachliche Kompetenzen

Die SuS...

...arbeiten kooperativ in Kleingruppen, helfen sich bei Problemen und versuchen so zu arbeiten, dass jeder die groben Zusammenhänge versteht und später in der neuen Kleingruppe als Experte fungieren kann (Sozialkompetenz).

...stellen Sachverhalte für Andere verständlich dar und sind in der Lage, ihnen diese gegebenenfalls genauer zu erläutern (Sprachkompetenz).

...erkennen Probleme selbstständig und fragen nach, wenn sie etwas nicht verstehen (Personale Kompetenz).

...nutzen verantwortungsvoll das ihnen zur Verfügung gestellte Material und gehen sorgsam mit Gefahrenstellen um (Personale Kompetenz).

6.3.2.6. Verlaufsplan (erste Doppelstunde)

Phase/Funktion	Geplante Lehreraktivität	Voraussichtliche Schüleraktivität/ geplanter Kompetenzerwerb	Sozialform/ Methode	Medien
Einstieg: Motivation/ Zielorientierung	Die Lehrperson... ...fragt, welchen Herd die SuS zu Hause haben, gibt Gedankenanstoß, man wolle sich einen Tee oder ein Ei kochen	Die SuS... ...teilen mit, welche Herdarten sie kennen beziehungsweise ihre Eltern zu Hause haben	Plenum	
Erarbeitung	...initiiert und organisiert Schülerexperiment in GA und stellt Material zur Verfügung ...beobachtet, wie die Gruppen arbeiten, steht für Fragen zur Verfügung oder gibt bei Problemen Hilfestellung	...führen das Experiment durch ...dokumentieren ihr Vorgehen so wie ihre Beobachtungen	Plenum GA	SE (FS) SH
Auswertung/ Sicherung	...leitet Gruppenpuzzle ein ...stellt Informationen zu Strompreisen zur Verfügung ...beobachtet, wie die Gruppen arbeiten, steht für Fragen zur Verfügung oder gibt bei Problemen Hilfestellung ...achtet darauf, dass jede Gruppe die einzelnen Ergebnisse vergleicht, die effizienteste Herdart ermittelt und ihr Ergebnis diskutiert (Minimalziel)	...stellen in neuen Gruppen ihre Messwerte und Ergebnisse vor, vergleichen diese und werten sie aus	GA	SH

Vertiefung/ Reflexion	<p>...leitet SuS dazu an, ihr Ergebnis unter Berücksichtigung der aktuellen Strompreise (AB 2) zu bewerten</p> <p>...gibt SuS die Aufgabe, die umgewandelte Energie mit der Energie zu vergleichen, die eigentlich benötigt wird, um einen halben Liter Wasser zu erhitzen (Maximalziel)</p>	<p>...ermitteln und verstehen Preislisten der Stromanbieter (soweit dies für deren Gebrauch nötig ist) und bestimmen, welche Kosten die einzelnen Herdarten beim Erhitzen von einem halben Liter Wasser verursachen</p>	GA	SH AB 2 (B2 im Anhang)
-----------------------	--	---	----	---------------------------

Verwendete Abkürzungen: AB – Arbeitsblatt, FS – Formelsammlung, GA – Gruppenarbeit, SE – Schülerexperiment, SH – Schülerheft, TB – Tafelbild

6.3.2.7. Didaktische Analyse (zweite Doppelstunde)

Der Unterrichtsgegenstand „Welche Herdart arbeitet am effizientesten“ wird durch die gymnasialen Bildungsstandards und Inhaltsfelder Physik des Kerncurriculums für Hessen der Sekundarstufe I legitimiert. Im Inhaltsfeld „Technik im Dienste des Menschen“ wird die Entdeckung des Elektromagnetismus als „*Ausgangspunkt für die Entwicklung moderner Technologien*“ beschrieben [26]. Es wird insbesondere der Kompetenzbereich „Nutzung fachlicher Konzepte“ gefördert, indem die SuS ein physikalisches Phänomen des technisierten Alltags, die Funktion einer Induktionsherdplatte, erklären sollen.

In dieser Unterrichtseinheit werden verschiedene Versuche gemacht, sowie die Induktionskochplatte von innen betrachtet, um Schritt für Schritt deren Funktionsweise zu erarbeiten und zu verstehen. In dieser kleinschrittigen Untersuchung eines Objektes liegt der allgemeine Bildungsgehalt. Dies führt die SuS an die Vorgehensweise eines Experimentalphysikers heran: Um ein Objekt zu verstehen, untersucht dieser es, indem er unterschiedliche Experimente damit durchführt.

Die Gegenwartsbedeutung ist dadurch gegeben, dass in der Unterrichtseinheit die Funktionsweise eines Alltagsgegenstandes behandelt wird. In vielen Haushalten finden sich Induktionskochplatten. Die SuS sehen diese jeden Tag, ohne zu wissen, welche physikalischen Aspekte sich dahinter verbergen. Aus der inneren Struktur wird der Bereich des Begreifens der natürlichen und technischen Umwelt berücksichtigt.

Die SuS werden irgendwann einen eigenen Haushalt führen und möglicherweise selbst mit einem Induktionsherd kochen, dadurch erhält der Unterrichtsinhalt eine Zukunftsbedeutung für die SuS: Sie müssen wissen, welche Töpfe sie verwenden können und was sie beim Umgang mit einem Induktionsherd zu beachten haben, was sie wesentlich besser und vor allem begründeter können, wenn sie wissen, wie dieser Herd funktioniert.

6.3.2.8. Methodische Analyse (zweite Doppelstunde)

Im Zentrum der Stunde steht die Funktionsweise einer Induktionskochplatte, die nach und nach erarbeitet werden soll. Die schrittweise Heranführung an einen Gegenstand, um dessen Funktionsweise zu erkunden, bietet große Methodenvielfalt. Durch die Demonstrationsexperimente können die SuS zum Staunen und Nachdenken angeregt werden. Indem sie die Experimente beobachten, sollen neue Fragen aufkommen, die sie weiterführen. Die ersten beiden Experimente dienen dazu, den SuS zu veranschaulichen, dass durch die Induktionskochplatte eine Spannung in der

Leiterschleife induziert wird. Mithilfe dieses Wissens können sie in der darauffolgenden Gruppenarbeitsphase Vermutungen anstellen, was im Topfboden geschieht.

In der Gruppenarbeitsphase muss von den SuS das Beobachtete und zuvor Gelernte verknüpft werden, sie sollen selbstständig in Kleingruppen arbeiten und die Funktionsweise der Induktionskochplatte erklären. Das selbstständige Arbeiten fördert die Eigenaktivität der SuS und regt sie dazu an, sich mehr Gedanken über die Funktionsweise der Induktionskochplatte zu machen, da sie sich dieses Wissen selbstständig erarbeiten müssen. Somit wird ein langfristiges Wissen erzeugt, das auch noch nach einiger Zeit abrufbar ist.

Um die vielen in der Gruppenarbeitsphase entstandenen Gedanken und vielleicht auch Fragen zu sortieren, folgt anschließend eine Plenumsphase, in der die SuS das Erarbeitete vorstellen und begründen müssen. Eine Binnendifferenzierung ergibt sich von selbst, indem einige SuS die Funktionsweise detaillierter erklären, während andere sich auf die grobe Funktionsweise beschränken oder von der Lehrperson kleine Hilfestellungen erhalten. Das letzte Demonstrationsexperiment dieser Unterrichtseinheit dient dazu, das Gelernte anhand eines Modells zu veranschaulichen.

Ein Induktionsherd besteht aus einer Vielzahl an technischen Komponenten, unter anderem, um zu erkennen, ob mit ferromagnetischen Töpfen gekocht wird. Dies soll zwar angesprochen werden, allerdings ist es für die SuS nicht wichtig die genaue Funktion dieser zusätzlichen Elektronik und erst recht nicht deren Verschaltung zu kennen. Daher wird an dieser Stelle eine didaktische Reduktion durchgeführt. Es ist ausreichen, wenn die Lernenden verstehen, dass es die genannte Elektronik gibt und sie deren Nutzen verstehen, die genauen Details würde sie überfordern und somit demotivierend wirken.

Alternativ können die Demonstrationsexperimente auch in Kleingruppen als Stationenarbeit organisiert werden. Dies würde die Aktivität und Motivation der SuS stärken, erfordert aber auch wesentlich mehr Geschick und Selbstständigkeit der SuS. Darüber hinaus müssen sie die physikalischen Grundlagen verstanden haben und strukturiert arbeiten. Da die genannten Punkte auf die Lerngruppe als Ganzes nicht zutreffen, wurde von der Stationenarbeit abgesehen.

6.3.2.9. Didaktisches Zentrum, Kompetenzen und Indikatoren (Stundenziel) (zweite Doppelstunde)

Didaktisches Zentrum: Die SuS lernen anhand unterschiedlicher Experimente, Erklärungen und unter Verwendung ihres Vorwissens, wie eine Induktionskochplatte funktioniert.

Fachliche Kompetenzen

Die SuS...

...stellen ihre Beobachtungen der Demonstrationsexperimente dar und stellen weiterführende Fragestellungen, die sie schrittweise an die Erkenntnis der Funktion einer Induktionskochplatte heranführen (Erkenntnisgewinnung: Beobachten, Beschreiben, Vergleichen).

...verknüpfen das in den Experimenten Beobachtete mit dem bereits Gelernten und den Bildern vom Aufbau einer Induktionskochplatte, so dass sie daraus die Funktion der Kochplatte ableiten können (Nutzung fachlicher Konzepte: Vernetzen von Sachverhalten und Konzepten).

...erklären die Funktionsweise einer Induktionskochplatte, sie verwenden hierbei eine angemessene Fachsprache (Kommunizieren: Dokumentieren, Präsentieren).

Überfachliche Kompetenzen

Die SuS...

...arbeiten bei Plenumsphasen mit, hören sich gegenseitig zu und beobachten die Demonstrationsexperimente aufmerksam (Sozialkompetenz).

...arbeiten in Gruppenarbeitsphasen im Team, unterstützen sich gegenseitig und kommen gemeinsam zu Lösungen (Sozialkompetenz).

...formulieren Beobachtungen in vollständigen Sätzen (Sprachkompetenz).

...fragen nach, wenn sie etwas nicht verstehen und erkennen ihre eigenen Probleme, so dass sie diese lösen und dem gesamten Unterricht gut folgen können (Personale Kompetenz).

6.3.2.10. Verlaufsplan (zweite Doppelstunde)

Phase/Funktion	Geplante Lehreraktivität	Voraussichtliche Schüleraktivität/ geplanter Kompetenzerwerb	Sozialform/ Methode	Medien
	Die Lehrperson ...	Die SuS...		
Einstieg: Motivation/ Zielorientierung	...fragt, was letzte Stunde gemacht wurde und ob SuS dies erwartet hatten ...stellt gegebenenfalls weitere Messwerte vor ...wirft Frage in den Raum, wie ein Induktionsherd funktioniert	...stellen Ergebnisse der letzten Stunde vor und beurteilen diese ...halten noch einmal fest, dass der Induktionsherd am effizientesten arbeitet	Plenum	TB 4 (D4 im Anhang)
Erarbeitung I	...erklärt Versuchsaufbau und führt DE 1 durch ...gibt gegebenenfalls Hilfestellung, wenn die SuS nicht selbst bemerken, dass eine Spannung anliegen muss	...beobachten DE 1 und formulieren ihre Beobachtung ...stellen fest, dass durch den Draht ein Strom fließt und somit eine Spannung anliegt	LV Plenum	TB 5 (D5 im Anhang) DE 1
Erarbeitung II	...erklärt Versuchsaufbau und führt DE 2 durch	...beobachten DE 2, formulieren ihre Beobachtung und verknüpfen sie mit DE 1	LV Plenum	TB 6 (D6 im Anhang) DE 2

Erarbeitung III	<p>...leitet Gruppenarbeit ein</p> <p>...fordert SuS auf, Vermutungen darüber anzustellen, wie eine Induktionskochplatte funktioniert</p> <p>...legt Folie 3 zur Orientierung auf</p>	<p>...nutzen ihr Wissen aus den vergangenen Stunden und die Ergebnisse von DE 1 und 2, sowie die aufgelegte Folie 3, um die Funktionsweise einer Induktionskochplatte zu erarbeiten</p>	GA	Folie 3 (C3 im Anhang)
Auswertung/ Sicherung	<p>...fordert SuS auf, ihre Ergebnisse vorzustellen</p> <p>...fragt nach, warum dies mit einer Spule, wie sie die SuS im PU kennen gelernt haben, nicht funktioniert</p> <p>...erklärt SuS den Unterschied zwischen hochfrequenter und niederfrequenter Wechselspannung</p>	<p>...stellen ihre Ergebnisse vor</p> <p>...versuchen Funktionsweise einer Induktionskochplatte zu erklären</p> <p>...können Funktionsweise der Induktionskochplatte gegebenenfalls mit Hilfestellung erklären</p>	LSG	TB 7 (D7 im Anhang)
Sicherung II	<p>...stellt Modell einer Induktionsherdplatte vor und erwärmt Wasser</p> <p>(Minimalziel)</p>	<p>...beobachten Experiment, können Wasser/Topf anfassen und beschreiben Beobachtungen</p>	LV Plenum	DE 3

Vertiefung/ Reflexion	...fragt nach Vor- und Nachteilen von Induktionsherden gegenüber alten Elektroherden beziehungsweise Gasherden ...hält sich dann im Hintergrund und notiert gegebenenfalls an der Tafel	... nennen Vor- und Nachteile	SSG	TB & (DS im Anhang)
Ausblick	...führt DE 2 noch einmal und anschließend in abgewandelter Form durch (Leiterschleife mit 2 Wicklungen) (Maximalziel)	...beobachten DE 2, beschreiben Beobachtungen	LV Plenum	DE 2

Verwendete Abkürzungen: DE – Demonstrationsexperiment, GA – Gruppenarbeit, LSG – Lehrer-Schüler-Gespräch, LV – Lehrervortrag, SSG – Schüler-Schüler-Gespräch, TB – Tafelbild

6.3.3. Hinweise zur Durchführung

Wichtig ist, dass die SuS zu Beginn dieser Unterrichtseinheit Sicherheitshinweise erhalten, die sie befolgen müssen, damit sie sich nicht verbrennen. Auch wenn die SuS einer neunten Klasse in der Lage sein sollten, verantwortungsvoll mit einem Herd umzugehen, sollte dies dennoch sichergestellt und die Gefahren erwähnt werden. Die Experimente können nur als Schülerexperimente in Kleingruppen erfolgen, wenn die Klasse in der Lage ist Gefahren richtig einzuschätzen und sich an Regeln zu halten (siehe Kapitel 5).

Um die Schülerexperimente der ersten Doppelstunde vergleichbar zu machen, sollten alle Herdplatten vorab kalt sein, so dass von gleichen Bedingungen ausgegangen werden kann. Es wurden eine Herdplatte mit Heizspirale, eine Induktionskochplatte, ein Camping-Gaskocher sowie ein Wasserkocher verwendet. Zur Messung der umgewandelten Energie der einzelnen Geräte wurden handliche Wattmeter (siehe Beschreibung des Wattmeters E2 im Anhang) verwendet, wie sie auch für den persönlichen Haushalt gekauft werden können. Diese sind von der Bedienung her intuitiv. Zusätzlich bietet sich die Verwendung von Stoppuhren an, da diese Wattmeter zwar eine Zeit messen, es sich jedoch um die Zeit seit ihrer Inbetriebnahme handelt und nicht um die Zeit nach Messbeginn. Zur Messung der Energie, die vom Gaskocher in Wärmeenergie umgewandelt wurde, habe ich eine Waage, die mit 0,01g Genauigkeit misst verwendet. Der Heizwert von Gasen steht in vielen Formelsammlungen, kann den SuS im Zuge der Auswertung aber auch mitgeteilt werden.

Die Größenordnung der umgewandelten elektrischen Energie zum Erhitzen eines halben Liters Wasser bis zum Kochen liegt im Megajoule-Bereich, die Lehrperson sollte darauf achten, dass die SuS Ergebnisse in der richtigen Größenordnung herausbekommen, damit die Ergebnisse in der Expertenrunde auch tatsächlich verglichen werden können.

In der zweiten Doppelstunde ist bei der Durchführung der Demonstrationsexperimente darauf zu achten, dass diese von allen Lernenden gut einsehbar sind und die Lehrperson gegebenenfalls die Blicke der SuS lenkt, so dass sie sinnvolle Beobachtungen machen. Bei allen Experimenten mit der Induktionskochplatte ist es wichtig, dass ein Topf auf der Herdplatte steht, da diese sonst nicht funktioniert. Um das Material zu schonen, sollte sich zudem stets Wasser in diesem Topf befinden. Über dieses Vorgehen müssen die SuS zu Beginn der Experimente informiert werden, damit

sie wissen, dass Topf und Wasser keine unmittelbaren Bestandteile des Experimentes sind, sondern dazu beitragen, dieses ohne Probleme durchzuführen.

Zur einfacheren Handhabung des ersten Experimentes, bei dem eine Leiterschleife mit einer integrierten Glühlampe auf die Induktionskochplatte gelegt wird, habe ich aus stabilem, isoliertem Draht eine Leiterschleife mit einer eingebauten Fassung für Glühlampen gebaut. Es stellt sich heraus, dass eine Glühlampe, die bei einer Spannung von 4 V (und einer Stromstärke von 40 mA) betrieben werden soll, besonders hell leuchtet (siehe Abbildung zur Unterrichtseinheit E3 im Anhang). Der Raum ist gegebenenfalls abzudunkeln, damit die SuS das Experiment besser beobachten können.

Im zweiten Experiment, in welchem die in einer Leiterschleife induzierte Spannung gemessen wird, verwende ich ein großes Demonstrationsmultimeter (im Voltbereich) und ein Kabel mit Bananensteckern, welches ich zu einer Leiterschleife forme.

Zum Modell der Induktionskochplatte habe ich im Vorfeld verschiedene Experimente durchgeführt und erprobt, welches Modell sich am besten zur Vorführung eignet. Zunächst habe ich eine Spule aus einem Hochspannungskabel gewickelt und diese an einen Frequenzgenerator angeschlossen. Die Eisenplatte, die ich auf die Spule gelegt habe, hat sich kaum erwärmt, die Erwärmung konnte lediglich mit einer Wärmebildkamera aufgezeichnet werden, war jedoch nicht fühlbar. Anschließend habe ich das Hochspannungskabel durch einen Konstantendraht (mit einem Durchmesser von 0,8 mm und demnach einem Widerstand von 0,975 Ohm pro Meter) ausgetauscht. Hierbei ist die Eisenplatte zwar fühlbar wärmer geworden, jedoch erhitzte sich der Draht selbst derart, dass die Erwärmung der Eisenplatte nicht nur aufgrund der Wirbelströme und Umklappen der weiss'schen Bezirke, sondern auch aufgrund von Wärmeleitung stattfand. Bei einer ausreichend dicken Isolationsschicht zwischen Spule und Eisenplatte erwärmte sich die Eisenplatte wieder nur minimal. Nachdem ich ein Modellexperiment in einer Fernsehsendung gesehen [28] und mit dem Verantwortlichen Kontakt aufgenommen hatte (siehe Email E5 im Anhang), habe ich einen Royer-Oszillator gebaut. Dieser legt, betrieben mit einer 30 V-Spannungsquelle (maximal 5 A), eine hochfrequente Wechselspannung mit ausreichend Energie an eine Spule an, so dass eine kleine Metalldose (eine leere Konservendose aus Weißblech), die sich über der Spule befindet und sogar eine kleine Menge Wasser in der Dose erwärmt werden (siehe Abbildung zur Unterrichtseinheit E4 im Anhang). Bei diesem Modell können die SuS gut erfühlen, dass sich nicht nur der Boden, sondern auch die Wände der Metalldose erhitzen.

6.3.4. Erprobungsbericht

Die Erprobung der ersten Doppelstunde verlief durchaus zufriedenstellend. Die SuS haben sich selbstständig in Gruppen zusammengefunden und sich jeweils eine Herd- art zum Experimentieren ausgesucht. Sie haben direkt mit dem Experimentieren be- gonnen, einige Gruppen hatten sich leider zuvor nicht mit dem Wattmeter vertraut gemacht, so dass sie das Experiment zwar begonnen haben, es später jedoch noch einmal wiederholen mussten. Dies führte insbesondere beim Wasserkocher zu fal- schen Ergebnissen. Wenn der Wasserkocher bereits warm ist, wird weniger Energie benötigt, um diesen und das darin enthaltene Wasser nochmals zu erwärmen, auch wenn neues Wasser eingefüllt wurde. Bei der Induktionskochplatte ist eine Wieder- holung des Experimentes nicht problematisch, da sich diese kaum erwärmt und rela- tiv schnell wieder abkühlt.

