

Zauberkunst im Physikunterricht

Joachim Herold, Werner B. Schneider

Physikalisches Institut - Didaktik der Physik, Universität Erlangen-Nürnberg

Sucht man nach neuen Wegen, den Physikunterricht interessanter zu gestalten, so stößt man u.a. auch auf die Thematik „Zauberkunst“, denn viele Zauberkunststücke beruhen auf physikalischen Effekten. Wir sind daher der Frage genauer nachgegangen, inwieweit Zauberkunst für den Physikunterricht geeignet ist, denn Zauberkunst fasziniert, fesselt und begeistert Menschen jeder Altersklasse. Mit Zauberkunststücken kann man offensichtlich Interesse wecken. Aber ist Zaubern damit auch automatisch für den Physikunterricht geeignet? Oder entartet die Zauberkunst im Physikunterricht nur zur Show, bei der das Physiklernen und insgesamt die Anliegen der Naturwissenschaft Physik sozusagen unter den „Zaubertisch“ fallen?

Aber, kann man nicht doch mit Hilfe der Zauberkunst - trotz berechtigter Zweifel - erreichen, daß für den Schüler der jeweilige physikalische Sachverhalt wesentlich interessanter erscheint und eher gelernt wird?

1. Zauberkunst und Physik

Untersucht man die Geheimnisse der Zauberkunst näher, so stellt man fest, daß die Erfolge der heutigen Zauberer im wesentlichen darauf beruhen, Illusionen zu erzeugen und den Zuschauer dabei so geschickt zu lenken, daß er kaum eine Chance hat, den verwendeten Trick auch bei noch so genauem Hinschauen zu erkennen. Dies erfordert natürlich für den Zauberer ein hartes Training, um das für eine perfekte Show notwendige manuelle und psychologische Geschick zu erwerben.

Für den Physikunterricht sind daher die modernen Zaubershows kaum als Vorbild oder als Quelle von Anregungen zu gebrauchen. Dies liegt vor allem an folgenden Gegebenheiten:

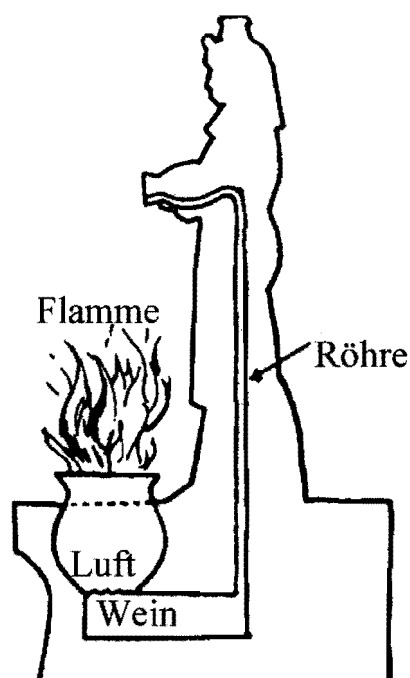
- Im Bereich der aktuellen Zauberkunst finden sich kaum geeignete Beispiele, durch die die im Schulunterricht besprochenen physikalischen Effekte in Anwendungen verdeutlicht werden können.

- Das Geheimnis des Zaubertricks darf nach einer Vereinbarung der Zaubergilde nur an Mitglieder der Gilde weitergegeben werden, damit es eben möglichst ein Geheimnis bleibt.
- Das Ziel im Unterricht sollte letztendlich das „Durchschauen“ des Tricks sein. Dies widerspricht jedoch gerade den Forderungen der Gilde der Zauberer.
- Der technische Aufwand bei aktuellen Zaubertricks überschreitet meistens die Möglichkeiten einer üblichen Physiksammlung.
- Nur in den seltensten Fällen wird ein Physiklehrer auch ein ausgebildeter Zauberer sein. Er wird in der Regel nicht die für einen Zauberer geforderten manuellen und psychologischen Fähigkeiten besitzen.

Diese Fakten lassen die Zauberkunst auf den ersten Blick für den Physikunterricht als nicht geeignet erscheinen. Bei näherem Hinschauen zeigt sich allerdings, daß die Zauberkunst unter Umgehung der obigen Punkte viele wertvolle Anregungen für den Unterricht geben kann, was im folgenden näher erläutert wird.

1.2 Verwendung von historischen Zauberkunststücken

Im Lauf der Geschichte der Zauberkunst haben eine Vielzahl von „Wundern“ die Zaubervorführungen bereichert, die bei genauerem



bereicherten, die bei genauerem Hinsehen auf einfachen physikalischen Gesetzmäßigkeiten beruhen. Sie bewirkten bei naturwissenschaftlich Ungebildeten zunächst ein Staunen und Wundern und schufen Ehrfurcht vor dem Phänomen. Beim heutigen Menschen sind naturwissenschaftliche Denkweisen und Grundkenntnisse in der Regel soweit ausgebildet, daß die Bereitschaft zum sich Wundern kaum noch vorhanden ist. Viele Phänomene scheinen leicht erklärbar und verlieren damit einen Großteil ihres magischen Reizes, obwohl sie im Detail wiederum von nur wenigen Menschen erklärt werden können.

Abbildung 1: Geheimnisvoller Altar (nach [1])

Ganz anders war dies z.B. zur Zeit der ägyptischen Hochkultur, aus der viele physikalische Zaubertricks

überliefert worden sind. Eine interessante Fundgrube stellen hier die sogenannten „Tempeltricks“ der Priester dar. Priester waren damals gleichzeitig Hüter der Religion und auch Träger des naturwissenschaftlichen Wissens und scheuten sich nicht, durch einige Tricks, die dieses Wissen ausnutzten, die Achtung der Gläubigen vor den Göttern zu vergrößern.

Ein bekannter Tempeltrick aus dieser Zeit ist z.B. der „Geheimnisvolle Altar“, der in Abb. 1 dargestellt ist. Eine mit dem Altar gekoppelte Statue gießt nach dem Entzünden eines auf dem Altartisch vorbereiteten Opferfeuers selbständig Wein in das Feuer. Dieser Trick beruht auf einer einfachen Anwendung der Wärmeausdehnung von Gasen und wird aus Abb. 1 ersichtlich.

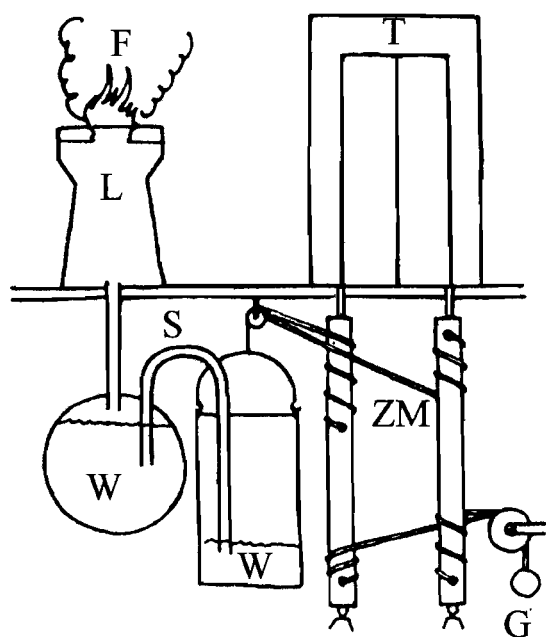


Abbildung 2: Sibyllinischer Tempel n. [1]
(L: Luft, F: Feuer, T: Tempeltor, S: Siphon,
ZM: Zugmechanismus, G: Gewicht, W:
Wasser)

Ähnlich funktionierte der Sibyllinische Tempel, ein weiterer Tempeltrick, der in Abb. 2 skizziert ist.

„Der Altar war hohl, oben abgeschlossen und nach unten durch ein Rohr mit einer halb mit Wasser gefüllten Kugel verbunden. Die Luft im Altar wurde durch das Feuer erhitzt und dehnte sich aus. Dadurch wurde Wasser über den Siphon in das zweite Gefäß gedrückt, welches so schwerer als das Gegengewicht wurde und beim Heruntersinken die Türen mit Hilfe einer Zugmechanik öffnete. Erlösch das Feuer auf dem Altar, so konnte durch die Siphon-Technik dem zweiten Behälter Wasser entzogen werden und die Türen schlossen sich“ (n. [1]).

Tricks dieser Art erscheinen uns naturwissenschaftlich und technisch aufgeklärten Menschen sicherlich nicht mehr allzu spektakulär und werden sicher nicht

mehr als Wunder anerkannt. Aber sie illustrieren sehr gut, daß Wissenschaft, Zauberkunst und Religion früher fast eine Einheit bildeten und nicht so scharf voneinander getrennt waren wie heute.