Die SuS haben teilweise nicht motiviert gearbeitet und sich schnell durch Gesprächs- themen fern von der Physik ablenken lassen. Sie mussten hin und wieder ermahnt werden, den eigentlichen Unterrichtszielen zu folgen. Einige der Lernenden hatten große Probleme bei der Auswertung der in den Experimenten gesammelten Daten, zur Sicherheit habe ich bei allen Gruppen überprüft, ob die Ergebnisse in der richti- gen Größenordnung lagen. Auch beim Vergleichen hatten manche SuS Probleme, sie hatten die Ergebnisse in unterschiedlicher Form dargestellt, manche in Megajoule andere wiederum in Joule, dies führte zu Verwirrungen, da sie nicht auf die Einhei- ten achteten. Leider gelang es ihnen nicht, dieses Problem selbstständig zu erkennen, so dass sie nachfragen mussten.

Dadurch, dass die Gruppe, die den Wasserkocher verwendetet hat, das Experiment zweimal durchführt und erst beim zweiten Mal Messdaten aufgenommen hat, wurde dieses Ergebnis verfälscht. Als ich die Experimente vorab durchgeführt habe, hatte die Induktionskochplatte die beste Energiebilanz. Im Unterrichtsversuch war es der Wasserkocher. Eine weitere Möglichkeit für das verhältnismäßig schlechte Abschnei- den der Induktionskochplatte war, dass die verwendete Pfanne recht dicke Wände und einen ebenfalls recht dicken Boden hatte. Das Material zu erhitzen kostete zu- sätzliche Energie. Am Ende der Stunde sollten die SuS überprüfen, welche Kosten der unterschiedliche Energiebedarf verursacht, hierfür hatte ich ihnen unterschied- liche Strom- und Gastarife ausgedruckt und mitgebracht. Diese Aufgabe schien ihnen Probleme zu bereiten, da sie nicht verstanden haben, wie die unterschiedlichen Ta- rife zu deuten waren.

Insgesamt haben die SuS trotz der beschriebenen Schwierigkeiten in der Doppelstunde ihr Wissen über die physikalischen Themengebiete „Leistung“ und „Energie“ aufgefrischt sowie wichtige Erkenntnisse über die im Haushalt umgewandelte Energie gesammelt. Während der Stunde kamen bei den Lernenden erste Fragen zur Funktionsweise der Induktionskochplatte auf. Ich bin der Meinung, die Doppelstunde eignet sich so, wie sie geplant wurde oder in leicht abgewandelter Form, zum Einsatz im Schulunterricht. Eventuell würde ich auf das Experiment mit dem Wasserkocher verzichten. Stattdessen könnten die anderen drei Stationen jeweils doppelt zur Verfügung stehen. In der Regel bestehen neunte Klassen aus mehr SuS als die, in der ich den Unterricht erprobt habe, so dass ohnehin mehr Stationen nötig sind. Ferner sollte darauf geachtet werden, dass alle Gruppen mit identischen Töpfen arbeiten, so dass die Ergebnisse tatsächlich vergleichbar sind. Die Lehrperson muss vorab darauf hinweisen, dass die Experimente einmalig durchgeführt werden sollen, da andernfalls, insbesondere bei der Herdplatte mit Heizspirale, die Ergebnisse verfälscht werden. Darüber hinaus würde ich die SuS Strom- und Gaspreise selbstständig recherchieren lassen.

Mit dem Verlauf der Erprobung der zweiten Unterrichtsstunde bin ich weniger zufrieden. Mit dem Beginn der Stunde bin ich relativ zufrieden, ich habe die Erkenntnisse der letzten Stunde wiederholt und die Probleme bei den durchgeführten Experimenten, die zu verfälschten Ergebnissen geführt haben können, thematisiert. Die Einstiegsexperimente, um schrittweise die Funktion einer Induktionskochplatte zu ergründen, haben gut funktioniert. Die SuS haben sinnvolle Beobachtungen gemacht und daraufhin weiterführende Fragen entwickelt. Allerdings war der Teil der Stunde sehr lehrerzentriert und die Lernenden hätten mehr eingebunden werden können.

Der Austausch der Lernenden in Kleingruppen, währenddessen sie die Funktionsweise einer Induktionskochplatte zu erklären versuchen sollten, verlief bei den verschiedenen Gruppen unterschiedlich. Einige Gruppen hatten größere Probleme, bei anderen hatte ich den Eindruck, sie haben die Funktionsweise dieser Herdart bereits sehr gut verstanden, da sie die Herdplatte mit einem Transformator verglichen und erklärt haben, dass der Topfboden die zweite Spule darstellt. Bei der anschließenden Plenumsphase stellte sich dann leider heraus, dass ihr Verständnis doch nicht so gut wie angenommen war, sie konnten ihren Mitschülern die Funktionsweise nicht so gut erklären, wie sie es zuvor in ihrer Gruppe konnten. Leider stellte sich auch heraus, dass die SuS nicht über das eigentlich vorausgesetzte Wissen zum Thema Frequenz verfügten, so dass dies noch erklärt werden musste. Insgesamt musste Vieles von mir

erklärt und herausgearbeitet werden, so dass der Anteil der Lernenden am Unterrichtsgeschehen eher gering war. Der Unterricht war daher – meiner Einschätzung nach – zu lehrerzentriert und könnte auf die SuS daher langweilig gewirkt haben.

Ich bin der Meinung, dass die zweite Doppelstunde bezüglich ihrer Planung abgeändert werden sollte. Die Experimente sollten in Gruppenarbeit an Stationen durchgeführt werden, dies kann die Motivation der Lernenden steigern (vgl. Bleichroth et al. 1999 S.253). Bei einer Diskussion über die Funktionsweise sollten den SuS unterschiedliche Quellen zur Verfügung gestellt werden, eventuell auch ein Internetzugang. Sie könnten zunächst einzeln recherchieren und später in der Gruppe diskutieren. Außerdem sollte vor der Unterrichtseinheit unbedingt sichergestellt werden, dass das nötige Vorwissen, zum Beispiel über Frequenzen, vorhanden ist. In dieser abgeänderten Form ist die Doppelstunde durchaus im Schulunterricht einsetzbar.

6.4. Mikrowellen in der Qualifikationsphase 2

Anhang: Ein Arbeitsblatt (B3 im Anhang), fünf Tafelbilder (D9, D10, D11, D12 und D13 im Anhang)

6.4.1. Beschreibung des Unterrichtsverlaufes

In der geplanten Unterrichtseinheit sollen die SuS lernen, wie ein Mikrowellenherd funktioniert. Die Einheit setzt sich aus zwei Doppelstunden zusammen.

In der ersten Doppelstunde sollen die SuS lernen, wie sich Mikrowellen beim Auftreffen auf unterschiedliche Materialien verhalten und wie beispielsweise mithilfe von Mikrowellen Essen erwärmt werden kann. Zu Beginn werden drei verschiedene Schülerexperimente durchgeführt. Im ersten stellen die SuS eine mit Wasser gefüllte und eine leere Tasse in das Mikrowellengerät und schalten dieses eine Minute auf mittlerer Stufe an. Im zweiten Experiment werden eine mit Wasser gefüllte und eine ebenfalls mit Wasser gefüllte und zusätzlich in Aluminiumfolie eingewickelte Tasse in das Mikrowellengerät gestellt und eine Minute auf mittlerer Stufe erhitzt. Im dritten Experiment werden ein Mikrowellensender und ein Mikrowellenempfänger, welche für Demonstrationsexperimente von Lehrmittelherstellern produziert werden, gegenübergestellt, so dass die Mikrowellen, wenn sich kein Hindernis im Strahlengang befindet detektiert werden können. Die Mikrowellen werden zur Veranschaulichung der Detektion für die SuS durch Modulation hörbar gemacht. Somit können unterschiedliche Materialien (Mikrowellengeschirr, Porzellan, Glas, Aluminiumfolie, Papier, nasses Papier, Zierkürbisse und vieles mehr) in den Strahlengang eingebracht werden und ihre Durchlässigkeit überprüft werden. Nach den Experimenten werden

die Beobachtungen sowie mögliche Erklärungen dafür im Plenum besprochen. Anschließend folgt eine Einheit, in der die SuS anhand von Literatur- und Internetrecherchen erarbeiten sollen, was physikalisch gesehen passiert, wenn die Mikrowellen auf Metall oder Wasser treffen. Sie sollen anhand dessen erklären, warum Speisen durch Mikrowellen erhitzt werden können. Im Anschluss daran werden die Ergebnisse vorgestellt und verglichen. Sollte danach noch ausreichend Zeit zur Verfügung stehen, sollen die SuS Fragen beantworten und dadurch das in der Doppelstunde Gelernte anwenden. In der Hausaufgabe sollen sie erarbeiten, wie das zur Erzeugung der Mikrowellen eingebaute Magnetron eines Mikrowellenherdes funktioniert.

In der zweiten Doppelstunde sollen die SuS lernen, wie das Mikrowellengerät aufgebaut ist und welchen Zweck die einzelnen Bestandteile haben. Zu Beginn der Unterrichtsstunde stellen die SuS die Ergebnisse ihrer Recherchen zum Magnetron vor. Danach soll über das Erwärmen von Gefrorenem im Mikrowellengerät diskutiert werden und ein Demonstrationsexperiment dazu durchgeführt werden. Hierfür wird derselbe Aufbau wie im dritten Experiment der ersten Doppelstunde verwendet und Eis in den Strahlengang gebracht. Anschließend folgt eine Besprechung über die Notwendigkeit und den Sinn des Drehtellers im Mikrowellengerät. Danach wird die Frage geklärt, ob die Mikrowellen nicht durch das Sichtfenster in der Tür nach außen dringen können und ein Demonstrationsexperiment zur Klärung dieser Frage durchgeführt. Der Aufbau ist ebenfalls identisch mit dem dritten Experiment der ersten Doppelstunde, diesmal wird ein feinmaschiges Gitter in den Strahlengang eingebracht. Zum Abschluss werden alle wichtigen Punkte der gesamten Unterrichtseinheit zusammengefasst und wiederholt. Die SuS haben die Möglichkeit, Fragen zu stellen. Falls noch ausreichend Zeit vorhanden ist, erhalten die SuS den Arbeitsauftrag, im Internet nach Videos mit spektakulären Experimenten rund um den Mikrowellenherd zu suchen. Sie sollen sich eines dieser Videos aussuchen, das ihnen besonders zusagt, und das Geschehen physikalisch erklären. Die Videos und Erklärungen können dann in der darauffolgenden Stunde vorgestellt werden.

6.4.2. Unterrichtsentwurf

6.4.2.1. Einordnung der Unterrichtseinheit in die Unterrichtsreihe

Die Unterrichtseinheit „Wie funktioniert ein Mikrowellenherd“ gliedert sich in die Unterrichtsreihe „Mechanische und elektromagnetische Wellen“ ein. Vor dieser Unterrichtseinheit wurden bereits mechanische Wellen behandelt. Die SuS haben schon elektromagnetische Wellen und deren Eigenschaften, allerdings noch keine Mikro-

wellen, im Unterricht kennen gelernt. An dieses Vorwissen knüpft die Unterrichtseinheit „Wie funktioniert ein Mikrowellenherd“ an. Im Anschluss an die geplante Unterrichtseinheit können Versuche mit Mikrowellen, die gegebenenfalls zuvor mit Licht gemacht wurden, durchgeführt werden, beispielsweise Versuche zur Interferenz, zur Polarisation oder zum Tunneleffekt.

6.4.2.2. Didaktische Analyse (erste Doppelstunde)

Der Unterrichtsgegenstand „Wie funktioniert ein Mikrowellenherd“ ist dem Themenbereich „mechanische und elektromagnetische Wellen“ zuzuordnen. Der Lehrplan Physik legt für den Grundkurs der Qualifikationsphase 2 die Behandlung von elektromagnetischen Wellen, zu denen Mikrowellen gehören, als Teil des Themengebietes „Mechanische und elektromagnetische Wellen“ im Rahmen des Halbjahresthemas „Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen“ verbindlich fest [25]. Darüber hinaus geben die Handreichungen zum Lehrplan Physik für das Landesabitur 2014 eine Konkretisierung, in welcher die Behandlung von „elektromagnetischen Wellen“ noch einmal explizit aufgeführt ist [29].

Der allgemeine Bildungsgehalt der Unterrichtseinheit ergibt sich aus der Relevanz des Themas für die Physik. Das Verständnis von unterschiedlichen Wellen, also auch von elektromagnetischen Wellen, sowie deren Eigenschaften und Verhalten, beispielsweise beim Auftreffen auf unterschiedliche Materialien, stellt eine wichtige Grundlage für die Physik und Wissenschaften, welche die Physik beinhalten, dar.

Die Gegenwartsbedeutung liegt in der Alltäglichkeit des behandelten Unterrichtsgegenstandes. Das Mikrowellengerät ist ein Gegenstand, der in vielen Familien täglich verwendet wird und an dessen Umgang die SuS gewöhnt sind. Sie verwenden spezielles Mikrowellengeschirr und im Physikunterricht lernen sie warum. Zudem lernen sie, wie ihre Speisen erwärmt werden – darin liegt die Zukunftsbedeutung des Themas. Es ist wichtig zu wissen, wie das Essen erwärmt wird, um beurteilen zu können, welche Lebensmittel im Mikrowellenherd erwärmt werden können. Darüber hinaus ist dieses physikalische Wissen wichtig, um beurteilen zu können, ob durch diese Form der Erwärmung Gesundheitsrisiken entstehen können. Nur so können sie bei gesellschaftlichen Diskussionen fundiert argumentieren. Aus der inneren Struktur der Physik wird das Begreifen und Beurteilen der durch Technik geprägten Umwelt berücksichtigt.

6.4.2.3. Methodische Analyse (erste Doppelstunde)

In der ersten Phase der geplanten Doppelstunde sollen die SuS unterschiedliche Materialien auf die Durchlässigkeit von Mikrowellen untersuchen. Hierfür stehen ihnen drei verschiedene Experimente zur Verfügung, die sie nacheinander durchführen. Nur eine Kombination der drei Experimente ermöglicht es, logische Rückschlüsse über das Verhalten der Mikrowellen zu ziehen. Im Experiment mit dem Mikrowellensender und Empfänger können sie feststellen, dass einige Materialien für die Mikrowellen durchlässig sind und andere nicht. Im Experiment mit dem Mikrowellengerät stellen sie zusätzlich fest, dass sich einige Materialien durch die Mikrowellen verändern und andere nicht. Nicht alle Materialien, die für die Mikrowellen im anderen Versuch undurchlässig sind, erwärmen sich, daraus können die SuS schließen, dass zum Beispiel Wasser die Mikrowellen absorbiert und Aluminiumfolie die Mikrowellen reflektiert. Die Durchführung der Experimente als Schülerexperimente ermöglicht den Lernenden eine bessere Einsicht in die Experimente. Alle SuS haben die Möglichkeit zu fühlen, ob ein Gegenstand warm ist oder nicht. Sie können selbst ausprobieren und beliebige Gegenstände, auch solche, die nicht von der Lehrperson vorgegeben wurden, in den Strahlengang halten. Das kann ihre Freude am Experimentieren stärken und Neugier erwecken. Zuvor sollte mit den Lernenden besprochen werden, dass die vom verwendeten Mikrowellensender (einem Klystron) ausgehende Mikrowellenstrahlung aufgrund ihrer geringen Intensität nicht gefährlich für den Menschen ist. Die maximale Strahlungsleistung des Klystrons liegt im Milliwatt-Bereich, während die Strahlungsleistung des Magnetrons in einer Mikrowelle im Bereich von einigen hundert Watt liegt. Das selbstständige Durchführen von Schülerexperimenten fördert die Motivation und Aktivierung der SuS [27]. Um zu gewährleisten, dass alle SuS die Möglichkeit haben, die bei den Versuchen zu erlangenden physikalischen Grundlagen nachzuvollziehen, findet nach der Experimentierphase eine gemeinsame Ergebnissicherung statt.

Die Erarbeitung der Grundlage, wie Lebensmittel durch Mikrowellen erwärmt wird, also was genau passiert, wenn die Mikrowellen auf Wasser treffen, führen die SuS selbstständig durch. Sie nutzen Quellen- und Internetrecherchen. Dies soll einen lehrerzentrierten Unterricht vermeiden und die Eigenaktivität der Lernenden stärken. Die SuS können frei entscheiden, ob sie allein oder mit anderen SuS gemeinsam arbeiten, so werden unterschiedliche Lerntypen berücksichtigt. Nach dieser Phase ist eine gemeinsame Ergebnissicherung wichtig, in der die SuS ihre Arbeitsergebnisse

vorstellen und die Lehrperson gegebenenfalls eingreift, wenn sie Fehler feststellt, ansonsten hält sie sich im Hintergrund.

Eine methodische Alternative wäre die Durchführung der Experimente im ersten Teil der Stunde als Demonstrationsexperimente. So können jedoch nicht alle Lernenden überprüfen, ob die Materialien im Mikrowellengerät erhitzt wurden, stattdessen müssten einzelne SuS dies tun und dem Rest des Kurses beschreiben. Dies erscheint allerdings weniger motivierend als das Erleben der Beobachtung am eigenen Körper. Eine weitere methodische Alternative wäre der Fragend-Entwickelnde-Unterricht im zweiten Teil der Unterrichtseinheit, was eine Lehrerzentrierung bedeuten würde, die in dieser Stunde vermieden werden sollte. Allerdings sollten bei einer Durchführung der Unterrichtseinheit die individuellen Bedürfnisse des Kurses berücksichtigt werden.

6.4.2.4. Didaktisches Zentrum, Kompetenzen und Indikatoren (Stundenziel) (erste Doppelstunde)

Didaktisches Zentrum: Die SuS lernen, wie sich Mikrowellen verhalten, wenn sie auf unterschiedliche Materialien treffen, und können erklären, wie Lebensmittel im Mikrowellenherd erwärmt werden.

Fachliche Kompetenzen:

Die SuS...

...führen die Experimente durch, stellen Beobachtungen an und beschreiben ihr Vorgehen sowie ihre Beobachtungen (Erkenntnisgewinnung: Planen, Untersuchen, Auswerten, Interpretieren).

...bewerten ihre Beobachtungen und leiten daraufhin physikalische Schlüsse über das Verhalten von Mikrowellen beim Auftreffen auf unterschiedliche Materialien ab (Erkenntnisgewinnung: Planen, Untersuchen, Auswerten, Interpretieren).

...nutzen Literatur- und Internetrecherchen, um herauszufinden, wie mithilfe der Mikrowellen die Nahrung erhitzt wird (Kommunikation: Arbeiten mit Quellen).

...präsentieren die in den Recherchen gewonnenen Erkenntnisse in angemessener Form vor den anderen SuS (Kommunikation: Dokumentieren, Präsentieren).

Überfachliche Kompetenzen:

Die SuS...

...führen die Experimente gemeinschaftlich in Gruppenarbeit durch und nehmen dabei Rücksicht aufeinander (Sozialkompetenz).

...hören ihren Mitschülern und Mitschülerinnen aufmerksam zu und geben Rückmeldungen in einer höflichen Form (Sozialkompetenz).

...arbeiten sorgfältig und schätzen ihre Fähigkeiten realistisch ein, bei Problemen bitten Sie andere SuS oder die Lehrkraft um Hilfe (Personale Kompetenz).