Eine noch größere Fundgrube für Zauberkunststücke, die vor allem physikalisches Wissen ausnutzen, findet sich in den Zauberanleitungen aus dem 18. und 19. Jahrhundert,

also aus einer Zeit, in der eine Vielzahl von neuen physikalischen Entdeckungen gemacht wurden, die zunächst nur den „Eingeweihten“ bekannt waren, und zur Belustigung der „unwissenden“ Gesellschaft gemäß der Methoden eines Zauberers vorgeführt wurden. Besonders beliebt waren die Präsentation von „elektrischen und optischen Wundern.“

Ein zur damaligen Zeit besonders beliebter Zaubertrick bestand darin, Spiegelungen in ihren vielen Abwandlungen einzusetzen. Als Beispiel sei hier das Kunststück „Blick durch feste Materie“ erwähnt, das in Abb. 3 dargestellt ist.

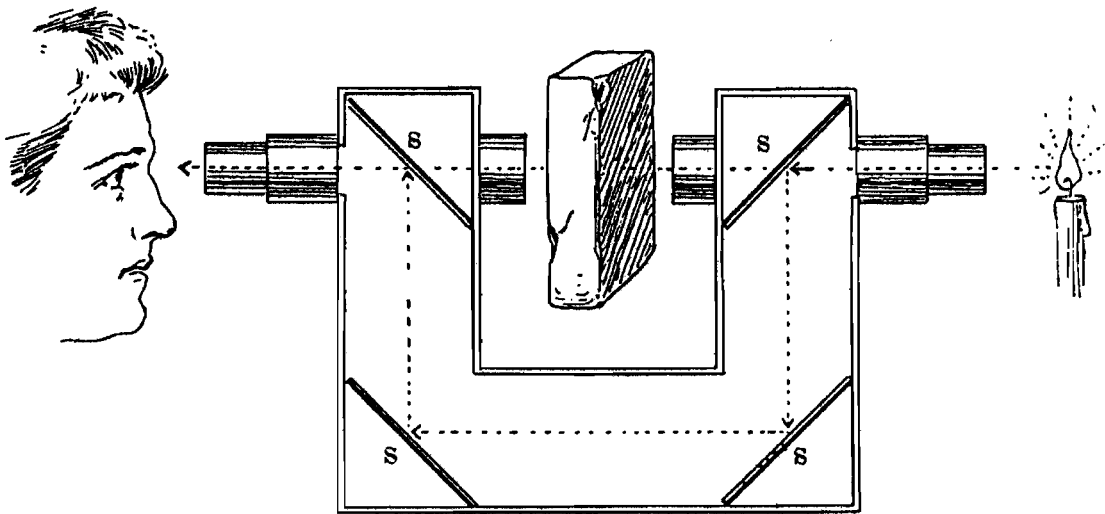


Abbildung 3: Blick durch „feste Materie“ nach [2] (S: Spiegel)

Spiegelkunststücke wirken einerseits auf den ersten Blick visuell sehr überraschend und zunächst unerklärlich. Andererseits stellen Sie aber eine besondere Herausforderung dar, sich mit dem zugrunde liegenden Prinzip und den Schwachstellen des angewendeten Tricks auseinanderzusetzen. Bei einer Anordnung nach Abb. 3 besteht die Schwachstelle darin, daß Gegenstände die man durch den „Apparat“ betrachtet wegen der veränderten Parallaxe weiter entfernt und etwas dunkler erscheinen, da durch die Mehrfachreflexion ein wahrnehmbarer Teil der anfänglichen Strahlungsleistung verloren geht.

Ein weiteres, spektakuläres Kunststück ist die sogenannte „redende Figur“ (nach [2]). Hier werden zwei Hohlspiegel für akustische Zwecke verwendet, die sich in zwei durch eine Papierwand getrennten Räumen gegenüberstehen. Im Brennpunkt des einen Spiegels befindet sich eine Skulptur und im anderen ein Hör- bzw. Sprechrohr. Spricht die

Person im Nachbarraum in das Sprechrohr, so wird dem Uneingeweihten ein „mystisches Gespräch“ der leblosen Figur vorgetäuscht.

Diese wenigen Beispiele können natürlich nur einen kleinen Einblick in die große Auswahl physikalischer Tricks aus der Geschichte der Zauberkunst geben. Allen ist gemeinsam, daß sie damals als Zaubertrick angesehen wurden, da beim Zuschauer die naturwissenschaftlichen Grundkenntnisse und technische Grunderfahrungen fehlten, um die Tricks zu durchschauen. Auch fehlte damals die heute oft zu beobachtende Grundeinstellung vieler Menschen, daß alles irgendwie erklärbar sein muß.

Für den Physikunterricht allerdings stellen diese historischen Zauberkunststücke eine wertvolle Fundgrube dar. Sie bieten den Vorteil, daß sie meistens auf einfachen physikalischen Gesetzmäßigkeiten beruhen, daß es ausführliche Anleitungen zur zunftgemäßen Vorführung gibt und daß kein Copyright der Gilde der Zauberer auf diese Kunststücke mehr besteht (z.B. [1] - [9]; Anmerkung: es handelt sich hier um zum Teil nur noch in Spezialbibliotheken zu findende Bücher, so daß sie schwer zugänglich sind. Wir planen jedoch, eine Reihe der dort dargestellten Tricks zusammenzustellen und zugänglich zu machen).

Dies gilt jedoch nicht für Kinder. Wir konnten beobachten, daß Kinder im Verlauf der Entwicklung ihres naturwissenschaftlichen Weltbildes offensichtlich einen ähnlichen Prozeß durchlaufen, wie ihn die Menschheit selbst im Laufe der Geschichte bereits durchlaufen hat. Es werden sich also - je nach Alter der Schüler - eine Reihe von Zauberkunststücken finden lassen, die für den Physikunterricht geeignet sind und gleichzeitig doch noch den Aspekt des Zaubers enthalten. Bei der Auswahl muß der Lehrer natürlich wissen, bis zu welchem Alter sich Kinder mit dem ausgewählten „physikalischen“ Zaubertrick noch täuschen lassen. In der Regel können diese Kunststücke ohne besonderen technischen Aufwand und ohne besondere manuellen Fähigkeiten vom Lehrer im Unterricht vorgeführt werden. Er muß jedoch doch noch etwas vom Zauberer lernen, was im folgenden erläutert wird.

1.2 Präsentation physikalischer Experimente durch einen Zauberer

Ist es nur die Auswahl geeigneter Kunststücke, die die Wirkung des Zaubers auf die Zuschauer begründet? Oder ist es auch die Art wie das Kunststück vorgeführt wird? Uns interessiert gerade der letzte Punkt, den wir anhand des folgenden Beispiels näher un-

tersucht haben. Dazu wurde ein physikalisches Zauberkunststück ausgesucht, das für Eingeweihte leicht durchschaubar ist, dem Nichteingeweihten jedoch viele Rätsel aufgibt und das zeigt, daß der Erfolg des Tricks beim Publikum wesentlich durch die Art der Vorführung bestimmt wird. Es handelt sich um die sogenannte Bumerang-Dose, die in Abb. 5 schematisch dargestellt ist.

Die Art der Präsentation läßt sich nur bedingt beschreiben. Wir appellieren hier etwas an die Phantasie der Lesers, sich anhand des Textes die Vorführung auszumalen, wie sie einmal durch einen Zauberer und zum anderen z.B. durch einen pragmatisch eingestellten

Physiker erfolgen könnte.

Der Zauberer präsentiert dem Publikum eine zylinderförmige Dose und behauptet mit ihr in magischer Verbindung zu stehen. Nach einer beschwörenden Handbewegung in Richtung Dose tritt er auch gleich den

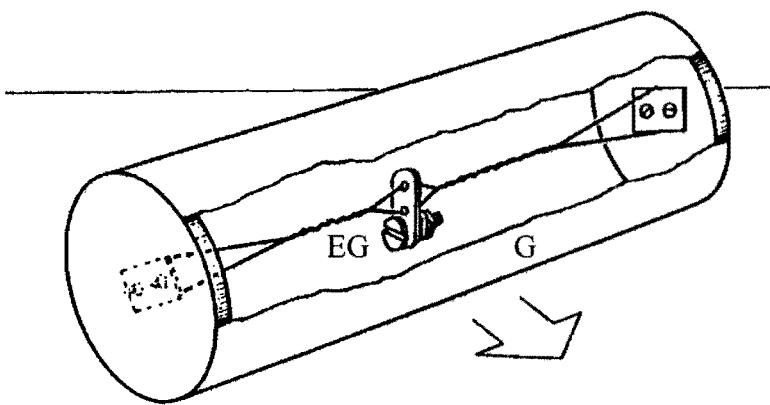


Abbildung 4: Bumerang-Dose nach [6] (G: Gummifaden, verdrillt; EG: exzentrisch angeordnetes Gewicht)