6.4.2.5. Verlaufsplan (erste Doppelstunde)

Phase/Funktion	Geplante Lehreraktivität	Voraussichtliche Schüleraktivität/ geplanter Kompetenzerwerb	Sozialform/ Methode	Medien
Einstieg	<p>Die Lehrperson ...</p> <p>...gibt Motivation für Thema der Unterrichtsstunde „Wir wollen möglichst schnell unser Essen erwärmen“</p> <p>...fragt, ob SuS wissen, was zur Erwärmung beim Mikrowellenherd genutzt wird, beim Elektroherd zum Beispiel ist es die Wärmewirkung von Strom</p> <p>...fragt, was Mikrowellen sind</p>	<p>Die SuS...</p> <p>...nennen Mikrowellengerät als Möglichkeit das Essen zu erwärmen</p> <p>...sagen, dass das Essen durch Mikrowellen erwärmt wird</p> <p>...erklären, dass Mikrowellen elektromagnetische Wellen sind, wissen eventuell, dass die Frequenz der Mikrowellenstrahlung im Gigahertz-Bereich liegt</p>	LSG	
Erarbeitung I	<p>...gibt Sicherheitshinweis, dass Mikrowellengerät nie ohne Inhalt eingeschaltet werden darf</p> <p>...initiiert Gruppenarbeit, stellt Materialien zur Verfügung</p>	<p>...führen in Gruppenarbeit nach einander die drei Experimente durch, notieren sich ihr Vorgehen, ihre Beobachtungen und Erklärungen</p>	<p>Plenum</p> <p>GA</p>	<p>SE 1, SE 2,</p> <p>SE 3</p> <p>SH</p>
Auswertung/ Sicherung I	<p>...fragt nach Ergebnissen, schreibt an der Tafel mit</p>	<p>...erklären ihre Beobachtungen und die Erklärungen dafür</p>	<p>Plenum,</p> <p>SSG</p>	<p>TB 9 (D9 im Anhang)</p>

Erarbeitung II	...fragt, was physikalisch passiert, wenn Mikrowellen auf Metall beziehungsweise Wasser oder Lebensmittel treffen	...nutzen Literatur- und gegebenenfalls Internetrecherche, um herauszufinden, was passiert, wenn Mikrowellen auf Metall beziehungsweise Wasser treffen	EA oder PA	Bücher SH Internet
Auswertung/ Sicherung II	...fordert SuS auf, ihre Ergebnisse vorzustellen, gibt gegebenenfalls Rückmeldung, wenn etwas falsch ist, hält sich sonst im Hintergrund ...stellt Hausaufgabe (Minimalziel)	...stellen ihre Ergebnisse vor ...schreiben selbstständig mit, wenn die anderen etwas vortragen, was sie selbst noch nicht notiert haben ...fragen gegebenenfalls nach	SV, SSG	gegebenenfalls Tafel, Folie oder SH (DK)
Vertiefung/ Reflexion	...verteilt Fragen, über die die SuS diskutieren sollen, initiiert PA, steht für Fragen zur Verfügung (Maximalziel)	...diskutieren in PA über gestellte Fragen, notieren sich Ergebnisse	PA	AB 3 (B3 im Anhang) SH

Verwendete Abkürzungen: AB – Arbeitsblatt, DK – Dokumentenkamera, EA – Einzelarbeit, GA – Gruppenarbeit, LSG – Lehrer-Schüler-Gespräch, PA – Partnerarbeit, SE – Schülerexperiment, SH – Schülerheft, SSG – Schüler-Schüler-Gespräch, SV – Schülervortrag, TB – Tafelbild

6.4.2.6. Didaktische Analyse (zweite Doppelstunde)

Der Unterrichtsgegenstand „Wie funktioniert ein Mikrowellenherd“ ist dem Themenbereich „Mechanische und elektromagnetische Wellen“ zuzuordnen, die Behandlung dieses Unterrichtsgegenstandes wird durch den Lehrplan Physik sowie die Handreichungen zum Lehrplan Physik für das Landesabitur 2014 legitimiert (siehe Kapitel 6.4.2.2.).

Der allgemeine Bildungsgehalt der Unterrichtseinheit ergibt sich aus der Relevanz des Themas für die Physik (siehe Kapitel 6.4.2.2.). Die Gegenwartsbedeutung liegt in der Alltäglichkeit des behandelten Unterrichtsgegenstandes. Das Mikrowellengerät ist ein Küchengerät, das die SuS größtenteils aus ihrem häuslichen Umfeld kennen und das sie selbst nutzen. Im Unterricht lernen sie, wie das Gerät aufgebaut ist und warum die einzelnen Bestandteile wichtig sind. Das ist nützlich, um eine sachgemäße Bedienung zu gewährleisten. Die Zukunftsbedeutung liegt ebenfalls in der Kenntnis des Aufbaus eines Mikrowellengerätes. Dies ist wichtig, um beurteilen zu können, ob von diesem Küchengerät Gefahren ausgehen. Ein physikalisches Wissen diesbezüglich hilft, bei gesellschaftlichen Diskussionen selbstsicher auftreten und fundiert argumentieren zu können. Die von einem Mikrowellengerät ausgehende Gefahr wird immer wieder in der Gesellschaft diskutiert: Es gibt Ratschläge, dass schwangere Frauen oder Menschen, die sich in homöopathischer Behandlung befinden, sich nicht in der Nähe eines eingeschalteten Mikrowellenherdes aufhalten sollten. Diese Ratschläge können die SuS mithilfe der Physik beurteilen und sich aktiv in gesellschaftliche Diskussionen einbringen. Aus der inneren Struktur der Physik wird das Begreifen sowie Beurteilen der technischen Umwelt berücksichtigt.

6.4.2.7. Methodische Analyse (zweite Doppelstunde)

Zu Beginn der Doppelstunde erfolgt eine ausführliche Besprechung der Hausaufgaben, die SuS haben die Möglichkeit, das Erarbeitete dem Kurs und der Lehrkraft vorzustellen. Dadurch wird zum einen die Arbeit der Lernenden gewürdigt und zum anderen haben diejenigen, die Probleme bei der Erarbeitung hatten, die Möglichkeit, vom Lernfortschritt der anderen zu profitieren.

Der Demonstrationsversuch soll den SuS Aufschluss über das Verhalten der Mikrowellen beim Auftreffen auf Eis geben. Einige wissen vielleicht aus Erfahrung, dass Gefrorenes in der Mikrowelle nur sehr langsam auftaut, während nicht gefrorene Speisen sich sehr schnell erwärmen. Allerdings kann nicht davon ausgegangen werden und es sollte gegebenenfalls demonstriert werden, indem ein Stück Eis im Mik-

rowellenherd aufgetaut wird. Wenn sie im Demonstrationsversuch erkennen, dass Eis – anders als Wasser – durchlässig für Mikrowellen ist, kann dies einen „Aha-Effekt“ auslösen.

Die Frage nach dem Nutzen des Drehtellers soll im Plenum geklärt werden, da einige SuS hierzu gute Ideen haben könnten, von denen die anderen so profitieren können. Es wird angesprochen, ob die Mikrowellen nicht durch das Sichtfenster in der Tür nach außen dringen können. Bei Betrachtung des Mikrowellengerätes werden die SuS feststellen, dass das Sichtfenster nicht nur aus Glas besteht, sondern zusätzlich mit einem Gitter versehen ist. Ein einfacher Modellversuch zeigt den SuS, dass ein feinmaschiges Metallgitter undurchlässig für Mikrowellen ist. Dieser Modellversuch wird als Demonstrationsversuch durchgeführt. Da ein akustisches Signal angibt, ob Mikrowellen detektiert werden oder nicht, können die SuS dem Demonstrationsexperiment gut folgen. Eine kurze Zusammenfassung der gesamten Unterrichtseinheit zum Mikrowellengerät bietet allen SuS noch einmal die Möglichkeit, offene Fragen zu finden und zu klären.

6.4.2.8. Didaktisches Zentrum, Kompetenzen und Indikatoren (Stundenziel) (zweite Doppelstunde)

Didaktisches Zentrum: Die SuS kennen die Bestandteile, die für ein Mikrowellengerät wichtig sind und können deren Funktion erklären.

Fachliche Kompetenzen:

Die SuS...

...präsentieren die im Rahmen der Hausaufgabe gesammelten Erkenntnisse in angemessener und für die anderen SuS verständlicher Form (Kommunikation: Dokumentieren, Präsentieren).

...bringen ihre Alltagserfahrungen in den Unterricht ein und gestalten ihn dadurch aktiv mit (Nutzung fachlicher Konzepte: Konzeptbezogenes Strukturieren von Sachverhalten).

...beobachten die Demonstrationsexperimente aufmerksam, formulieren ihre Beobachtungen und interpretieren diese (Erkenntnisgewinnung: Beobachten, Beschreiben, Vergleichen).

Überfachliche Kompetenzen:

Die SuS...

...hören sich gegenseitig sowie der Lehrperson aufmerksam zu (Sozialkompetenz).

...hinterfragen kritisch ihr in der Unterrichtseinheit gelerntes Wissen und stellen gegebenenfalls Fragen, wenn sie Sachverhalte noch nicht verstanden haben (Personale Kompetenz).

6.4.2.9. Verlaufsplan (zweite Doppelstunde)

Phase/Funktion	Geplante Lehreraktivität	Voraussichtliche Schüleraktivität/ geplanter Kompetenzerwerb	Sozialform/ Methode	Medien
Einstieg	Die Lehrpersonleitet SuS dazu an, ihre Hausaufgaben vorzustellen	Die SuS... ...erklären die Funktionsweise eines Magnetrons ...die nicht erklären, hören zu, fragen nach, vergleichen mit ihren Erklärungen	SV	gegebenenfalls Tafel oder SH (DK)
Zielorientierung / Motivation	...fragt nach Erfahrungen mit dem Erwärmen von Gefrorenem ...führt gegebenenfalls, DE durch, bei dem Eis im Mikrowellengerät aufgetaut wird	...SuS berichten von ihren Erfahrungen (Auf-tauprogramm, Dauer)	LSG	
Erarbeitung I	...führt DE 1 durch ...notiert Durchführung, Beobachtung und Erkenntnis an der Tafel	...beobachten DE 1, notieren DE 1 im Heft	LV LSG	DE 1, SH TB 10 (D10 im Anhang)
Auswertung/ Sicherung I	...fragt nach Erkenntnis des DE und was das für das Aufwärmen von Gefrorenem bedeutet	...formulieren Erkenntnis ...verknüpfen diese mit dem Ausgangspunkt (Erwärmen von Gefrorenem)	LSG	TB 10 (D10 im Anhang)

Erarbeitung II	...fragt, wofür Drehteller gut ist	...stellen Vermutungen an, wofür der Drehteller gut ist	Plenum	
Auswertung/ Sicherung II	...leitet Diskussion	...erarbeiten mit Unterstützung der Lehrperson die Funktion des Drehtellers	LSG, SSG	TB 11 (D11 im Anhang)
Erarbeitung III	...fragt, ob keine Mikrowellen durch das Sichtglas in der Tür nach außen gelangen	...stellen Vermutungen an, dass das Gitter in der Tür die Mikrowellen nach außen hin abschirmt	Plenum	Mikrowellenherd
Sicherung III	...führt DE 2 vor, das Vermutung der SuS bestätigt	...beobachten DE 2	LV	DE 2
Abschließende Sicherung	...formuliert noch einmal die wichtigsten Punkte der Unterrichtseinheit zum Mikrowellengerät ...gibt SuS die Möglichkeit, noch offen gebliebene Fragen zu stellen (Minimalziel)	...bestätigen die Vermutung anhand der Beobachtung ...stellen gegebenenfalls. Fragen	LSG LV Plenum	TB 12 (D12)

Vertiefung/ flexion	Re- ...stellt Rückbezug zum Sicherheitshinweis der vorherigen Stunde	...stellen Vermutungen an, warum das Mikrowellengerät nicht leer in Betrieb genommen werden darf	LSG	Bedienungsanleitung Mikrowellengerät (E6 im Anhang) TB 13 (D13 im Anhang)
Vertiefung/ flexion	Re- ...erteilt Arbeitsauftrag (Maximalziel)	...bearbeiten Arbeitsauftrag	EA	Internet

Verwendete Abkürzungen: DE – Demonstrationsexperiment; DK – Dokumentenkamera, EA – Einzelarbeit, LSG – Lehrer-Schüler-Gespräch, LV – Lehrervortrag, SH – Schülerheft, SSG – Schüler-Schüler-Gespräch, SV – Schülervortrag, TB – Tafelbild

6.4.3. Hinweise zur Durchführung

Bei der Unterrichtseinheit zur „Funktionsweise eines Mikrowellengerätes“ ist zunächst ein Sicherheitshinweis zu beachten, der auch den SuS mitgeteilt werden muss: Das Mikrowellengerät darf unter keinen Umständen leer in Betrieb genommen werden. Bei allen Experimenten, bei denen keine Speisen erwärmt werden, sollte sich immer eine mit Wasser gefüllte Tasse im Garraum des Gerätes befinden. Andernfalls wird die Energie der Mikrowellen nicht absorbiert und steht weiterhin zur Verfügung. Die durch die Mikrowellenstrahlung zur Verfügung stehende Energie erhöht sich somit stetig und gelangt schließlich auch in das Magnetron, welches dadurch beschädigt werden kann. Darüber hinaus sind die SuS über mögliche Risiken durch das heiße Wasser aufzuklären. Die Experimente können nur dann als Schülerexperimente durchgeführt werden, wenn der Kurs sorgsam mit den Materialien umgeht und sich an geltende Regeln hält (siehe Kapitel 5).

Bei dem Demonstrationsexperiment, bei welchem überprüft werden soll, ob Mikrowellen Eis durchdringen können, ist es wichtig, dass das Stück Eis vollständig durchgefroren und trocken ist, gegebenenfalls kann es kurz vor dem Experiment noch einmal mit einem Tuch abgetrocknet werden.

Für den Modellversuch zur Simulation des Gitters im Sichtfenster der Tür ist ein feinmaschiges Metallgitter nötig. Ich hatte ursprünglich überlegt, ein Gitter zu verwenden, wie es beispielsweise bei Bunsenbrennern zur Ableitung von Wärme genutzt wird. Da ich ein solches nicht finden konnte, habe ich mir selbst ein Gitter gebaut, indem ich Kupferdraht derart um ein Stück Pappe gewickelt habe, dass ein feinmaschiges Gitter entstand. Verwendet man ein solches Gitter in der Schule ist es wichtig, den SuS zuvor zu zeigen, dass ein Stück Pappe ohne Kupferdraht die Mikrowellen passieren lässt.

Bei dieser Unterrichtseinheit habe ich auf Experimente mit CDs, Glühlampen oder ähnlichem im Mikrowellengerät verzichtet. Solche Experimente sind zwar spektakulär und schön anzusehen und wenn sie physikalisch hinterfragt beziehungsweise erklärt werden, haben sie durchaus einen Mehrwert für die Lernenden. Allerdings können solche Experimente das Mikrowellengerät beschädigen, zerstören oder Stoffe im Garraum freisetzen, die gesundheitsschädlich sind. Als Lehrerin habe ich eine Vorbildfunktion und halte es für unverantwortlich, solche Experimente im Schulunterricht durchzuführen. Da diese Experimente dennoch interessant und schön anzuschauen sind, würde ich die SuS diese im Internet anschauen lassen. Natürlich muss

ihnen deutlich gemacht werden, dass sie das in den Videos Gesehene auf gar keinen Fall zu Hause nachahmen dürfen. Die SuS sollten sich diese Videos nicht nur ansehen, sondern diese auch physikalisch erklären, damit sie etwas dabei lernen. Darüber hinaus kann die Lehrperson weitere Filme auswählen, die die Zusammenhänge, welche wichtig für das Verständnis sind, erläutern.

7. Anregungen für den Physikunterricht: Eingestreute Fragen und Themen

Im folgenden Abschnitt werden kurze Fragen und Aufgabenstellungen vorgestellt und beantwortet. Sie können jederzeit in den Physikunterricht eingebracht werden – auch kurzfristig – oder als Zusatzaufgabe für besonders schnelle SuS oder Lernende, die gerne an Alltagsproblemen tüfteln. Die Aufgaben sollen insbesondere auch alle Lernenden dazu anregen, mit offenen Augen durch den Alltag zu gehen und die Physik überall zu finden und zu entdecken. Sie sollen selbstständig Fragen dieser Art entwickeln. Hierzu könnte beispielsweise ein „Fragekasten“ eingerichtet werden: Die SuS können dann ihre Fragen auf Zettel schreiben und sie jederzeit in den Fragekasten werfen. Die Lehrperson kann diese Fragen sortieren, auswerten und sie für die Unterrichtsgestaltung nutzen. So kann der Physikunterricht durch die Fragen der SuS zu ihrer Umwelt ergänzt werden. Dies bedeutet eine Orientierung des Unterrichts an den Interessen der SuS. Die Aufgaben und Fragen, die in der vorliegenden Arbeit vorgestellt werden, sind nach Klassenstufen und dann jeweils nach Themengebieten der Physik sortiert. Es sind jeweils die mögliche Aufgabenstellung für den Physikunterricht, welche meist die Frage beinhaltet, sowie eine Antwort auf die Frage, eine Einordnung in den Lehrplan und kurze didaktische Überlegungen dargestellt. Auf eine Trennung von Didaktik und Methodik habe ich hier verzichtet, da die Kommentare ohnehin sehr kurz sind und sich Didaktik und Methodik häufig überschneiden. Die einzelnen Aufgaben sollten sowohl didaktisch, wie auch methodisch jeweils auf die Lerngruppe abgestimmt werden, wenn sie im Physikunterricht eingesetzt werden. Einige Aufgaben fordern eigenständige Recherchen von den SuS oder sind insgesamt relativ kompliziert zu bearbeiten. Diese Aufgaben können alternativ auch im Plenum – mit Unterstützung der Lehrkraft – bearbeitet werden, wenn sie andernfalls die Lerngruppe überfordern würden.

Viele der beschriebenen Fragestellungen stellen Phänomene dar, die beim Backen oder Kochen beobachtet werden können. Es ist davon auszugehen, dass es SuS gibt, die einige dieser Phänomene noch nicht selbst beobachtet haben. Aus diesem Grund sollten die beschriebenen Vorgänge von der Lehrperson in einem Video festgehalten werden. Dieses Video kann bei Bedarf im Unterricht vorgeführt werden. Eine Alternative stellt das Vorführen der Phänomene vor der Klasse dar. Es ist vorab sicherzustellen, ob die nötigen Materialien oder Geräte zur Verfügung stehen. Außerdem muss darauf geachtet werden, dass alle Lernenden das Phänomen beobachten können – hierfür könnte eine Dokumentenkamera eingesetzt werden. Beim Vorführen ist

abzuwägen, ob der Zeitaufwand den Nutzen rechtfertigt, andernfalls sollte doch auf ein Video zurückgegriffen werden.

7.1. Klasse 6

7.1.1. Allgemeines

7.1.1.1. Rechnen mit Einheiten:

Rezept für Hefeteig:

1 kg Mehl

1/2 Liter Milch

1 Würfel Hefe

1/2 Pfund Zucker

1 Prise Salz

100 g Margarine

Erwärme zunächst Milch und Margarine und löse hierin die Hefe auf. Gib diese Mischung zusammen mit dem Zucker zum Mehl und verrühre alles. Zum Schluss gründlich die Prise Salz unterrühren. Aus diesem Teig kannst du zwei Blechkuchen oder Hefezöpfe oder viele kleine Hefebrötchen herstellen.

Aufgabe:

Was fällt dir an diesem Rezept auf? Kannst du sofort mit der Zubereitung des Teiges beginnen, wenn du außer den Zutaten noch eine Küchenwaage (siehe Anschauungsobjekt), einen Messbecher, eine Schüssel, eine Herdplatte mit passendem Topf und ein Handrührgerät zur Verfügung hast?

Zusatzaufgabe (für höhere Klassenstufen zum Beispiel Klasse 8):

Was tust du, wenn du keinen Messbecher zur Verfügung hast oder ihn nicht spülen möchtest?

Kommentar:

Einheiten sind ein wichtiges Thema sowohl in der Physik, als auch beim Kochen. Einheiten umrechnen fällt vielen SuS schwer, ist aber wichtig und sollte beherrscht werden. Dies gilt ebenso beim Kochen. Hier gibt es häufig Rezepte, in denen verschiedene Einheiten nebeneinander auftreten. In der sechsten Klasse sollten die SuS direkt zu Beginn des Physikunterrichtes an das Arbeiten mit Einheiten herangeführt werden. Bei Kochrezepten ist die Notwendigkeit von Einheiten automatisch gegeben.

Die gestellte Aufgabe soll den SuS klarmachen, dass eine Kombination unterschiedlicher Einheiten Probleme bereiten kann. Sie haben lediglich eine Waage zur Verfügung, die in Gramm wiegt, müssen also die Einheiten „Kilogramm“ und „Pfund“ auf die Einheit „Gramm“ umrechnen, bevor sie alle Zutaten wiegen können. Die Aufgabe kann als Einstieg in das Rechnen mit Einheiten gewählt werden, da sie anhand eines Alltagsbeispiels die Notwendigkeit eines sinnvollen Umgangs mit Einheiten deutlich macht.

Die Zusatzaufgabe kann erst bearbeitet werden, wenn der Zusammenhang zwischen Dichte, Masse und Volumen bekannt ist. Sie eignet sich folglich zum Einsatz in der Achten Klasse, hier ist dies unter dem Punkt „Eigenschaften von Körpern“ als fakultativer Unterrichtsinhalt im Lehrplan aufgeführt [25]. Intuitiv würden einige vermutlich auch die Milch abwiegen, dies erspart das ansonsten notwendige Spülen des Messbechers, doch wie viel wiegen 500 ml Milch? Diese Frage sollen sich die SuS stellen und mithilfe ihres physikalischen Wissens selbstständig beantworten.

7.1.2. Wärmelehre I

7.1.2.1. Biskuitteig

Rezept für Biskuitteig:

100 g Mehl

100 g Zucker

4 Eier

50 g Butter

Heize den Ofen auf etwa 200 °C vor und fette und bemehle eine runde Backform mit einem Durchmesser vom 20 cm. Schmilz dann die Butter in einem Topf. Schlage danach die Eier mit dem Zucker zusammen mit einem Rührgerät so lange, bis sich das Volumen in etwa versechsfacht hat und die Mischung steif und sehr blass ist. Hebe dann das Mehl darunter. Zum Schluss gib noch die geschmolzene Butter hinzu, hebe diese unter, gieße die Mischung sofort in die vorbereitete Backform. Schiebe alles zusammen in den vorgeheizten Backofen und backe es 25-30 Minuten [6].

Aufgabe:

Überlege, warum der Teig beim Backen aufgeht, obwohl keine chemischen Backtriebmittel wie zum Beispiel Backpulver enthalten sind.

Tipp:

Was passiert, wenn die Eier mit dem Zucker lange geschlagen werden?

Durch das Schlagen wird Luft unter die Masse gebracht, es bilden sich Blasen.

Kommentar:

Durch das lange Schlagen der Eier-Zuckermischung entstehen darin zunächst große Luftblasen und nach einiger Zeit immer kleinere Blasen. Darüber hinaus wird durch das Schlagen permanent weitere Luft in den Teig eingearbeitet, es entstehen also weitere Luftbläschen, dadurch vergrößert sich das Volumen nach einigen Minuten deutlich. Werden Mehl und Butter vorsichtig und zügig unter die Mischung gehoben, so werden nur wenige dieser Luftblasen zerstört. Im Ofen dehnt sich bei 200 °C die Luft in den Blasen aus und vergrößert diese – hierdurch geht der Biskuitteig im Ofen auf.

In der sechsten Klasse wird die Ausdehnung von Gasen als verbindliches Thema im Lehrplan aufgeführt [25]. Die SuS kommen möglicherweise nicht selbstständig auf die Idee, dass die Ausdehnung der Luft in den durch den Eischaum erzeugten Blasen der Grund für das Aufgehen des Biskuits ist. Hier sollten sie dann einen Tipp erhalten und gegebenenfalls dazu hingeführt werden, dass sie erkennen, dass eine Blasenbildung stattfindet. Es sollte zudem darauf geachtet werden, dass bei den SuS nicht die Fehlvorstellung entsteht, die Teigmasse an sich dehne sich aufgrund der Wärme aus. Dies kann zum Beispiel direkt angesprochen werden, um die SuS darauf hinzuweisen, dass hier noch andere und komplexere Reaktionen stattfinden, zum Beispiel die Denaturierung des Eiweißes und das Verdampfen von Flüssigkeit. Hierbei kann auch an ihre Erfahrung angeknüpft werden. Beobachtet man den Teig in den ersten Minuten, in denen er sich im Ofen befindet, so stellt man fest, dass er sich optisch verändert. Diese Veränderungen lassen auf unbekannte Reaktionen schließen. Neben der sich ausdehnenden Luft in den Bläschen ist die Entstehung von Wasserdampf, der ebenfalls die Luftbläschen vergrößert, für das Aufgehen verantwortlich. Dies können die SuS in der sechsten Klasse noch nicht physikalisch erklären, sollte aber, wenn die Aufgabe in einer siebten Klasse durchgenommen wird, ebenfalls angesprochen werden. In der siebten Jahrgangsstufe lernen die SuS die nötigen Grundlagen, um das Verdampfen von Flüssigkeit zu erklären. Das Verdampfen des Wassers trägt beim Biskuit allerdings nicht so stark zum Aufgehen bei, wie zum Beispiel bei Windbeuteln. Biskuitteig enthält von vorne herein weniger Flüssigkeit als ein Windbeutelteig,

es kann also nur wenig Flüssigkeit verdampfen, daher entstehen im Biskuit auch keine großen Luftlöcher.

7.2. Klasse 7

7.2.1. Wärmelehre II

7.2.1.1. Windbeutel

Rezept für Windbeutel:

240 g Wasser

1 Prise Salz

75 g Butter

180 g Mehl

3 Eier

Um Windbeutel zu backen, stellt man aus den genannten Zutaten einen Brandteig her. Hierzu werden Wasser, Salz und Butter in einem Topf zum Kochen gebracht, anschließend wird das gesamte Mehl auf einmal hineingegeben, umgerührt und der Topf wieder auf den Herd gestellt. Dann muss so lange gerührt werden, bis der Teig sich am Stück vom Topfrand löst und sich auf dem Topfboden eine dünne Schicht bildet. Nun den Teig in eine Rührschüssel geben, abkühlen lassen und anschließend die Eier einzeln unterrühren, den Teig dabei kräftig schlagen. Den Teig mithilfe eines Spritzbeutels in der gewünschten Form auf ein Blech spritzen und bei 180 °C etwa 20-30 Minuten (je nach Größe der Windbeutel) backen.

Aufgabe:

Überlege, warum die Windbeutel beim Backen aufgehen und im Inneren des Gebäckes große Löcher entstehen.

Tipps:

Bei der Herstellung des Brandteiges entstehen kleine Luftblasen, die im Teig eingeschlossen werden.

Was passiert mit der im Teig enthaltenen Flüssigkeit, wenn die Windbeutel gebacken werden?

Kommentar:

Für Windbeutel wird ein sogenannter Brandteig hergestellt (siehe Rezept). Durch das Schlagen des Teiges wird Luft eingeschlossen, dies ist wichtig, damit sich später der

Wasserdampf in den Luftblasen sammeln kann. Durch das Klebeeiweiß (Gluten) im Mehl sowie durch die zugefügten Eier entsteht beim Backen schnell eine Art Kruste um den Windbeutel herum, diese verhindert, dass Wasserdampf austreten kann. Somit sammelt sich der Wasserdampf in den winzig kleinen Hohlräumen und bewirkt, dass diese immer größer werden und der Windbeutel sich somit „aufbläst“ [6].

Die Entstehung von Wasserdampf als Änderung von Aggregatzuständen ist laut Lehrplan in der siebten Jahrgangsstufe unter Berücksichtigung des Teilchenmodells der Materie zu behandeln [25]. Die SuS könnten möglicherweise Probleme bei der sehr allgemein gehaltenen Aufgabenfrage haben. In diesem Fall sollten sie durch Tipps unterstützt werden.

7.2.1.2. Tee und Eistee

Aufgabe:

Kann man Eistee auch mit kaltem Wasser machen oder muss der Tee mit heißem Wasser überbrüht werden und dann wieder abkühlen? Führe hierzu ein Experiment durch und versuche anschließend, die Frage zu beantworten.

Versuch:

Verwende zwei gleiche Teegläser, fülle in das eine kaltes Wasser (aus dem Wasserhahn) und in das andere heißes Wasser (das du zuvor mit dem Wasserkocher erwärmt hast). Dann gib jeweils einen Teebeutel in das Wasser, beginne die Zeit zu messen und beobachte genau was passiert. Notiere deine Beobachtungen und versuche sie zu erklären, fertige auch Skizzen an und vergiss nicht, dir die Zeiten zu den Beobachtungen zu notieren. Überlege dir anschließend, was das für die Eisteezubereitung bedeutet.

Kommentar:

Die SuS experimentieren selbstständig in Kleingruppen, unterschiedliche Gruppen können gegebenenfalls unterschiedliche Teesorten untersuchen, die später im Expertenpuzzle verglichen werden können. Die Wassermoleküle sind in ständiger Bewegung, dadurch können sich die Moleküle der Aromastoffe des Tees aus den Teeblättern lösen und im Wasser verteilen, ohne dass der Mensch etwas tun muss. Je wärmer das Wasser ist, desto schneller bewegen sich die Wassermoleküle und desto schneller können sich Moleküle der Aromastoffe des Tees aus den Teeblättern lösen und verteilen, indem die Wasser-Moleküle gegen sie stoßen. Bei kaltem Wasser dauert es sehr lange, bis die Moleküle der Aromastoffe aus den Teeblättern herausgelöst

werden und sich verteilt haben. Einige Teesorten können schnell bitter werden, wenn sie zu lange ziehen. Über die Ziehzeiten bei kaltem Wasser haben wir keine Informationen. Wenn man also sicher gehen will, dass der Tee nicht zu bitter wird, ist es besser, den Tee mit heißem Wasser aufzugießen und abkühlen zu lassen, um Eistee zu erhalten. Früchtetee beispielsweise wird nicht so schnell bitter, also kann dieser auch kalt aufgegossen werden, er benötigt dann länger, als die angegebene Ziehzeit, bis er fertig ist. Andere Teesorten, zum Beispiel schwarzer oder grüner Tee, können ebenfalls kalt aufgegossen werden, wenn der Tee beobachtet wird, und die Teeblätter, sobald das Wasser ausreichend Aromastoffe aufgenommen hat, aber noch nicht bitter geworden ist, entfernt werden.

Die SuS könnten auf die Idee kommen, dass die Wassermoleküle sich schneller bewegen, wenn das kalte Wasser umgerührt wird. Hierzu können sie ebenfalls einen Versuch durchführen, der diese Vermutung bestätigt.

Die Aufgabe ist thematisch in die siebte Jahrgangsstufe einzuordnen, der Lehrplan sieht die Behandlung der Brownschen Bewegung unter Berücksichtigung des Teilchenmodells der Materie vor [25]. Ferner beinhaltet das Teilchenmodell der Materie auch die Behandlung des Verhaltens der Teilchen bei unterschiedlichen Temperaturen.

7.2.1.3. Eierkochen

Aufgabe:

Schau dir den Eierkocher und den dazugehörigen Messbecher genau an.

a) Braucht man für 3 Eier mehr oder weniger Wasser als für ein Ei? Hast du eine Erklärung hierfür? Informiere dich, wie ein Eierkocher funktioniert.

b) Am Boden des Messbechers befindet sich eine Spitze, mit der die Eier vor dem Kochen angestochen werden sollen. Wieso sollte man die Eier anstechen? Versuche dies auch physikalisch zu erklären. (Hinweis: Die Schale der Eier ist nicht gleichmäßig dick, an manchen Stellen ist sie dünner als an anderen)

Kommentar:

Bei genauerer Betrachtung des zum Eierkocher zugehörigen Messbechers fällt auf, dass mit zunehmender Anzahl an Eiern weniger Wasser benötigt wird, um diese zu kochen. Insgesamt wird für das Kochen von Eiern im Eierkocher nur eine geringe Menge Wasser benötigt. Das liegt daran, dass die Eier nicht im Wasser, sondern im Wasserdampf gegart werden. Für harte Eier wird mehr Wasser benötigt als für wei-

che Eier. Das erscheint logisch, die Eier müssen sich längere Zeit im Wasserdampf befinden, damit sie hart werden, also wird mehr Wasserdampf benötigt, wofür wiederum mehr Wasser benötigt wird. Dass für mehr Eier weniger Wasser verwendet werden muss, liegt daran, dass der Dampf an den Eiern teilweise wieder kondensiert. Bei mehr Eiern steht eine größere Fläche zur Kondensation zur Verfügung, das kondensierte Wasser kann dann wieder verdampfen. Bei der Kondensation wird Wärme freigesetzt, welche die Eier erwärmt. Ist das gesamte Wasser im Kocher verdampft, so ertönt ein lautes Geräusch. Solange Wasser in der Verdampferschale ist, wird diese gekühlt, die Temperatur steigt nicht wesentlich über 100 °C. Ist das gesamte Wasser verdampft, steigt die Temperatur der Verdampferschale sehr schnell über 100 °C. Durch einen Temperatursensor wird dann das Geräusch ausgelöst, welches signalisiert, dass die Eier fertig sind [30]. Durch die beschriebene Funktionsweise benötigen diese Eierkocher keine Schalter oder Knöpfe, über die das Gerät gesteuert werden kann, einige Geräte besitzen lediglich einen Ein- und Ausschalter, andere gar keinen. Zu beachten ist, dass es auch Eierkocher gibt, die mit einer Zeitschaltung funktionieren. Bei diesen Kochern wird immer die gleiche Menge Wasser in die Verdampferschale gefüllt. Das ist mehr Wasser als zum Kochen benötigt wird, es bleibt auch nachdem die Eier gar sind noch ein Rest Wasser in der Verdampferschale zurück. Geräte dieser Art verfügen über ein Stellrad, an dem eingestellt werden kann, ob die Eier hart oder weich gekocht werden.

Die Schale der Eier sollte vor dem Kochen angestochen werden. Dieses Anstechen soll verhindern, dass die Schale während des Kochvorgangs aufplatzt. Die Frage ist nun, warum platzen die Eier überhaupt auf? Die Schale der Eier ist nicht gleichmäßig dick, an manchen Stellen ist sie dünner als an anderen. Wie andere Feststoffe, dehnt sie sich bei Erwärmung aus. Durch die unterschiedliche Dicke dehnen sich die Bereiche des Eis unterschiedlich stark aus, das führt dazu, dass Spannungen in der Eierschale entstehen. Diese Spannungen können so stark sein, dass die Schale bricht. Durch das Stechen eines Loches in die Schale entstehen feine Risse in der Eierschale. So können die unterschiedlich dicken Bereiche aneinander reiben. Die „Entlastungssprünge“ verhindern ein Aufplatzen des Eis beim Kochen, das Loch ist dabei nicht entscheidend. Alternativ kann auch mit einem kleinen Löffel auf das Ei geschlagen werden, um feine Risse zu erzeugen [5]. Dieses Vorgehen kann den SuS demonstriert werden und es kann ein Experiment gemacht werden, in dem die Eier mit und ohne Entlastungssprünge gekocht werden. Es ist wichtig, dass sowohl von den Eiern mit als auch von denen ohne Entlastungssprünge jeweils eine größere Anzahl gekocht

wird, beispielsweise jeweils 10 bis 20 Stück. Es kann auch passieren, dass die Schale von Eiern ohne Entlastungssprünge beim Kochen intakt bleibt. Bei einer großen Menge an Eiern ist die Wahrscheinlichkeit höher, dass einige kaputt gehen.

Die Änderung von Aggregatzuständen sollte in der siebten Jahrgangsstufe unter Berücksichtigung des Teilchenmodells der Materie behandelt werden [25]. Die SuS können beim ersten Aufgabenteil ihr Wissen über die Übergänge von flüssig zu gasförmig und umgekehrt anwenden. Die Funktionsweise eines Eierkochers sollen die Lernenden selbstständig anhand von Literatur- und Internetrecherchen ermitteln. Dies fördert ihre Selbstständigkeit und die Kompetenz „Kommunizieren: Arbeiten mit Quellen“ [26]. So können sie das Arbeiten mit Quellen lernen, welches in höheren Jahrgangsstufen zunehmend praktiziert wird [25]. Die Lehrperson sollte die SuS dabei unterstützen und auf eine angemessene Ergebnissicherung achten. Es ist darauf zu achten, dass die Lernenden die Informationen bewerten und abschätzen, ob sie korrekt sind. Sollten sie fehlerhafte Informationen nicht als solche erkennen, muss die Lehrperson eingreifen, um tiefergehende Fehlvorstellungen zu vermeiden. Die Ergebnisse können zu diesem Zweck im Plenum vorgestellt und diskutiert werden.

Der zweite Aufgabenteil knüpft an die Wärmelehre I an. In der sechsten Jahrgangsstufe wird laut Lehrplan die Ausdehnung von festen Körpern behandelt [25]. Es wird also im Sinne einer Curriculumspirale ein bekanntes Thema wiederholt und damit das Wissen der SuS gefestigt.

7.2.1.4. Kaffee und Tee mit Milch

Aufgabe:

Es gibt viele unterschiedliche Möglichkeiten, wie man seinen Kaffee trinken kann. Viele mögen ihn mit einem kleinen Schluck Milch, einige trinken ihn schwarz und andere mit sehr viel Milch. Auch Tee wird von einigen gerne mit Milch getrunken.

a) Welche Temperatur empfindest du als die perfekte Trinktemperatur von Tee? Probiere es aus. Pass auf, dass du dich am heißen Tee nicht verbrühst.

b) Wie ändert der Tee seine Temperatur, wenn du kalte Milch oder kaltes Wasser hinzugibst? Miss bei unterschiedlichen Mischungsverhältnissen jeweils die Temperatur des heißen Tees, der kalten Flüssigkeit und des Gemisches.

c) Wie viel kalte Milch kannst du dem heißen Tee zufügen, damit er noch eine angenehme Trinktemperatur hat?

Kommentar:

Bei dieser Aufgabe können die SuS die Messung von Temperaturen, welche sie in der sechsten Jahrgangsstufe behandelt haben, wiederholen [25]. Sie wissen bereits, dass das Temperaturempfinden sehr unterschiedlich sein kann. Diese Erkenntnis wird bestätigt, wenn sie feststellen, dass sie ihren Tee nicht alle gleichwarm trinken.

Die „Temperaturänderung durch Mischung“ ist ein fakultatives Thema in der siebten Jahrgangsstufe [25]. Die Lernenden sollen vor allem die Erkenntnis sammeln, dass Körper unterschiedlicher Temperaturen bei der Mischung eine gemeinsame Mischtemperatur annehmen. Dies kann mit dem Teilchenmodell erklärt werden. Die schnellen Teilchen der heißen Flüssigkeit werden mit den langsamen Teilchen der kalten Flüssigkeit gemischt, dabei stoßen sie permanent zusammen. Die schnellen Teilchen werden dabei abgebremst und die langsamen beschleunigt. Nach kurzer Zeit stellt sich eine mittlere Geschwindigkeit der Flüssigkeitsteilchen ein. Dann hat die Flüssigkeit eine Mischtemperatur, die zwischen den beiden Anfangstemperaturen der gemischten Flüssigkeiten liegt. Diese Mischtemperatur hängt von den Anfangstemperaturen sowie dem Mischverhältnis ab.

7.3. Klasse 8

7.3.1. Mechanik

7.3.1.1. Knödel und Tortellini

Aufgabe:

Habt ihr schon einmal beim Kochen von Knödeln oder Tortellini zugeschaut? Sie sinken anfangs zu Boden und schwimmen später an der Wasseroberfläche. Aber warum ist das so?

a) Lies dir die folgenden beiden Texte durch, die das Verhalten der beiden Speisen erklären. Notiere Fragen, die du zu den Texten hast. Wenn dein Nachbar fertig mit Lesen ist, kannst du ihm deine Fragen stellen. Könnt ihr die Fragen gemeinsam nicht beantworten, dürft ihr die Lehrperson um Hilfe bitten.

b) Vergleiche den physikalischen Inhalt der beiden Texte und tausche dich darüber mit deinem Nachbar aus.

c) Überlege einen Modellversuch zu den beiden Texten, mit dem du das dort erklärte physikalische Phänomen überprüfen kannst. Du darfst auch mit deinem Nachbarn zusammenarbeiten.

„Lustigerweise beginnen Knödel zu schwimmen, wenn sie gar sind. Was geschieht dabei? Die Knödel werden nicht leichter – es kommt ja nichts weg oder hinzu. Aber der Knödel verändert sich durch das Kochen. Wir möchten ja einen möglichst flaumigen Knödel. Flaumig bedeutet, dass sich während des Kochens viele kleinste Luftblasen bilden. Diese sind im rohen Knödel nur marginal vorhanden. Erst durch das Kochen können die mikroskopischen Luftbläschen durch den Wasserdampf aufgebläht werden. Der Knödel wird flaumiger und dabei auch um eine Spur größer. Geht der Knödel auf, ist er fertig und auch größer geworden. Das Volumen wächst. Das ursprüngliche Volumen verdrängte weniger Wasser, dadurch sank der Knödel zum Topfboden. Nun aber schwimmt er.“ [5]

„Frage

Warum steigen die Teigtaschen nach oben, wenn sie gar sind?

Antwort

Teigtaschen bestehen aus Teig, der mit feinen Luftporen durchsetzt ist. Gibt man diese ins Wasser, lagern sich in diesen Poren Wassermoleküle an. Dabei quellen die Tortellini auf und die Stärke verkleistert. Das heiße Wasser führt dazu, dass sich die Luft in den Hohlräumen ausdehnt. Die Hüllen der Teigtaschen blasen sich auf. Dadurch nimmt die Dichte der Teigtaschen ab und sie schwimmen an die Wasseroberfläche.“ [31]

Kommentar:

Die „Eigenschaften von Körpern“ – also der Zusammenhang zwischen Volumen, Masse und Dichte – sind ein fakultatives Thema in der achten Jahrgangsstufe [25]. Dieses Thema sollte unbedingt behandelt werden, da es als Grundlage für spätere Unterrichtsinhalte dient. Teilweise wird die Behandlung der Eigenschaften von Körpern auch vom Fachbereich Chemie übernommen. In der achten Jahrgangsstufe wird ebenfalls die neue Größe „Auftriebskraft“ eingeführt [25]. Die SuS lernen, wann ein Körper auf dem Wasser schwimmt, wann er untergeht und wann er im Wasser schwebt. Hierfür werden häufig Boote, Taucher oder Fische als Beispiele angeführt [32], [33]. Anhand der beschriebenen Aufgabe können die SuS ihr Wissen über die Dichte von Körpern sowie über die Auftriebskraft in einem Alltagskontext anwenden. Sie verwenden das Wissen in einem Kontext, den man normalerweise nicht in Zusammenhang mit diesem physikalischen Thema betrachtet.