Beweis an. Er rollt die Dose von sich weg, ruft „stop“ und dann „zurück“ und jedesmal folgt die Dose sogleich dem Befehl. Mit Überzeugung äußert der Vorführende, daß man das Stoppen der Dose natürlich auch leichter erreichen kann, wenn man sie irgendwann einfach anhält, was er sofort demonstriert. Schwieriger sei es jedoch, so eine träge Masse, wie die der Dose, zur freiwilligen Bewegung zu „überreden“, was er aber sofort demonstrieren könne. Er legt die Dose auf den Tisch und ruft „geh“, und sofort rollt die Dose ohne Anschieben in derselben Richtung wie zuvor davon. Noch einmal gibt der Vorführende das Kommando „zurück“, welches die Dose wiederum brav ausführt. Der Zauberer bedankt sich bei der Dose als seiner tollen „Mitarbeiterin“ für die gute Zusammenarbeit und beendet die Darbietung."

Der pragmatisch eingestellte Physiker würde die Dose eventuell folgendermaßen präsentieren:

„Sie sehen hier ein Dose mit einer Art Gummi-Motor. Ich führe zunächst der Dose kinetische Energie zu, diese wandelt sich beim Rollen in potentielle Energie (Spannenergie des Gummibandes) um. Danach entspannt sich das Gummiband wieder und treibt die Dose an, d.h. die Spannenergie wird wieder in kinetische Energie umgewandelt und der Prozeß beginnt von Neuem. Die Dose führt demnach die typische Bewegung einer gedämpften Schwingung aus, wie sie anhand des folgenden Experiments sehen.“ Darauf schubst er die Dose an und alle können die gedämpfte Schwingung beobachten.

Durch diesen Vergleich wird sofort klar, was der Lehrer noch vom Zauberer lernen muß. Es ist die Art der Präsentation, d.h. die Kunst, Effekte so wirkungsvoll zu präsentieren, daß sie beim Zuschauer erstaunen und damit besondere Beachtung hervorrufen. Eine ungeschickte Präsentation läßt selbst das effektivste Kunststück in seiner Wirkung verpuffen. Zur Vertiefung dieses Sachverhaltes werden noch am Beispiel der „Bumerang-Dose“ einige Tricks erläutert, die bei einer Präsentation aus der Sicht des Zauberers zu beachten sind:

Im Bereich der Zauberkunst möchte man das scheinbar Unerklärliche des Effekts noch steigern. Bei der Bumerang-Dose muß also die selbständige Bewegung der Dose, die physikalisch gesehen auf einer gedämpften Schwingung beruht, verschleiert werden. Das geschieht bei der Vorführung einerseits durch die ablenkenden Kommentare des Vorführenden und durch seine „Kommandos“, die scheinbar den Vorführer als Initiator der Bewegungen erscheinen lassen. Weiterhin kann man die Dose beim Zurückkehren im Startpunkt stoppen und so verheimlichen, daß diese eigentlich mehr als nur zurückkommen kann.

Ein weiteres, oft gefordertes Element eines guten Zauberkunststücks ist das überraschende Moment. Menschen werden gerade dann emotional angesprochen, wenn sie am Anfang einer Darbietung nicht schon den gesamten Verlauf des Kunststückes vorhersehen können. Deshalb wurde in der beschriebenen Vorführung durch den Zauberer diejenige Sequenz eingebaut, bei der sich die Dose ohne Anschieben in Bewegung setzt. Dieser Teileffekt muß aber durch die Zuführung von Spannenergie vorbereitet werden, was für die Zuschauer nicht ersichtlich sein darf. Trotz der nötigen Trickhandlungen muß daher für das Publikum eine Logik der Handlungen vorliegen, so daß im Rahmen

der Präsentation keine Ungereimtheiten auftreten. Die entsprechende Vorbereitung der Dose wird deswegen durch einen kleinen „Gag“ (Stoppen per Hand) motiviert. Damit das „selbständige“ Losrollen in gleicher Richtung wie beim Bewegungsstart erfolgen kann, lenkt der Zauberer beim Stoppen und Aufnehmen das Publikum geschickt ab und dreht die Dose heimlich um 180° .

Eine weitere Erkenntnis der Zauberkunst besteht in der Forderung nach der Prägnanz des Effektes, d.h. das Erstaunliche muß für den Zuschauer auch klar erkennbar sein. In gewisser Weise wird dieser Aspekt bei der Bumerang-Dose durch den Hinweis auf die „träge Masse“ und damit durch eine verbale Betonung des Phänomens berücksichtigt.