Die Aufgabenstellung soll bei den SuS die Kompetenz „Kommunizieren: Arbeiten mit Quellen“ fördern [26]. Zudem müssen sie sich einen Versuch überlegen. Häufig werden in der Schule Schülerexperimente durch genaue Arbeitsanweisungen vorgegeben, dies mag auch teilweise sinnvoll sein. Jedoch ist es wichtig, dass die SuS an die für einen Physiker typischen Arbeitsweisen herangeführt werden. Sie sollen sich selbst ein Experiment überlegen, um einen bestimmten Sachverhalt zu veranschaulichen. Dabei wird auch das „Arbeiten mit Modellen“ (welches in der Kompetenz „Erkenntnisgewinnung“ mit inbegriffen ist) eingeübt [26]. Die SuS müssen sich selbst ein Modell überlegen, sie müssen die Eigenschaften einer Teigtasche in diesem Modell umsetzen und anhand dieses Modellversuchs das Verhalten der Teigtaschen erklären können.

7.3.2. Elektrizitätslehre II

7.3.2.1. Elektroherd

Aufgabe:

In vielen Elektroherden ist eine sogenannte „Sieben-Takt-Schaltung“ eingebaut. Schau dir die verschiedenen Schalterstellungen in Abbildung 1 an, überlege, wo der Strom lang fließt, und zeichne dies ein. Wann sind die Widerstände in Reihe und wann parallel geschaltet? Versuche zu erklären, wie ein Elektroherd funktioniert.

Schaltung der Heizwiderstände in einer Herdplatte (7-Takt-Schaltung)

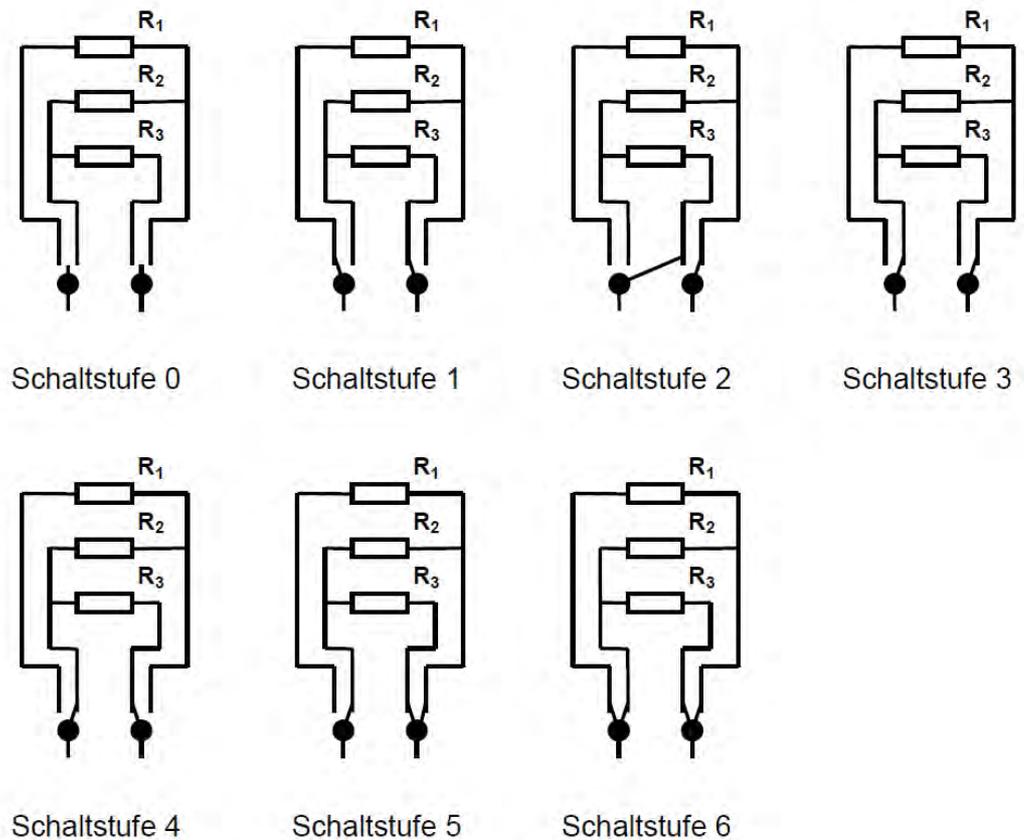


Abb. 1 Sieben-Takt-Schaltung

Kommentar:

Wesentliche Bestandteile eines Elektroherdes sind die in den Herdplatten verbauten stromleitenden Spiralen. Fließt Strom durch diese Spiralen, so erwärmen sie sich aufgrund der Wärmewirkung von Strom. Die unterschiedlichen Stufen der Herdplatte werden durch unterschiedliche Widerstände ermöglicht (siehe Abbildung 1).

Widerstände sowie Reihen- und Parallelschaltungen werden im Rahmen des Themas „Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke“ in der achten Jahrgangsstufe behandelt [25]. Im Unterricht sollten im Rahmen dieses Themas unterschiedliche Schaltungen betrachtet werden, dies sind meist fiktive Schaltungen. Die Sieben-Takt-Schaltung des Elektroherdes bietet die Möglichkeit, das Gelernte an einer realen Schaltung aus dem Alltag anzuwenden. Darüber hinaus wird die Wärmewirkung von Strom, welche in der Jahrgangsstufe sieben behandelt wurde, wiederholt [25].

Die vorgestellte Aufgabe kann gegebenenfalls durch Berechnungen der Widerstände erweitert werden. Größenordnungen der Widerstände sind beispielsweise unter [34] angegeben. Eine weitere Idee wäre, die Schaltungen mit Glühlampen nachzubauen,

so dass die SuS die Helligkeit der leuchtenden Glühlampe bei den jeweiligen Schalterstellungen beobachten können. Diese Ideen habe ich nicht ausgearbeitet, da sie erst kurz vor dem Abgabetermin dieser Arbeit entstanden sind und somit nicht mehr ausreichend Zeit hierfür zur Verfügung stand.

7.3.3. Von Druck und Auftrieb

7.3.3.1. Trinken aus Strohhalmen

Aufgabe:

Sicher hat jeder von euch schon einmal aus einem Strohhalm getrunken, doch wie genau funktioniert das? Führe die folgenden Versuche durch, notiere deine Beobachtungen und versuche sie zu erklären.

Versuch 1:

Stecke einen Strohhalm in einen mit Wasser gefüllten Becher und trinke daraus. Stecke nun einen zweiten Strohhalm in deinen Mund, so dass das andere Ende in der Luft ist. Versuche nun zu trinken. Was beobachtest du? Versuche zu erklären, wie das Trinken mit einem Strohhalm funktioniert. Nutze die Hilfekärtchen, wenn du nicht mehr weiterkommst. Schaue dir erst das erste Hilfekärtchen an und überlege dann noch einmal, bevor du das zweite betrachtest.

Hilfekärtchen 1a:

Um die Flüssigkeit im Glas herum herrscht der Umgebungsdruck.

Hilfekärtchen 1b:

Wenn du nur einen Strohhalm im Mund hast, veränderst du durch das Saugen an dem Strohhalm den Druck in deinem Mund. Mache dir eine Skizze, in die du einzeichnest, wo welcher Druck herrscht.

Hilfekärtchen 1c:

Durch das frei bewegliche Wasser findet ein Druckausgleich statt.

Hilfekärtchen 1d:

Durch den zweiten Strohhalm, der in der Luft endet, gelangt immer wieder neue Luft in deinen Mund, die den Druck darin an den Druck der Umgebung angleicht.

Versuch 2:

Bastle dir einen besonders langen Strohhalm und versuche dadurch zu trinken. Stecke hierfür mehrere Strohhalme ineinander. Dichte die Verbindungsstellen mit Klebeband ab, so dass hier keine Luft eindringen kann. Versuche zwischendurch immer mal wieder durch den langen Strohhalm zu trinken. Notiere dir jeweils die Länge und deine Beobachtungen.

Hilfekärtchen 2a:

Der Druck des Wassers nach unten wird mit der zunehmenden Länge des Strohhalms immer größer.

Versuch 3:

Stech den Strohhalm in ein Trinkpäckchen. Das Loch darf nur so groß sein, dass der Strohhalm gerade so hindurchpasst. Pass auf, dass du den Strohhalm nicht hin- und herbewegst, damit das Loch nicht größer wird. Trinke nun aus dem Strohhalm ein paar Schlucke ohne abzusetzen. Was passiert mit dem Trinkpäckchen? Ihr könnt jeweils die Trinkpäckchen der anderen beobachten, dann seht ihr besser, was passiert. Versuche deine Beobachtungen zu erklären.

Hilfekärtchen 3a:

Was ist der Unterschied zwischen dem Trinken mit einem Strohhalm aus dem Glas und aus dem Trinkpäckchen?

Hilfekärtchen 3b:

Wenn du Wasser aus dem Glas trinkst, ist anschließend da, wo das Wasser war, Luft. Wie ist das beim Trinkpäckchen?

Kommentar:

Viele SuS haben wahrscheinlich die Fehlvorstellung, dass durch einen Strohhalm das Getränk nach oben gesaugt wird. Letztendlich wird aber durch das Saugen nicht die Flüssigkeit hochgesogen, sondern der Druck im Mund verringert. Im Mund herrscht damit ein geringerer Druck als um das Getränk herum, dadurch wird das Getränk durch den Strohhalm gedrückt und kommt schließlich im Mund an. Die oben beschriebene Fehlvorstellung soll durch die Versuche behoben werden. Die SuS lernen dabei, wie das Trinken mit einem Strohhalm physikalisch erklärt werden kann.

Der zweite Strohhalm in Versuch 1 führt dazu, dass immer wieder Luft in den Mund gelangt, so dass der Druck darin nicht verringert werden kann. Daher gelangt keine

Flüssigkeit mehr in den Mund. In Versuch 2 wird das Trinken immer schwieriger, je mehr Strohhalm aneinander gesteckt werden. Die SuS sollen hierbei erkennen, dass nicht nur der Druck im Mund verringert werden muss, sondern zusätzlich der Druck, der die immer höher werdende Flüssigkeitssäule nach unten drückt, überwunden werden muss. Der Druckunterschied muss also groß genug sein, die Flüssigkeitssäule so weit zu bewegen, dass das Getränk in den Mund gelangt. Mit zunehmender Höhe der Flüssigkeitssäule steigt der zum Trinken erforderliche Druckunterschied. Bei Versuch 3 wird im Trinkpäckchen ein Unterdruck erzeugt, also geringerer Druck als der, der das Päckchen von außen umgibt. Der Luftdruck von außen drückt also auf das Trinkpäckchen, was dazu führt, dass es deformiert wird. Wird getrunken, ohne abzusetzen, kann keine Luft von außen in das Trinkpäckchen gelangen und den Druck ausgleichen. Dies führt dazu, dass es immer schwieriger wird, zu trinken, da immer mehr Kraft nötig ist, um das Trinkpäckchen zu verformen [35].

Das Thema „Erfahrungen mit Druck“ wird in der achten Jahrgangsstufe behandelt [25]. Die Lernenden können in den drei Versuchen Erfahrungen machen, die sie mit ihrem Wissen über Drücke erklären können. Dadurch wird das Verständnis dieses physikalischen Begriffs gefestigt. Die Lernenden erhalten zu den Versuchen Hilfekärtchen, die sie nacheinander verwenden können, wenn sie die Beobachtungen nicht erklären können. Dadurch wird eine Binnendifferenzierung erreicht. Zum anderen wird die Methodenkompetenz der SuS gestärkt, indem sie eigenverantwortlich die ihnen zur Verfügung gestellten Materialien nutzen. Die Lehrperson sollte sich während der Versuchsdurchführung im Hintergrund halten und die Lernenden aufmerksam beobachten.

7.3.1.2. Ein kühles Getränk

Aufgabe:

Im Sommer ist ein kaltes Getränk sehr erfrischend. Häufig werden die Getränke mit Eiswürfeln gekühlt. Doch wie voll darf man ein Glas machen, damit es nicht überläuft, wenn die Eiswürfel schmelzen? Oder sinkt der Flüssigkeitsspiegel vielleicht sogar? Probiere es in einem Experiment aus. Notiere dein Vorgehen sowie deine Beobachtungen und versuche, diese zu erklären.

Achtung: Denk daran, den Stand der Flüssigkeit zu Beginn des Versuches zu markieren, damit du später beurteilen kannst, wie er sich geändert hat.

Kommentar:

Der Flüssigkeitsstand ändert sich nicht. Theoretisch könnte das Glas bis zum Rand mit dem Getränk und den Eiswürfeln gefüllt sein und es würde auch beim Schmelzen der Eiswürfel nicht überlaufen. Bei einem randvollen Glas könnte allerdings beim Versuch daraus zu trinken etwas überlaufen. Dies sollte den Lernenden auch auffallen, da es wichtig ist, dass sie auf Fragen aus dem Alltag auch alltagstaugliche Antworten geben.

Wird Wasser abgekühlt, so dehnt es sich ab einer Temperatur von 4 °C wieder aus. Das heißt, die Eiswürfel nehmen im gefrorenen Zustand ein größeres Volumen ein als im flüssigen. Ihre Masse verändert sich dabei nicht, während sich ihre Dichte verringert. Nach dem Gesetz von Archimedes hat das von einem schwimmenden Körper verdrängte Wasser die gleiche Masse wie der Körper selbst. Das heißt also, dass das vom Eiswürfel verdrängte Wasser die gleiche Masse hat wie der Eiswürfel selbst und damit auch wie der Eiswürfel, bevor er gefroren war. Also nimmt das Schmelzwasser genau das Volumen ein, welches vorher verdrängt wurde, da sich beim Schmelzen die Masse nicht ändert. Was sich ändert, sind Dichte und Volumen analog zum Gefrieren. Die Fehlvorstellung, dass der Flüssigkeitsstand sich erhöht, kommt daher, dass der Eiswürfel ein Stück aus dem Wasser herausragt, dieses Stück ist aber genau das Volumen, um welches er sich beim Gefrieren vergrößert hat und sich beim Schmelzen wieder verkleinert.

Das „Archimedische Gesetz“ wird unter dem Thema „Auftrieb in Luft und Wasser“ in der achten Jahrgangsstufe behandelt [25]. Durch die Aufgabe und den Schülerversuch können die Lernenden dieses physikalische Gesetz an einem alltäglichen Phänomen anwenden. Die Ergebnisse des Versuchs könnten bei einigen SuS Verwunderung auslösen und ihrer eigentlichen Erwartung widersprechen, das könnte zu Verwirrung führen. Mithilfe der Physik kann dieser Verwirrung entgegengewirkt werden. Die Physik hilft, das unerwartete Ergebnis zu erklären und kann einen „Aha-Effekt“ auslösen.

7.4. Klasse 9

7.4.1. Arbeit und Energie

7.4.1.1. Energieumwandlung in der Küche

Aufgabe:

Überlege dir, wo in der Küche Energie umgewandelt wird. Gehe hierfür in die Küche und schau dich um, sieh auch in Schränken und Schubladen nach. Welche Energieformen werden umgewandelt? Stelle deine Ergebnisse in einer übersichtlichen Form dar.

Kommentar:

Gegenstand / Gerät	Zugeführte Energieform	Erzeugte Energieform
Handrührgerät	Elektrische Energie	Bewegungsenergie
Toaster	Elektrische Energie	Wärmeenergie
Glühlampe	Elektrische Energie	Wärmeenergie, Licht
Nudelholz, das verwendet wird	Chemische Energie der Muskeln	Bewegungsenergie, Verformung, Wärmeenergie
...

Die Aufgabe sollte als Hausaufgabe gestellt werden, so dass die Lernenden sich in der Küche umsehen können. Die Themen Energie und Energieumwandlung sind in die neunte Jahrgangsstufe einzuordnen [25]. Energie ist ein sehr wichtiges Thema, das in späteren Jahrgangsstufen immer wieder auftaucht. Das Thema wird durch die gymnasialen Bildungsstandards und Inhaltsfelder Physik des Kerncurriculums für Hessen der Sekundarstufe I legitimiert. Im Inhaltsfeld „Energie in Umwelt und Technik“ wird die Energie als „eines der wichtigsten Konzepte der Physik“ beschrieben [26]. Die Aufgabe bietet den SuS die Möglichkeit, Energieumwandlung in ihrer eigenen Umwelt zu erkennen. Sie werden feststellen, dass das Energiekonzept in der Küche täglich genutzt wird. Die Lernenden können die im Unterricht gelernten Energieformen zu Hause wiedererkennen und sehen, wo diese im Alltag vorkommen. Wie es die gymnasialen Bildungsstandards und Inhaltsfelder Physik des Kerncurriculums für Hessen der Sekundarstufe I fordern, wird so „ein zunächst anschaulicher Umgang mit dem schwer zugänglichen Konzept der Energie [...] unterstützt“ [26].

7.5. Qualifikationsphase 2

7.5.1. Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen

7.5.1.1. Mischung aus Ei und Zucker

Aufgabe:

Schlägt man eine Masse aus Ei und Zucker mehrere Minuten lang kräftig auf, wird die zu Beginn gelbe Masse immer blasser, sie erscheint fast weiß. Warum ist das so?

Tipps:

Überlegen Sie sich was es bedeutet, wenn etwas blau oder grün ist? Wie ist es, wenn ein Gegenstand weiß ist?

Durch das Verrühren der Masse entstehen Luftbläschen, die immer kleiner werden.

Kommentar:

Wird die Masse kräftig aufgeschlagen, so entstehen Luftbläschen. Diese werden immer zahlreicher und kleiner, je länger die Masse verrührt wird. Erscheint uns ein Gegenstand weiß, so bedeutet das, dass das gesamte Licht (also alle Farben) von diesem Gegenstand reflektiert wird. Die Luftbläschen besitzen in etwa die Größe der Wellenlänge des Licht, daher streuen sie das Licht. Die Mie-Streuung beschreibt die Streuung elektromagnetischer Wellen an kleinen festen Mikropartikeln oder Flüssigkeitstropfen, deren Durchmesser in der Größenordnung der Wellenlänge liegt (für genauere Informationen siehe [36] und [37]). Es wird also von den Eischaumbbläschen aufgrund ihrer Größe das gesamte darauffallende Licht reflektiert, was dazu führt, dass der Eischaum weiß aussieht [6].

Elektromagnetische Wellen sowie ihre charakteristischen Größen und die Reflexion der Wellen werden nach dem aktuellen Lehrplan sowohl im Grund-, wie auch im Leistungskurs in der Qualifikationsphase 2 behandelt [25]. Um die Aufgabe bearbeiten zu können, sollten die SuS Kenntnisse zum Zusammenhang der Farbe mit der Wellenlänge des Lichtes haben. Außerdem sollte ihnen bewusst sein, dass bei beispielsweise blauen Gegenständen nur blaues Licht reflektiert wird und die Mischung aller Farben weißes Licht ergibt. Die Tipps können ihnen beim Bearbeiten der Aufgabe helfen.

8. Fazit

Im Verlauf dieser Arbeit wurde ein Konzept erarbeitet, wie das Thema „Physik in der Küche“ in den Physikunterricht integriert werden kann. Die dazu nötige Physik umfasst den Lehrstoff unterschiedlicher Jahrgangsstufen. Kapitel 3 beschreibt die aktuelle Problematik des Physikunterrichtes, dass das Interesse der SuS am Fach Physik im Allgemeinen eher gering ist. Diese Arbeit bietet einen Ansatz, jener Problematik entgegenzuwirken und die Motivation der SuS für diese wichtige Naturwissenschaft grundsätzlich zu fördern.

Die Konzeption der in Kapitel 6 dargestellten Unterrichtseinheiten zur „Physik in der Küche“ nahm viel Zeit in Anspruch, was auf unterschiedliche Gründe zurückzuführen ist. Zwar steht ausreichend Literatur zu dem Thema „Physik in der Küche“ zur Verfügung, jedoch bietet diese keine Ansätze für die Behandlung des Themas im Schulunterricht. Auch in Schulbüchern wird dieses Thema kaum behandelt. Zudem ist die Bereitstellung des benötigten Materials oftmals aufwändig. Bei Behandlung der „Physik in der Küche“ kann nur bedingt auf das Material der Physiksammlung zurückgegriffen werden. Dies soll auch ganz bewusst vermieden und stattdessen auf alltägliche Gegenstände zurückgegriffen werden, damit die Authentizität dieses alltäglichen Themas gewahrt wird. Gerade bei technischen Themen ist darauf zu achten, dass der Unterricht nicht nur theoretisch stattfindet, sondern ausreichend Experimente, die zum Verständnis des Lernstoffes dienen, durchgeführt werden und die SuS eigenständig arbeiten. Der Unterricht sollte nur dann lehrerzentriert stattfinden, wenn dies nötig ist. Mit der Umsetzung dieser Aspekte hatte ich insbesondere bei der Unterrichtseinheit zur „Funktionsweise einer Induktionskochplatte“ in der zweiten Doppelstunde Schwierigkeiten.

In Kapitel 7 sind Fragen und Themen ausgearbeitet, die in den Physikunterricht integriert werden. Der Arbeitsaufwand ist je nach Aufgabe unterschiedlich. Die Aufgaben können jederzeit in den Unterricht integriert werden und bieten eine Möglichkeit, das Thema „Physik in der Küche“ in bestimmten Phasen des Physikunterrichts unterzubringen und nur Teile einer Unterrichtsstunde unter diesem Themenschwerpunkt zu gestalten.

Im Vordergrund steht stets die nachhaltige Vermittlung der Lehrinhalte, die SuS sammeln zusätzlich praktische Erfahrungen für ihr häusliches Umfeld, welche sie mit dem Gelernten verknüpfen.

Die Erprobung der Themen „Funktionsweise eines Induktionsherdes“ und „Funktionsweise eines Toasters und eines Wasserkochers“ haben gezeigt, dass es durchaus möglich ist, mit dem Thema „Physik in der Küche“ die Motivation der SuS zu steigern. Insbesondere das Feedback der siebten Klasse, in welcher das Thema „Funktionsweise eines Toasters und eines Wasserkochers“ erprobt wurde, war sehr positiv. Die Lernenden hatten Spaß am Unterricht und fanden die Unterrichtsinhalte interessant.

Abschließend komme ich zu dem Fazit, dass sich die Mehrarbeit, die durch den Einsatz des Themas „Physik in der Küche“ entsteht, durchaus lohnt. Die Behandlung der Physik unter diesem Themenschwerpunkt trägt dazu bei, den SuS zu zeigen, wie spannend und lebensnah diese Naturwissenschaft ist. Das Thema kann im Weiteren auch auf „Physik im Haushalt“ ausgedehnt werden. Beispielsweise könnte in der Unterrichtseinheit „Funktionsweise eines Toasters und eines Wasserkochers“ auch die Funktionsweise eines Föns besprochen werden. Die Lehrperson sollte dabei flexibel auf die Ideen der SuS reagieren und gegebenenfalls eine Abweichung vom Themenschwerpunkt zulassen.

9. Ausblick

Das Thema „Physik in der Küche“ birgt großes Potenzial, welches auch für andere Unterrichtsfächer genutzt werden kann. Es bietet sich an, den Unterricht fächerübergreifend zu gestalten. Beim Kochen finden viele interessante chemische Prozesse statt, die im Unterricht untersucht und erklärt werden können. Die Ernährung ist ein wichtiger Aspekt, der häufig im Biologieunterricht behandelt wird. Aufgrund aktueller Entwicklungen (es gibt immer mehr Übergewichtige, Kinder und Jugendliche leiden zunehmend an Bewegungsmangel, es gibt viel Hunger und Elend und in anderen gesellschaftlichen Bereichen wird Essen in großen Massen weggeworfen) nimmt die Ernährung einen immer wichtigeren Bestandteil im Unterricht ein. Die SuS erlernen die Inhalte einer ausgewogenen, gesunden und verantwortungsvollen Ernährung. Die drei genannten Naturwissenschaften können alle unter dem Thema „Naturwissenschaften in der Küche“ zusammengefasst werden. In einem fächerübergreifenden Unterricht können die Naturwissenschaften jeweils voneinander profitieren und sich gegenseitig ergänzen.

Um den Unterricht noch authentischer zu gestalten, könnte dieser in eine Küche verlegt werden, sofern eine Schulküche vorhanden ist. Das Experimentieren in einer richtigen Küche kann den Unterricht authentischer, lebhafter und damit für die SuS attraktiver als den herkömmliche Unterricht im Klassenzimmer gestalten.

Darüber hinaus kann im Physikunterricht mit Gegenständen aus der Küche experimentiert werden, ohne den eigentlichen Verwendungszweck der Gegenstände zu beachten, beispielsweise kann ein Elektroskop in einem Honigglas oder eine Zitronenbatterie gebaut werden. Die Verwendung alltäglicher Gegenstände kann motivierend wirken, da diese den SuS vertraut sind und sie die Experimente gegebenenfalls zu Hause nachstellen können. Dieses Vorgehen wirkt motivierender als die Verwendung von Gegenständen, die ausschließlich für den Physikunterricht hergestellt wurden und im alltäglichen Leben keine Verwendung finden.

Insgesamt bietet das Thema „Physik in der Küche“ also unterschiedliche Möglichkeiten zur Erweiterung und Ergänzung, welche den Schulunterricht aufwerten und bereichern können.

10. Literaturverzeichnis

- [1] http://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/fachbereich_physik/didaktik_physik/publikationen/physik_eine_perspektiv_der_realit_t.pdf (aufgerufen am 06.10.2013)
- [2] Müller, R. „Motivation geht durch den Magen“ in „Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule“ Heft 3/57, Aulis Verlag Deubner, Köln/Leipzig 2008 (S. 4)
- [3] Mennerich, C., Müller, R. und Süllo, S. „Physik in drei Gängen – Das Kochen als Kontext zum Thema Wärmeübertragung“ in „Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule“ Heft 3/57, Aulis Verlag Deubner, Köln/Leipzig 2008 (S. 5 – 14)
- [4] <http://www.duden.de/rechtschreibung/Physik> (aufgerufen am 05.10.2013)
- [5] Gruber, Werner „Die Genussformel-Kulinarische Physik“, Ecowin Verlag GmbH, Salzburg 2008
- [6] Barham, Peter „Die letzten Geheimnisse der Kochkunst“, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg 2004
- [7] Vilgis, Thomas „Die Molekül-Küche – Physik und Chemie des feinen Geschmacks“, Hirzel-Verlag, Stuttgart 2008
- [8] Kruse, Ingrid „Einstein in der Küche – oder warum das Wasser Tango tanzt“, Aulis Verlag Deubner, Köln 2006
- [9] Zwioerek, Sigrid „Mädchen und Jungen im Physikunterricht“ in Mikelskis, Helmut F. (Hrsg.) „Physikdidaktik – Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II“, Cornelsen Verlag, Berlin 2006 (S.73 – 84)
- [10] Heer, Rüdiger „Ja mag denn wirklich keiner Physik?“, Books on Demand GmbH, Norderstedt 2006
- [11] Görtz, C., Kaufmann, C. „Erwartungen an den Physikunterricht aus Schülersicht“ in „Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule“ Heft 1/49, Aulis Verlag Deubner, Köln/Leipzig 2000 (S. 7 – 8)
- [12] Claas, H. – J. „Gedanken eines Physiklehrers zum Millennium“ in „Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule“ Heft 1/49, Aulis Verlag Deubner, Köln/Leipzig 2000 (S. 5 – 7)

-
- [13] Wodzinski, Rita „Mädchen im Physikunterricht“ in Kircher, Girowidz, Häußler (Hrsg.): „Physikdidaktik Theorie und Praxis“, Springer-Verlag, Heidelberg 2009 (S.583 – 604)
- [14] Kessels, Ursula „Undoing Gender in der Schule – Eine empirische Studie über Koedukation und Geschlechtsidentität im Physikunterricht“, Juventa-Verlag, Weinheim und München 2002
- [15] Loos, H. „Physik – ist alles und überall – Physik für Mädchen und Jungen“ in „Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule“ Heft 1/51, Aulis Verlag Deubner, Köln/Leipzig 2002 (S. 17 – 27)
- [16] Berge, O.E. und Duit, R. in „Den Physikunterricht effektiver und erfreulicher machen – Fach, Fachdidaktik, Erziehungswissenschaft und Unterrichtspraxis in einem Boot“ in „Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule“ Heft 1/49, Aulis Verlag Deubner, Köln/Leipzig 2000 (S. 9 – 13)
- [17] Berger, R. „Das Mikrowellengerät – ein interessanter Küchenhelfer“ in „Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule“ Heft 2/51, Aulis Verlag Deubner, Köln/Leipzig 2002 (S. 9 – 17)
- [18] Müller, Rainer „Kontextorientierung und Alltagsbezug“ in Mikelskis, Helmut F. (Hrsg.) „Physikdidaktik – Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II“, Cornelsen Verlag, Berlin 2006 (S.102 – 112ff)
- [19] Pientka, H. „Technik als Motivation“ in „Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule“ Heft 2/51, Aulis Verlag Deubner, Köln/Leipzig 2002 (S. 1)
- [20] Spiegel, R. „Technik – mehr als nur Motivation im Physikunterricht“ in „Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule“ Heft 2/51, Aulis Verlag Deubner, Köln/Leipzig 2002 (S. 2 – 8)
- [21] http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2003/2003_03_28-Sicherheit-im-Unterricht.pdf (aufgerufen am 01.12.2013)
- [22] <https://kultusministerium.hessen.de/schule/schulrecht> (aufgerufen am 01.12.2013)
- [23] http://www.uk-nord.de/fileadmin/user_upload/pdf/sicherheitstipps/Sicherheitstipp_104.pdf (aufgerufen am 01.12.2013)

-
- [24] Kircher, Ernst in Kircher, Girowidz, Häußler (Hrsg.): „Physikdidaktik Theorie und Praxis“, Springer-Verlag, Heidelberg 2009 (S.83 – 114)
- [25] Hessisches Kultusministerium „Lehrplan Physik – Gymnasialer Bildungsgang – Jahrgangsstufen 6G bis 9G und gymnasiale Oberstufe“, Wiesbaden 2010
- [26] Hessisches Kultusministerium: „Bildungsstandards und Inhaltsfelder – Das neue Kerncurriculum für Hessen – Sekundarstufe I – Gymnasium – Physik“, Wiesbaden 2013
- [27] Bleichroth, Wolfgang, Dahncke, Helmut, Jung, Walter, Kuhn, Wilfried, Merzyn, Gottfried und Weltner, Klaus „Fachdidaktik Physik“, Aulis Verlag Deubner, Köln 1999
- [28] <http://www.srf.ch/sendungen/einstein/bruenstig-kuh-schickt-sms-hilfe-im-cockpit-kochen-im-labor> (aufgerufen am 22.09.2013)
- [29] Hessisches Kultusministerium: „Handreichungen zum Lehrplan Physik“, Wiesbaden 2012
- [30] Bürger, Wolfgang: „Der paradoxe Eierkocher – Physikalische Spielereien aus Professor Bürgers Kabinett“, Birkhäuser Verlag, Basel 1995
- [31] <http://www.fachschaft.physik.tu-darmstadt.de/cms/uploads/media/Versuchsbeschreibungen.pdf> (aufgerufen am 21.11.2013)
- [32] Prof. Dr. habil. Meyer, Lothar und Dr. Schmidt, Gerd-Dietrich (Hrsg.) „Duden Physik 8 – Gymnasium Hessen“, Duden Paetec GmbH, Berlin 2012
- [33] Boysen, Gerd et al. „Fokus Physik Gymnasium 8“, Cornelsen-Verlag, Berlin 2008
- [34] http://www.herd.josefscholz.de/7Takt/4_und_7_Takt.html (aufgerufen am 23.11.2013)
- [35] <http://www.physikfuerkids.de/lab1/versuche/saugprob/> (aufgerufen am 15.11.2013)
- [36] Demtröder, Wolfgang „Experimentalphysik 2“, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg und New York 2006 (S.341f)
- [37] Meschede, Dieter „Gerthsen Physik“, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg und New York 2006 (S.563f)

-
- [38] http://www.lehrer.uni-karlsruhe.de/~za204/Anleitungen/Anleitung_Mikrowelle_Tobias.pdf (S.7) (aufgerufen am 02.12.2013)
- [39] <http://image01.otto.de/pool/formatpdf/2244679.pdf> (S.9) (aufgerufen am 02.12.2013)
- [40] http://cdn.billiger.com/dynimg/xO2eGkzKJi8X90aFpmTDmHt4H9rycHjeBa9LTdXG2DAYuybZPrIHW5zcWbtFr3nTP_i_MpXd-Fmgbn5wv1uizo/Bedienungsanleitung.pdf (S.15) (aufgerufen am 02.12.2013)

Die Gültigkeit aller verwendeten Internet-Links wurde am 06.12.2013 überprüft.

11. Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1* *Sieben-Takt-Schaltung:* (http://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/uploads/media/Loesungsprinzipien_untersuchen_und_entdecken.pdf) (aufgerufen am 23.11.2013)
- Abb. 2* *Toaster:* <http://sr.photos1.fotosearch.com/bthumb/IMZ/IMZ004/vmo0421.jpg> (aufgerufen am 10.10.2013)
- Abb. 3* *Stromtarif Entega:* <http://www.entega.de/servicesseiten/oekostrom/oekostrom/> (aufgerufen am 24.09.2013)
- Abb. 4* *Stromtarif Eon:* <https://www.eon.de/de/eonde/pk/produkteUndPreise/Strom/index.htm> (aufgerufen am 24.09.2013)
- Abb. 5* *Stromtarif Mainova:* <http://www.mainova.de/> (aufgerufen am 24.09.2013)
- Abb. 6* *Stromtarif Yello:* http://www.yellostrom.de/energie-aus-einer-hand?vp=sem&mc=sem.google.G_10_YellostromBrand.009-Yello.yello (aufgerufen am 24.09.2013)
- Abb. 7* *Gastarif Entega:* <http://www.entega.de/servicesseiten/erdgas/entega-klimaneutrales-erdgas/> (aufgerufen am 24.09.2013)
- Abb. 8* *Gastarif Eon:* <https://www.eon.de/de/eonde/pk/produkteUndPreise/Erdgas/index.htm> (aufgerufen am 24.09.2013)

-
- Abb. 9 *Gastarif Yello*: http://www.yellostrom.de/energie-aus-einer-hand?vp=sem &mc=sem.google.G_10_YellostromBrand.009-Yello.yello (aufgerufen am 24.09.2013)
- Abb. 10 *Gastarif Mainova*: <http://www.mainova.de/> (aufgerufen am 24.09.2013)
- Abb. 11 *Wasserkocher mit offener Heizspirale*: <http://www.uni-duesseldorf.de/MathNat/Biologie/Didaktik/Atmung/start/struktur/ov/bsp/technik/starttec.html> (aufgerufen am 11.10.2013)
- Abb. 12 *Offene Heizspirale*: <http://www.uni-duesseldorf.de/MathNat/Biologie/Didaktik/Atmung/start/struktur/ov/bsp/technik/starttec.html> (aufgerufen am 11.10.2013)
- Abb. 13 *Heizdrähte in Haushaltsgeräten*: Boysen, Gerd et al. „Fokus Physik Gymnasium 7“ Cornelsen Verlag, Berlin 2007 S.118
- Abb. 14 *Inneres einer Induktionskochplatte*: http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/physik/online_material/e_lehre_2/lenz/induktionsherd.htm (aufgerufen am 25.09.2013)
- Abb. 15 *Inneres der im Unterricht verwendeten Induktionskochplatte*: Dieses Bild wurde eigens für die vorliegende Arbeit von mir angefertigt.
- Abb. 16 *Wurst, die an die Netzspannung angeschlossen wird*: Diese Skizze wurde eigens für die vorliegende Arbeit von mir angefertigt.
- Abb. 17 *Leiterschleife mit eingebauter Glühbirne auf Induktionskochplatte*: Diese Skizze wurde eigens für die vorliegende Arbeit von mir angefertigt.
- Abb. 18 *Leiterschleife mit Spannungsmessgerät auf Induktionskochplatte*: Diese Skizze wurde eigens für die vorliegende Arbeit von mir angefertigt.
- Abb. 19 *Zwei Spannungen mit unterschiedlichen Frequenzen*: Diese Skizze wurde eigens für die vorliegende Arbeit von mir angefertigt.
- Abb. 20 *Eis zwischen Mikrowellensender und –empfänger*: Diese Skizze wurde eigens für die vorliegende Arbeit von mir angefertigt.
- Abb. 21 *Feinmaschiges Gitter zwischen Mikrowellensender und –empfänger*: Diese Skizze wurde eigens für die vorliegende Arbeit von mir angefertigt.

Abb. 22 *Energiekostenmessgerät*: http://www.conrad.de/medias/global/ce/1000_1999/1200/1250/1253/125319_BB_00_FB.EPS_1000.jpg (aufgerufen am 20.09.2013)

Abb. 23 *Leiterschleife mit leuchtender Glühlampe auf eingeschalteter Induktionskochplatte*: Dieses Bild wurde eigens für die vorliegende Arbeit von mir angefertigt.

Abb. 24 *Selbstgebautes Modell einer Induktionskochplatte (mit Metalldose als Topf)*: Dieses Bild wurde eigens für die vorliegende Arbeit von mir angefertigt.

Abb. 25 *Schaltbild eines Royer-Oszillators*: http://www.diodes.com/_files/products_appnote_pdfs/zetex/an14.pdf (aufgerufen am 27.09.2013)

Die Gültigkeit aller verwendeten Internet-Links wurde am 06.12.2013 überprüft.

12. Anhang

A Arbeitsanweisungen für den Unterricht

A1 Anleitungen zu den Stationen:

Station 1

Rühre einen Topf Suppe mit unterschiedlichen Löffeln um (Holz, Metall, Kunststoff). Was beobachtest du, wenn du die Löffel einige Zeit (mindestens 2 Minuten) in der Flüssigkeit verweilen lässt und dabei gelegentlich umrührst? Berühre die Löffel in unterschiedlichen Höhen, ohne dich an der heißen Flüssigkeit zu verbrennen. Versuche deine Beobachtungen zu erklären.

Station 2

Häufig sind Küchen oder zumindest die Zeile vor dem Herd und der Spüle gefliest. Darauf zu stehen kann unangenehm sein. Stelle dich barfuß auf eine Fliese, auf den Teppich und auf ein Stück Holz. Wie fühlt sich das an, auf den einzelnen Materialien zu stehen, hast du warme oder kalte Füße? Versuche deine Beobachtungen zu erklären.

Station 3

Fasse mit einem feuchten und einem trockenen Tuch jeweils einen warmen Gegenstand an. Macht es einen Unterschied, ob du den nassen oder den trockenen Topflappen verwendest? Wie kann man das erklären? Was bedeutet das für den Umgang mit Topflappen?

Station 4

Erhitze eine kleine Menge Wasser (zum Beispiel 200 ml) jeweils in einem Glastopf und einem Aluminiumtopf. Achte darauf, dass du in beide Töpfe gleichviel Wasser füllst und die Herdplatten zu Beginn des Experimentes entweder beide kalt oder beide heiß sind. Stoppe jeweils die Zeit, bis das Wasser anfängt zu kochen. Was stellst du fest? Begründe deine Beobachtung. Zusatzfrage: Was bedeutet das für die Herstellung von Kochtöpfen?

Station 5 (Zusatzstation)

In Restaurants werden Wasserflaschen häufig in einem speziellen Behälter serviert, damit das Getränk länger kalt bleibt. Schau dir diesen Behälter genau an und versuche zu erklären, warum das Wasser darin nicht so schnell warm wird.

Station 6 (Zusatzstation)

Heute hast du einige Beispiele aus der Küche kennen gelernt, in denen Wärme gut oder schlecht geleitet wird. Überlege dir weitere Beispiele aus dem alltäglichen Leben, in denen Wärmeleitung stattfindet. Ist die Wärmeleitung hier erwünscht oder nicht? Wenn sie nicht erwünscht ist, wie könnte sie dann reduziert werden?

Hausaufgabe

Baue eine Thermoskanne. Schreibe auf, wie du vorgegangen bist, und erkläre, warum du so vorgegangen bist.

Eine mögliche Materialauswahl könnte folgende sein: Ein großes Glas, ein kleines Glas (das in das große hineinpasst), ein Stück Styropor und Aluminiumfolie.

B Arbeitsblätter

B1 Arbeitsblatt 1:

Klasse 7

Wärmewirkung des elektrischen Stromes

In vielen Haushaltsgeräten wird die Wärmewirkung von Strom genutzt. Aber wie funktionieren diese Haushaltsgeräte tatsächlich? Zwei dieser Geräte werden wir in Modellversuchen genauer untersuchen.

Aufgabe 1:

a) Baue das Modell eines Toasters. Hierfür stehen dir ein Brett mit Nägeln und ein etwa 50 cm langes Stück Draht zur Verfügung. Wickle den Draht um die Nägel, so dass er möglichst weit oben sitzt und gespannt ist. Lasse nun Strom durch den Draht fließen und versuche eine Scheibe Toast zu toasten (Vorsicht: Der Draht soll nicht durchbrennen!). Notiere deine Beobachtungen.



Abb. 2 Toaster

b) Ein Freund von dir weiß nicht, wie ein Toaster funktioniert. Versuche es ihm in einem Brief zu erklären.

c) Wie unterscheidet sich der selbstgebaute Toaster von einem gekauften Toaster?

Aufgabe 2:

Versuche mit einem stromdurchflossenen Stück Draht Wasser zu erwärmen. Notiere dein Vorgehen, überlege dir dabei genau, welche Form der Draht im Wasser haben sollte und erkläre warum.

Auf welche Temperatur kannst du das Wasser erwärmen?