Aus der Zauberkunst folgt ferner die Forderung nach einem großen Unterhaltungswert eines Kunststückes. Bei der Bumerang-Dose kann man diesen erreichen, indem man die Vorführung durch die oben angesprochenen, eingestreuten „Gags“ oder durch die Personifizierung der Dose mittels einer persönlichen Anrede unter Zuweisung eines Vornamens belebt.

Es läßt sich natürlich darüber streiten, ob man bei der Vorführung physikalischer Experimente im Unterricht, gerade so vorgehen sollte. Allerdings stellt die Steigerung des Unterhaltungswerts von experimentellen Vorführungen sicher eine Bereicherung des Physikunterrichts dar, was außergewöhnliche Maßnahmen rechtfertigen kann.

2. Konsequenzen für die Lehre

Die anfangs gestellten Fragen lassen sich jetzt insofern beantworten, daß Aspekte der Zauberkunst den Physikunterricht wesentlich bereichern können, sofern die folgenden Sachverhalte beachtet werden:

Ein zentraler Punkt ist die richtige Auswahl des jeweiligen Zauberkunststückes. Gute Beispiele sind die im letzten Jahrhundert angewandten physikalischen Tricks wie Spielereien mit Spiegeln, mit Elektrizität und Magnetismus und mit einfachen mechanischen Vorrichtungen, die allerdings dem jeweiligen Adressaten nicht bekannt sein dürfen. Es ist eine Art biogenetisches Grundgesetz zu beachten: Die Entwicklung des physikalischen Verständnisses verläuft beim einzelnen Kind in der Weise, wie sie die Menschheit bereits hinter sich gebracht hat. Je nach Entwicklungsstand des Kindes können somit einfache physikalische Vorgänge als Zauberei angeboten werden, die zu einem späteren

Entwicklungszeitpunkt als normal empfunden und kein besonderes Interesse mehr wecken würden. Der Lehrer muß daher mit großem Bedacht unter Berücksichtigung des Entwicklungsstandes der Schüler die Kunststücke passend herausuchen.

Der Erfolg der Anwendung dieser Kunststücke wird vor allem - wie bei einem Zauberer - durch die Art der Präsentation bestimmt. Es steht außer Frage, daß der Physiklehrer noch viel vom Zauberer lernen muß, um im Bereich der Motivation ähnlich erfolgreich zu sein. Allerdings lassen sich diese Fähigkeiten bis zu einem gewissen Grad erlernen, der für den normalen Physikunterricht ausreicht und schließlich auch den im Physikunterricht üblichen Experimenten zugute kommt.

Die zur Vorführung eindrucksvoller Zaubertricks notwendigen Hilfsmittel werden meistens nicht in einer Physiksammlung vorhanden sein. Hier hilft die Anfertigung in eigener Regie, was keine unüberwindliche Schwierigkeit bedeutet, zumal Schüler mithelfen können. Manches Zubehör wird mittlerweile auch in Zauberläden preiswert angeboten.

Bei der Verwendung der Zauberei im Unterricht gilt, was auch im Fall anderer methodischen Wege zu beachten ist, nämlich, daß eine zu häufige Verwendung oder ein zur falschen Zeit eingesetzter Zaubertrick eher schadet als nützt. Das Zauberkunststück muß - wie jedes Experiment - in den Unterrichtsgang passen, erst dann wird es ein besonders belebendes Element im Unterricht, mit dem das Interesse an der Physik und die Lernleistung im Unterricht erhöht werden können.

3. Literatur:

[1]: W.B. Gibson: „Geheimnisse großer Zauberer“, Ravensburg 1979

[2]: B. Donath: „Physikalisches Spielbuch für die Jugend“, Braunschweig 1902

[3]: M. Hahn: „Natürliches Zauberbuch, Spielplatz der Künste“, Nürnberg 1766

[4]: J. Halle: „Magie oder die Zauberkräfte der Natur Teil 2 und 3“, Berlin 1785

[5]: J.N. Hofzinsler: „Zauberkünste“ Zürich 1984

[6]: R. Houdin: „Magie et Physique Amusantes“, Paris 1877

[7]: C. von Klinckowstroem: „Die Zauberkunst“, München 1954

[8]: J. Pütz: „Das Hobbythek-Buch, Köln 1984

[9]: J. Poppe: „Neuer Wunder-Schauplatz, Teil 1 - 3“, Stuttgart 1839