B2 Arbeitsblatt 2:

Stromtarife:

Tarif	Kosten im 1. Jahr	entspricht monatlich
ENTEGA Ökostrom	1.307,40 € ⓘ	108,95 € ⓘ
Grundpreis:	8,00 € / Monat	
Arbeitspreis:	26,92 Ct / kWh	
Angebotsdatum:	12.05.2013	Preisgarantie*: 12 Monate
Angebot gültig bis:	26.05.2013	Mindestvertragslaufzeit: 12 Monate



Abb. 3 Stromtarif Entega

E.ON DirektStrom

Direkt geht's günstiger

65 €
Bonus sichern

Arbeitspreis pro kWh: 26,64 Cent (22,39 Cent netto)	Jahrespreis: 686,11 Euro
Grundpreis pro Jahr: 85,00 Euro (71,43 Euro netto)	Monatspreis:
Einmaliger Bonus: 65 Euro ¹⁾	ca. 57 Euro

[Online abschließen](#)

Preisstand 01.04.2013. Alle Preise sind gerundete Bruttopreise inkl. 19% Umsatzsteuer.

¹⁾ Einmaliger Bonus für Neukunden. Neukunde ist, wer in den letzten sechs Monaten vor Auftragsingang an der angegebenen Verbrauchsstelle kein E.ON-Kunde war.

Die Berechnung gilt für Postleitzahl 64283 und einen Jahresverbrauch von 2.500 kWh.

[▶ Jahresverbrauch ändern](#)

Abb. 4 Stromtarif Eon

	Mainova Strom Direkt	Novanatur
Tarif	Online-Tarif	Naturstrom-Tarif
Gesamtpreis *	1.053,94 €	1.098,56 €
Grundpreis	89,00 €/Jahr	89,00 €/Jahr
Arbeitspreis	25,29 ct/kWh	26,33 ct/kWh
Neukundenbonus **	100,00 €	100,00 €
Preisgarantie	6 Monate	6 Monate
Erweiterte Preisgarantie ***	<input type="checkbox"/> 30,46 € ⓘ	keine
Mindestvertragslaufzeit	keine	keine
Weitere Informationen	Detailinfos ⓘ	Detailinfos ⓘ
	drucken	drucken
	<input checked="" type="radio"/> auswählen	<input type="radio"/> auswählen

Abb. 5 Stromtarif Mainova

 <p>Strom Classic. Ausgezeichnet von Stiftung Warentest & Focus Money.</p> <p>Das erwartet Sie bei diesem Tarif:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 1 Jahr volle Preisgarantie - inkl. Steuern und Abgaben ✓ Keine Mindestvertragslaufzeit ✓ Sehr gute Vertragsbedingungen bestätigt von Stiftung Warentest (test, 10/2009) ✓ Kostenlose Hotline rund um die Uhr <p>Das können Sie zusätzlich wählen:</p> <p><input type="checkbox"/> <u>100% Ökostrom</u> - nur 0,3 Cent/kWh mehr</p> <p>11,07 € 26,77 Cent</p> <p><small>Grundpreis pro Monat Verbrauchspreis pro kWh</small></p>	 <p>Strom Online. Der günstigere dank Online Verwaltung.</p> <p>Das erwartet Sie bei diesem Tarif:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Preisvorteil durch Online-Kundenservice ✓ 1 Jahr Preisgarantie - ausgenommen Steuern und Abgaben ✓ 1 Jahr Mindestvertragslaufzeit <p>Das können Sie zusätzlich wählen:</p> <p><input type="checkbox"/> <u>100% Ökostrom</u> - nur 0,3 Cent/kWh mehr</p> <p>10,07 € 25,27 Cent ⓘ</p> <p><small>Grundpreis pro Monat Verbrauchspreis pro kWh inkl. Rabatt im 1. Jahr</small></p>
--	---

Abb. 6 Stromtarif Yello

Gastarife:

Tarif	Kosten im 1. Jahr	entspricht monatlich
ENTEGA Klimaneutrales Erdgas	1.500,00 € ⓘ	125,00 € ⓘ
Grundpreis:	10,00 € / Monat	
Arbeitspreis:	6,90 Ct / kWh	
Angebotsdatum:	12.05.2013	Preisgarantie**:
Angebot gültig bis:	26.05.2013	Mindestvertragslaufzeit:
		12 Monate
		12 Monate



Abb. 7 Gastarif Entega

E.ON KonstantErdgas: Faire Preise mit Garantie

Ihre Vorteile

- ✓ Stabile Preise: Preisgarantie bis 31. August 2013
- ✓ 'Mein E.ON': mit dem Serviceportal jederzeit alles im Überblick
- ✓ Attraktive Konditionen: fair und sicher

Ihr Preis

Preisstand: 01.07.2012

Grundpreis pro Jahr: 166,60 Euro
Arbeitspreis pro kWh: 5,81 Cent
Jahrespreis: 1.357,08 Euro
Monatspreis: ca. **113 Euro**

[Details anzeigen](#) [Online abschließen](#)

Abb. 8 Gastarif Eon

mainova

Mainova Erdgas Direkt

Tarif: Online-Tarif

Gesamtpreis*: **1.418,60 €**

Grundpreis: 175,00 €/Jahr

Arbeitspreis: 5,89 ct/kWh

Neukundenbonus**: 170,00 €

Preisgarantie: 6 Monate

Erweiterte Preisgarantie***: 43,20 € [i](#)

Klimaschutzoption****: 84,00 € [i](#)

Mindestvertragslaufzeit: keine

Weitere Informationen: [Detailinfos](#) [i](#)

[drucken](#)

auswählen

Abb. 9 Gastarif Mainova

Yello Gas.
Unsere Antwort auf günstigen gelben Strom.

Jetzt sichern: 35 € Wechselbonus!

Das erwartet Sie bei Yello Gas:

- ✓ 1 Jahr volle Preisgarantie - inkl. Steuern und Abgaben
- ✓ 1 Jahr Mindestvertragslaufzeit
- ✓ Kostenlose Hotline rund um die Uhr

→ [Mehr Infos zu Yello Gas](#)

19,29 € 6,23 Cent

Grundpreis pro Monat Verbrauchspreis pro kWh

Yello Gas bestellen

Auch für Yello Kunden.

Abb. 10 Gastarif Yello

B3 Arbeitsblatt 3

Beantworten Sie die folgenden Fragen zum Mikrowellenherd, begründen Sie Ihre Antworten.

1. Ist es möglich, Eier im Mikrowellenherd zu kochen?
2. Warum sind in Deckeln von Mikrowellengeschirr häufig Löcher eingebracht?
3. Ist es möglich, Popcorn im Mikrowellenherd zuzubereiten?
4. Wovon hängt die Zeit ab, die Lebensmittel benötigen, um im Mikrowellenherd erhitzt zu werden?
5. Kann ein Steak im Mikrowellenherd gegart werden? Ist dieses Vorgehen zu empfehlen?
6. Kann jedes beliebige Lebensmittel im Mikrowellenherd erhitzt werden?

C Folien

C1 Folie 1:

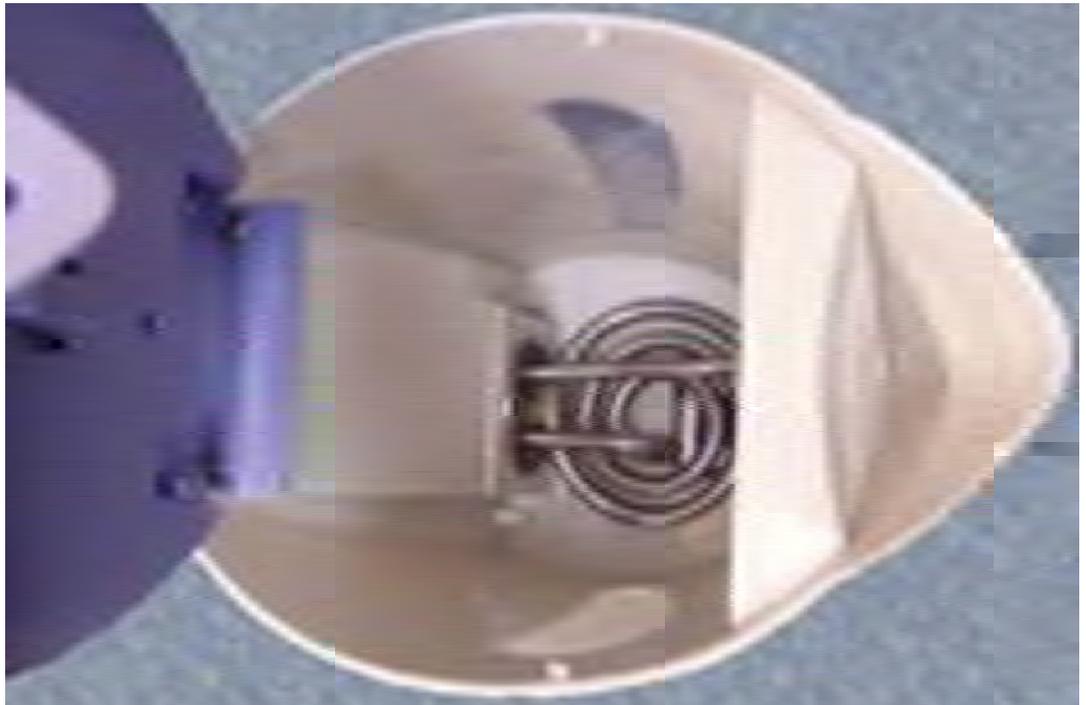


Abb. 11 Wasserkocher mit offener Heizspirale



Abb. 12 offene Heizspirale

C2 Folie 2:



Abb. 13 Heizdrähte in Haushaltsgeräten

C3 Folie 3:

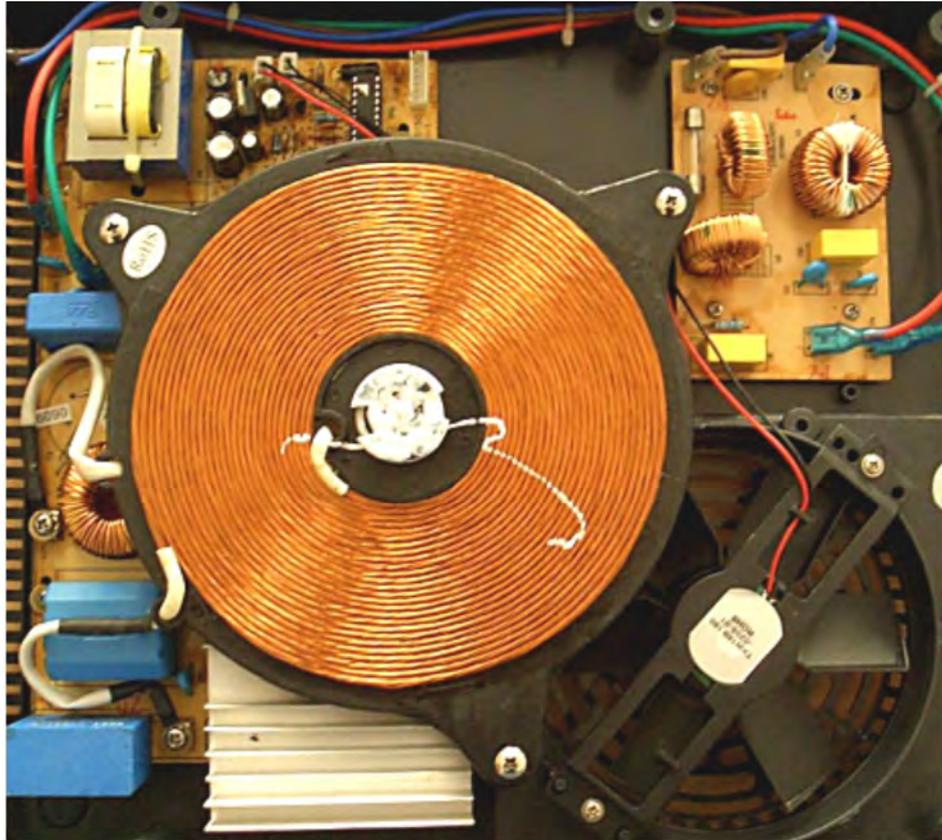


Abb. 14 Inneres einer Induktionskochplatte

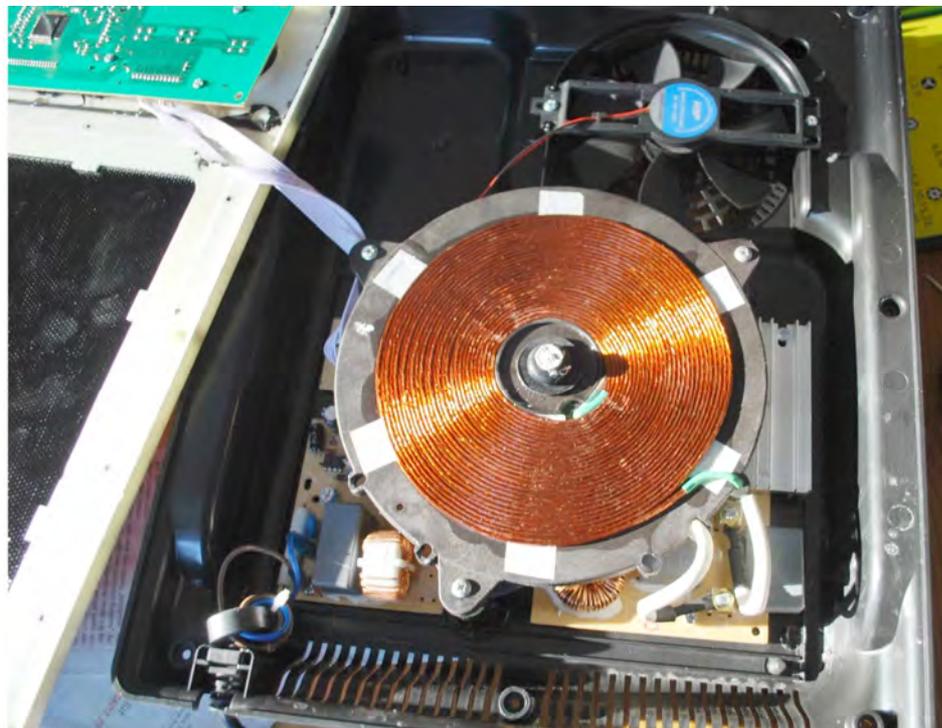


Abb. 15 Inneres der im Unterricht verwendeten Induktionskochplatte

D Tafelbilder

Die Skizzen im folgenden Abschnitt wurden von Hand angefertigt, da es sich um Skizzen zu Tafelbildern handelt, welche in der Schule ebenfalls von Hand angefertigt werden.

D1 Tafelbild 1:

Innerhalb eines Körpers kann Wärme durch Wärmeleitung von einer Stelle höherer Temperatur zu einer Stelle niedrigerer Temperatur übertragen werden.

D2 Tafelbild 2:

Haushaltsgeräte, bei denen die Wärmewirkung von Strom genutzt wird:

- Toaster
- Wasserkocher
- Fön
- Herd
- Heizung
- ...

D3 Tafelbild 3:

Versuch

Durchführung: Eine Wurst wird mithilfe von zwei Gabeln eingespannt. An diese zwei Gabeln wird die Netzspannung angelegt. Die Wurst wird somit direkt an eine herkömmliche Steckdose, wie wir sie in jedem Haushalt finden, angeschlossen.

Skizze:

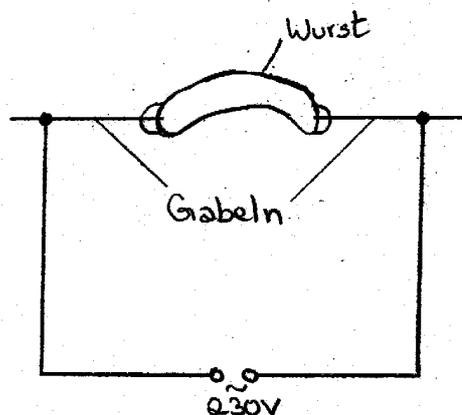


Abb. 16 Wurst, die an die Netzspannung angeschlossen wird

Beobachtung: Die Wurst fängt erst an zu dampfen, dann platzt sie auf. Sie ist sehr heiß geworden.

Erklärung: Die Wurst leitet den elektrischen Strom, durch dessen Wärmewirkung wird sie warm.

D4 Tafelbild 4:

Erhitzen von einem halben Liter Wasser bis zum Sieden auf einem Herd mit Heizspirale...

	...in einem Topf	...in einer dickwandigen Pfanne
benötigte...		
Leistung	1140 W	1140 W
Zeit	484 s	533 s
Energie	551.760 J	607.620 J

D5 Tafelbild 5:

Wie funktioniert ein Induktionsherd?

Versuch 1

Durchführung: Die Anschlüsse einer Glühlampe werden mittels einer Leiterschleife verbunden. Diese Leiterschleife wird auf eine eingeschaltete Induktionskochplatte gelegt. Zusätzlich wird ein Topf auf die Herdplatte gestellt.

Skizze:

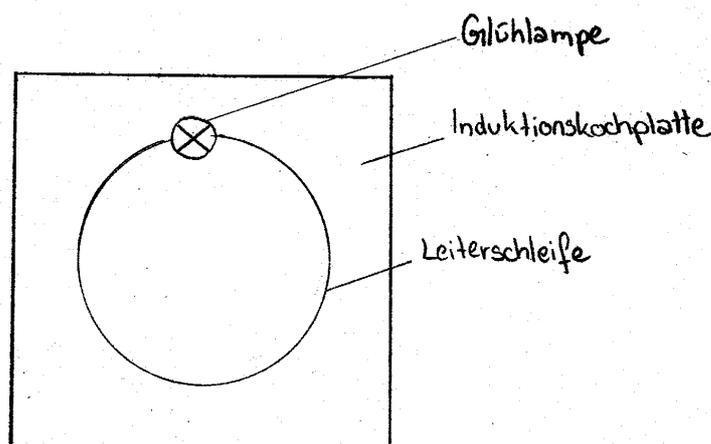


Abb. 17 Leiterschleife mit eingebauter Glühbirne auf Induktionskochplatte

Beobachtung: Die Glühlampe leuchtet.

Erklärung: Durch den Draht fließt ein Strom, es liegt also eine Spannung an.

D6 Tafelbild 6:

Versuch 2

Durchführung: Mithilfe einer Leiterschleife und einem Voltmeter wird die Spannung, die durch die Induktionskochplatte hervorgerufen wird, gemessen.

Skizze:

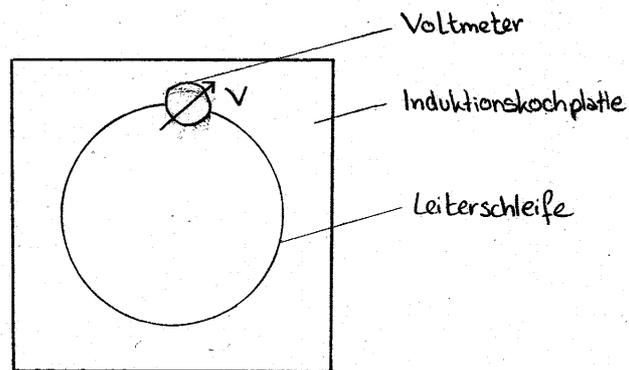


Abb. 18 Leiterschleife mit Spannungsmessgerät auf Induktionskochplatte

Beobachtung: Es wird eine Spannung von 6 V gemessen.

D7 Tafelbild 7:

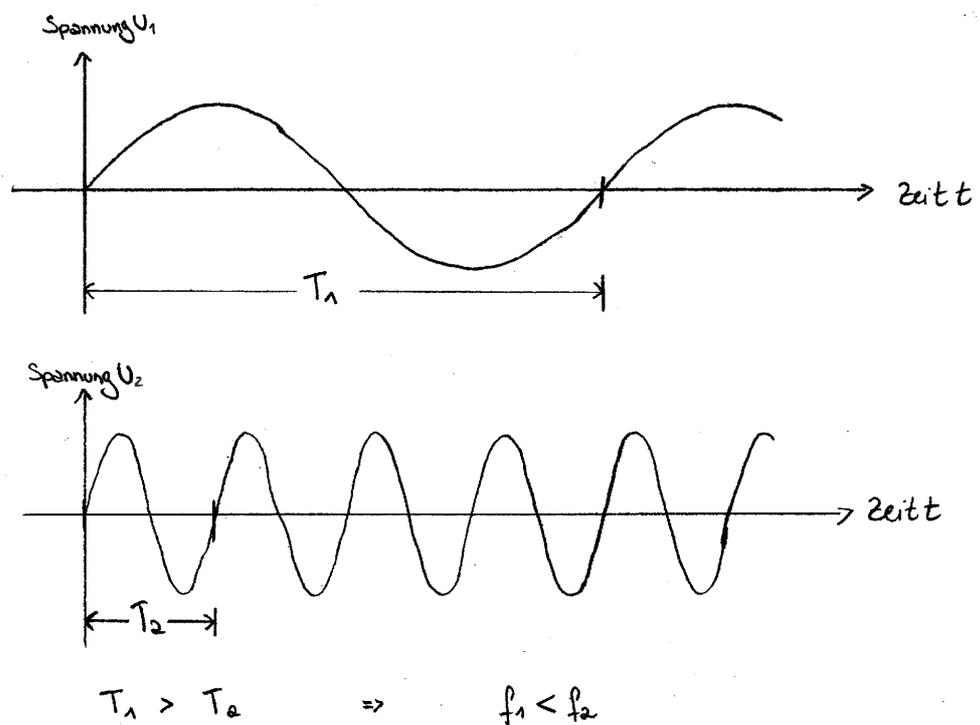


Abb. 19 Zwei Spannungen mit unterschiedlichen Frequenzen

Die Frequenz f eines sich regelmäßig wiederholenden Vorgangs ist der Kehrwert der Periodendauer T . Die Einheit der Frequenz ist Hertz (Hz) $1 \text{ Hz} = \frac{1}{\text{s}}$

$$f = \frac{1}{T}$$

Funktionsweise einer Induktionskochplatte:

In der Induktionskochplatte befindet sich eine Spule, durch die ein hochfrequenter Wechselstrom fließt. Dadurch wird ein sich permanent änderndes Magnetfeld erzeugt. Dieses Magnetfeld erzeugt im Topfboden Wirbelströme, durch die sich der Topfboden erwärmt. Zusätzlich werden durch das Magnetfeld die weiss'schen Bezirke umgeklappt, dies trägt ebenfalls zur Erwärmung bei.

Für einen Induktionsherd benötigt man spezielle, ferromagnetische Töpfe.

D8 Tafelbild 8:

Vorteile

- Anteil nicht genutzter Energie ist sehr gering
- Effizienz
- Kochfeld bleibt kalt, wird nur durch Rückstrahlung erwärmt
- Die Topfgröße muss nicht exakt mit der Herdplattengröße übereinstimmen
- Es werden auch Wirbelströme in den Topfwänden erzeugt

Nachteile

- Es werden spezielle Töpfe benötigt
- Es ist ein Lüfter erforderlich, der die Elektronik kühlt

D9 Tafelbild 9:

Mikrowellen

Glas, Porzellan, Holz, Papier und viele Kunststoffe transmittieren Mikrowellen.

Metalle reflektieren Mikrowellen.

Wasser absorbiert Mikrowellen.

D10 Tafelbild 10:

Versuch

Durchführung: Gefrorenes Wasser wird in den Mikrowellen-Strahlengang gebracht.

Skizze:

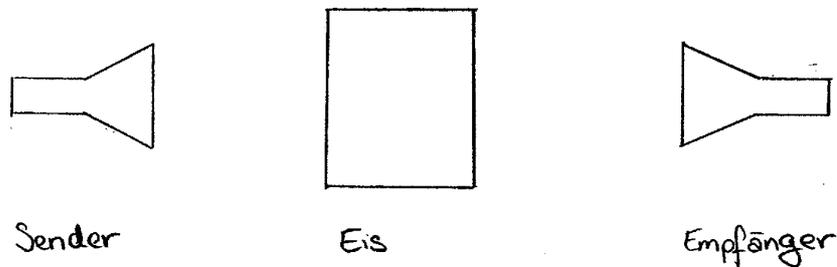


Abb. 20 Eis zwischen Mikrowellensender und -empfänger

Beobachtung: Mikrowellen können Eis durchdringen.

Erklärung: Die Wassermoleküle sind im Eis gebunden und können sich daher nicht bewegen. Gefrorene Speisen können dennoch im Mikrowellengerät aufgetaut werden, wenn eine kleine Menge Wasser auf die Speisen gegeben wird. Das Wasser erwärmt sich und die Wärme breitet sich durch die Wärmeleitung aus, so kann das Eis langsam schmelzen.

D11 Tafelbild 11:

Im Mikrowellenherd werden die Mikrowellen an den Wänden reflektiert. Sie überlagern sich, es entstehen Wellenknoten und -bäuche. Somit gibt es Stellen mit höherer und geringerer Intensität der Mikrowellenstrahlung. An diesen Stellen werden die Speisen unterschiedlich stark erwärmt, um dies auszugleichen, befinden sich die Speisen auf dem Drehteller in ständiger Bewegung.

D12 Tafelbild 12:

Versuch

Durchführung: Ein feinmaschiges Gitter wird in den Mikrowellen-Strahlengang gebracht.

Skizze:

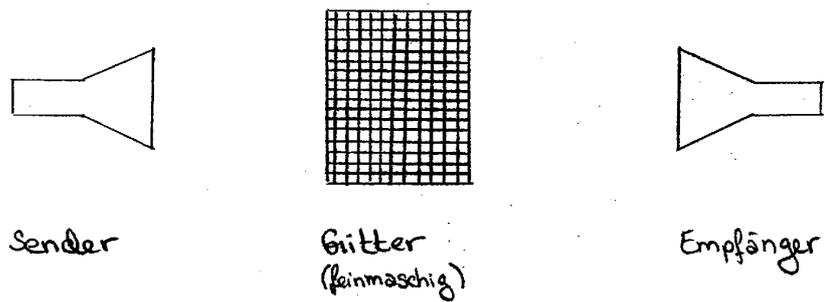


Abb. 21 Feinmaschiges Gitter zwischen Mikrowellensender und -empfänger

Beobachtung: Die Mikrowellen können das Gitter nicht durchdringen.

Erklärung: Die Mikrowellen werden von dem feinmaschigen Metallgitter reflektiert, da die Wellenlänge der Mikrowellenstrahlung deutlich größer als der Durchmesser der Gittermaschen ist.

D13 Tafelbild 13

Das Mikrowellengerät darf unter keinen Umständen leer in Betrieb genommen werden. Andernfalls wird die Energie der Mikrowellen nicht absorbiert und steht weiterhin zur Verfügung. Die durch die Mikrowellenstrahlung zur Verfügung stehende Energie erhöht sich somit stetig und gelangt schließlich auch in das Magnetron, welches dadurch beschädigt werden kann.

E Sonstige Materialien

E1 Formblatt „Regeln für den Physikunterricht“

Regeln für den Physikunterricht

1. Die naturwissenschaftlichen Räume dürfen nur unter Aufsicht einer Lehrperson betreten werden.
2. Jeder muss auf die Anweisungen der Lehrperson hören. Beim Experimentieren müssen die Versuchsanweisungen genau befolgt werden.
3. In Fachräumen darf nicht gegessen und getrunken werden. Getränke und Speisen müssen in den Schultaschen aufbewahrt werden. (Begründete Ausnahmen werden von der Lehrperson angekündigt.)
4. Beim Umgang mit elektrischem Strom, Chemikalien, Wärmequellen und Gegenständen aus Glas gilt besondere Vorsicht.
5. Vorsicht beim Umgang mit heißem Wasser, es besteht Verbrühungsgefahr.
6. Beim Umgang mit Feuer müssen lange Haare zusammengebunden werden und herunterhängende Schals oder Tücher ausgezogen werden. Nach vorne fallende Haare oder Kleidungsstücke können Feuer fangen.
7. Geräte müssen vorsichtig behandelt werden. Wenn dennoch etwas kaputt geht oder beschädigt wird, muss dies sofort der Lehrperson gemeldet werden.
8. Nach dem Experimentieren muss der Arbeitsplatz aufgeräumt und sauber hinterlassen werden. Alle benutzten Geräte müssen wieder ordentlich zurückgeräumt werden.

Ich habe die Regeln gelesen und verstanden. Ich werde mich jederzeit an die Regel halten.

Unterschrift (Schüler/in):

Ich habe die Regeln mit meinem Kind besprochen und es auf die Notwendigkeit der Regel sowie deren Einhaltung hingewiesen.

Unterschrift (Erziehungsberechtigte/r):

E2 Wattmeter

Für das häusliche Umfeld verwendbare Wattmeter werden unter dem Namen „Energiekostenmessgerät“ zum Preis von ca. zehn bis 50 Euro in diversen Onlineshops angeboten. Ein Beispiel ist in Abbildung 22 zu sehen. Diese Messgeräte werden vor dem Gerätestecker in die Steckdose eingebracht. Sie messen die Leistung des angeschlossenen Elektrogerätes sowie die Zeit seit Beginn der Inbetriebnahme und – vorausgesetzt, es werden zuvor Stromtarife eingegeben – auch die vom Elektrogerät verursachten Energiekosten.



Abb. 22 Energiekostenmessgerät

E3 Abbildung zur Unterrichtseinheit über Induktionskochplatten 1



Abb. 23 Leiterschleife mit leuchtender Glühlampe auf eingeschalteter Induktionskochplatte

E4 Abbildung zur Unterrichtseinheit über Induktionskochplatten 2

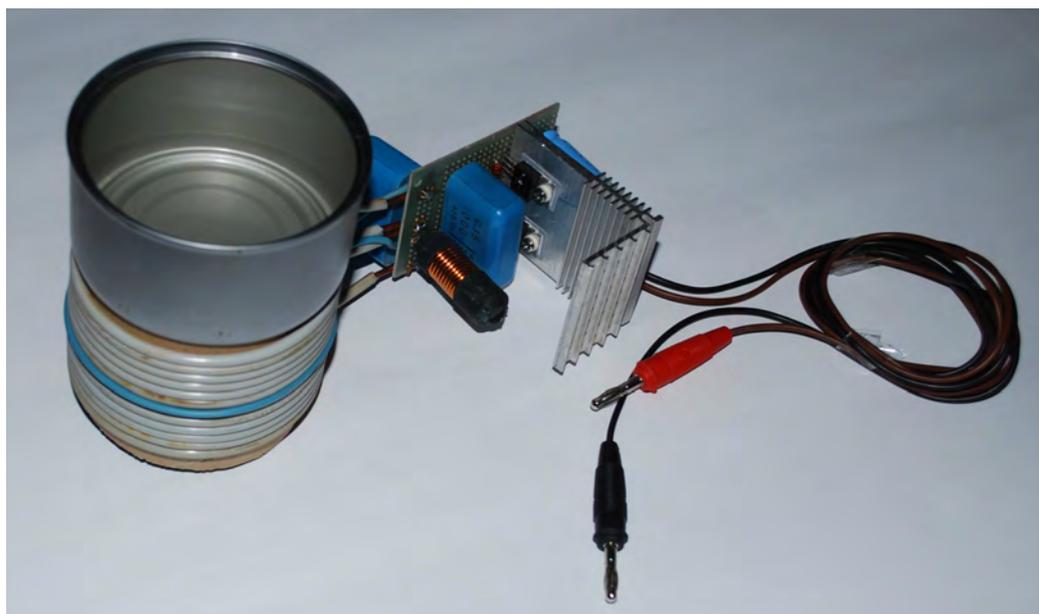


Abb. 24 Selbstgebautes Modell einer Induktionskochplatte (mit Metalldose als Topf)

E5 Email zum Bau einer Induktionskochplatte

Guten Tag Frau Dietz

Es freut mich, dass Ihnen unser Beitrag zum Thema Induktionsherd gefallen hat.

Kurt Frischknecht vom SRF hat Ihre Anfrage bezüglich unserer "Laborherdplatte" an mich weitergeleitet. Beim experimentellen Aufbau handelt es sich um eine Entwicklung eines Kollegen am ICOM der HSR; aber hier ein paar nützliche Infos:

- Es handelt sich prinzipiell um einen Royer-Oszillator (oder Royer Konverter), siehe Schema in Figur 3 dieses Dokuments: http://www.diodes.com/_files/products_appnote_pdfs/zetex/an14.pdf [vgl. Abb. 25 dieser Arbeit]

- Die Sekundärwicklung entfällt; stattdessen wird z.B. eine Eisen- oder Stahlplatte zur Wärmeentwicklung eingesetzt oder ein Ring aus Lötzinn zum Schmelzen gebracht.

- Das Wichtigste ist die Wahl der Transistoren: wir haben nach einigen Versuchen NTE337 (Distrelec: 610169) eingesetzt. Da kann man zu Demo zwecken kurzzeitig auch mit der Speisung auf ...50V aufdrehen und (kurzzeitig) höhere Ströme fließen lassen.

- Wichtig ist auch die Güte der Kondensatoren; wir empfehlen Folienkondensatoren der MKP- oder FKP-Typen (ja keine keramischen, da diese normalerweise zu hohe Verluste aufweisen). Wir haben sechs MKP10 22nF/2kV Kondensatoren (Distrelec: 828324) eingesetzt (es lohnt sich nicht, viel grössere Kondensatoren einzusetzen, da diese den Strom nicht handhaben können; hier gilt lieber ein paar Kleinere als ein Grosser). Daneben noch einen 470uF/50V Stützkondensator (Distrelec: 801195)

- Induktivität im Speiseweig: 25uH/3A (Distrelec: 351998)

- Für die Kupferwicklungen W2 und W3 empfehlen sich 3 bis 5 Windungen aus guter HF-Litze (z.B. Distrelec: 513413), Durchmesser z.B. 10cm. Da der Strom zwischen diesen Windungen und den Kondensatoren durch die Resonanzeigenschaften sehr gross ist (viel grösser als der Betriebsstrom, also z.B. 10A oder mehr), sollten die Leiterbahnen welche die Windungen und die Kondensatoren verbinden mit zusätzlichem Kupferdraht "verbreitert" werden.

- Die Rückkopplungswicklung W4 ist eine Windung aus normalem (z.B. 0.2mm) Kupferdraht.

Natürlich ist beim Aufbau Vorsicht geboten; die Spannungen können je nach dem zu gefährlich zum Anfassen sein (deshalb die Plexiglasscheibe an unserem Aufbau). Ausserdem sind die erzeugten Felder (im Bereich 100kHz) sehr stark und entsprechen höchstwahrscheinlich nicht den gesetzlich geregelten Maximalwerten. Für Unfälle, Sachschäden oder ähnliches übernehmen wir natürlich keinerlei Haftung.

Freundliche Grüsse

Hans-Dieter Lang

PhD Student

ECE Department, Electromagnetics Group

Bahen Centre for Information Technology, BA4170

University of Toronto

40 St. George Street, M5S 2E4

Toronto, ON, Canada

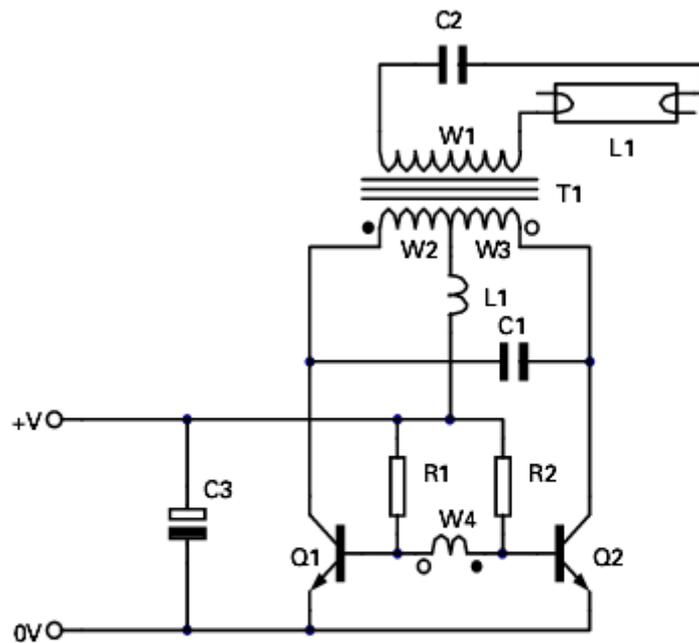


Figure 3.
Generalised Royer Converter.

Abb. 25 Schaltbild eines Royer-Oszillators

E6 Ausschnitte aus verschiedenen Betriebsanleitungen für Mikrowellengeräte

Inbetriebnahme und Gebrauch

Wichtige Hinweise

- Betreiben Sie die Mikrowelle niemals leer, das heißt ohne Gargut im Garraum.
- Verwenden Sie nur das beiliegende oder in dieser Anleitung als geeignet beschriebene Zubehör.
- Benutzen Sie im Mikrowellenbetrieb niemals Geschirr mit Metallverzierungen, metallisches Geschirr oder den Grillständer, da es sonst zu Beschädigungen am Gerät kommen kann.
- Der Drehteller wird nach einem Garvorgang mit Grill sehr heiß! Benutzen Sie daher unbedingt Topflappen oder hitzebeständige Handschuhe, wenn Sie ihn aus dem Garraum entnehmen.
- Verwenden Sie nur mikrowellengeeignetes Geschirr. Achten Sie beim Geschirrkau auf Kennzeichnungen wie „mikrowellengeeignet“ oder „Für die Mikrowelle“ (siehe „Mikrowellentaugliche Materialien“ auf Seite 11).
- Entfernen Sie keine Abdeckungen im Innenraum der Mikrowelle oder die Innenfolie des Sichtfensters, da sonst Mikrowellenstrahlung austreten kann.
- Lassen Sie das Gerät während des Betriebs niemals unbeaufsichtigt.

[38]

Besondere Sicherheitshinweise für den Umgang mit Mikrowellen

Mikrowellengeräte unterscheiden sich in einigen Punkten wesentlich von herkömmlichen Herden (siehe „Mikrowelle – was ist das?“, Seite 12). Beachten Sie deshalb ganz besonders die folgenden Sicherheitshinweise:



Gefahr!

Keine Speisen oder Flüssigkeiten in fest **verschlossenen** Behältern erhitzen! Diese können im Gerät platzen oder Sie beim Öffnen verletzen.

In der Mikrowelle erhitze Speisen werden zum Teil ungleichmäßig heiß. Außerdem werden die Gefäße meist nicht so heiß wie die Speisen. **Prüfen Sie** deshalb vorsichtig **die Temperatur der Speisen**, besonders für Kinder. **Verbrennungsgefahr!**



Achtung!

Gerät niemals ohne Drehteller und **niemals ohne Speisen** betreiben! Das Gerät kann Schaden nehmen.

Metall im Garraum führt zu Funkenschlag! Dies kann das Gerät beschädigen! Verwenden Sie deshalb **keine** Töpfe, Pfannen und Deckel aus **Metall**, sondern ausschließlich geeignetes Geschirr und Zubehör.

[39]

Allgemeine Sicherheitshinweise

HINWEIS

Beachten Sie für einen sicheren Umgang mit dem Gerät die folgenden allgemeinen Sicherheitshinweise:

- ▶ Kontrollieren Sie das Gerät vor der Verwendung auf äußere sichtbare Schäden. Nehmen Sie ein beschädigtes Gerät nicht in Betrieb.
- ▶ Bei Beschädigung der Anschlussleitung muss eine neue Anschlussleitung durch eine autorisierte Fachkraft installiert werden.
- ▶ Personen, die aufgrund ihrer körperlichen, geistigen oder motorischen Fähigkeiten nicht in der Lage sind das Gerät sicher zu bedienen, dürfen das Gerät nur unter Aufsicht oder Anweisung durch eine verantwortliche Person benutzen.
- ▶ Gestatten Sie Kindern die Benutzung des Gerätes nur unter Aufsicht.
- ▶ Das Gerät während des Betriebes nicht unbeaufsichtigt lassen.
- ▶ Betreiben Sie den Ofen nicht, wenn er leer ist. Das Gerät kann beschädigt werden.
- ▶ Das Gerät ist nicht zum Trocknen, Erwärmen oder Erhitzen von lebenden Tieren vorgesehen.

[40]

F Beiliegende CD

Dieser Arbeit liegt eine CD bei, auf der alle digitalen Quellen, auf die ich mich inhaltlich im Laufe der vorliegenden Arbeit beziehe, gespeichert sind. Darüber hinaus befindet sich auf dieser CD ein digitales Exemplar der vorliegenden Arbeit.

13. Danksagung

Ich möchte mich bei meinem Betreuer Erik Kremser für die Vergabe und Betreuung des sehr interessanten Themas dieser Arbeit bedanken. Diese Arbeit stellte eine große Chance dar, mich auf meinen späteren Beruf vorzubereiten und wichtige Erkenntnisse zur Unterrichtsvorbereitung sowie zur Einbindung der Physik in interessante Kontexte zu sammeln.

Ein besonderer Dank gilt auch den Lehrkräften, die Ihre Klassen und Unterrichtszeit für die Erprobungen meiner Unterrichtsentwürfe zur Verfügung gestellt, mich bei Fragen und Problemen im Vorfeld der Erprobung unterschützt und mir ein persönliches Feedback gegeben haben.

Darüber hinaus möchte ich meinen Eltern für die moralische und finanzielle Unterstützung sowohl während der Arbeit als auch während des gesamten Studiums danken. Ein besonderer Dank im Bezug auf diese Arbeit gilt meinem Vater, der mich stets bei der Materialbeschaffung unterstützt hat, und jederzeit für Fragen zur Verfügung stand.

Außerdem möchte ich den Assistenten der physikalischen Vorlesungssammlung danken, die mir bei Fragen oder der Materialbeschaffung geholfen haben.

Großer Dank gilt auch meinem Bruder und meinen Freunden, die mich bei dieser Arbeit unterstützt haben, sei es durch das Korrekturlesen oder einfach nur ihr Verständnis während einzelnen Phasen des Schreibens sowie Aufmerksamkeiten und Aufmunterungen. Insbesondere möchte ich auch meinem Freund für sein Verständnis und seine Unterstützung danken.

14. Erklärung

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

Darmstadt, den 10.12.2013