

Erfahrungen mit einem Physik-Wahlkurs in der gymnasialen Mittelstufe

Joachim Herold

Gymnasiallehrer M/Ph und Hobbyzauberkünstler

Holzstrasse 42, 90763 Fürth, Tel. 0911/747094

So erstrebenswert die pädagogischen Ziele auch sind, die mit Hilfe der Zauberkunst angestrebt werden sollen, so schwierig ist es oft, diese in der Praxis zu verwirklichen. Denn Stofffülle, übervolle und ungeeignete Klassenzimmer und viele weitere Probleme, die Sie alle kennen, behindern uns „ambitionierte Zauberkünstler“. Da die oben angesprochenen Ziele mir dennoch äußerst wichtig bleiben und ich den Wunsch hatte, die Verbindung „Physik und Zauberkunst“ ohne Lehrplanzwang und Zeitdruck zu erproben, habe ich im letzten Jahr einen Wahlkurs (freiwillige Arbeitsgemeinschaft) „Physikalische Zauberkunst“ ins Leben gerufen – mit Erfolg. Eine Reihe von Schülerinnen und Schülern nahm sich Woche für Woche einen Nachmittag Zeit, zauberhafte Seiten der Physik kennenzulernen – und reagierten durchwegs sehr positiv, besonders dann, wenn sie selbst aktiv werden konnten, aber auch, wenn die Darbietung einfach spannend, überraschend oder witzig war. Sogar eine Aufführung am Schulfest wurde verwirklicht.

Damit Sie als Leserin und Leser aber einen praxisnahen Einblick in die Geschehnisse innerhalb des Wahlkurses und gleichzeitig in ausgearbeitete Ideen bekommen, beschreibe ich im folgenden an Hand zweier Kunststücke den ungefähren Unterrichtsverlauf.

Das erste Kunststück zielt ganz bewusst auf die Aktivierung der Schüler und Schülerinnen hin, da es die Form einer Rätselaufgabe hat, wobei aber auch die Lösung visuell äußerst beeindruckend und zauberhaft wirkt. Das zweite Kunststück zeigt dagegen, wie aus einem physikalischen Phänomen ein typisches Zauberkunststück entstehen und wie dessen Einsatz aussehen kann.

Der schwebende Zollstock

Phase der Präsentation

Bei diesem Kunststück tritt an die Stelle einer Vorführung eine rätselhafte Aufgabenstellung, deren Lösung auf den ersten Blick völlig unmöglich erscheint. Die Präsentation dieser Lösung wird erst im nächsten Abschnitt beschrieben, da im Unterrichtsverlauf zuvor schon ein Teil der Erarbeitung geschieht. So bleibt auch für den Leser die Möglichkeit, falls er die Lösung noch nicht kennt, selbst ein Messer und einen Zollstock (Gliedermaßstab, Länge 2m) in die Hand zu nehmen und sich der folgenden Aufgabe zu stellen:

Das Messer soll nur etwa ein bis zwei Zentimeter an seinem hinteren Ende auf dem Tisch aufliegen. Ist es so schon unmöglich, dass das Messer nicht herunterfällt, soll es zusätzlich auch noch an der Messerspitze durch den Zollstock beschwert werden – und das Ganze soll nicht herunterfallen! Natürlich darf dabei der Zollstock nicht irgendwie abgestützt werden oder etwa Tisch oder Boden berühren! Unglaublich – oder doch nicht?!

Phase der Erarbeitung

Vorkenntnisse: Begriff des Schwerpunktes, Zusammenhang zwischen Lage des Schwerpunktes und Stabilität

Einsatzgebiete: Wahlkurs, Unterricht der 8. Jahrgangsstufe (Lehrplan: Hebel, Drehmomente)

Den Schülerinnen und Schülern beim Ausprobieren verschiedenster Lösungsansätze zu diesem Trick zuzusehen ist wirklich ein schönes Erlebnis. Meist sind sie, auf jeden Fall eine Zeit lang, voll bei der Sache. Danach benötigen einige von ihnen doch hilfreiche Impulse, um neue Ideen zu entwickeln.

(Besonders interessant ist es aber zu beobachten, wie versucht wird, den Rahmen, der durch die Aufgabenstellung abgesteckt ist, völlig auszuschöpfen und welche oft sehr trickreichen Lösungen erarbeitet werden.

Eine Idee besteht darin, den Zollstock, aufgeklappt oder geschlossen, so auf dem Messer zu platzieren, dass er zwar das Messer an der Spitze aber auch am hinteren Ende berührt, nicht aber den Tisch. Diese Lösungen sind lobend zu beachten, um die kreative Leistung zu würdigen. Danach weist man die Schülerinnen und Schüler auf die Forderung hin, dass der Zollstock das Messer *einzig und allein* an der Messerspitze berühren darf – und auch so gibt es eine Lösung!)

Eine sehr praxisnahe Hilfestellung ist der Hinweis, sich zu überlegen, welche besonderen Möglichkeiten gerade diese beiden Gegenstände eröffnen. So lässt sich der Zollstock sowohl aufklappen, wie auch in verschiedenste Formen bringen – diesen Punkt erkennen die meisten Schüler selbstständig. Aber auch das Messer birgt durch seine Form spezielle Möglichkeiten. Man kann die flache Spitze gut irgendwo dazwischenklemmen und damit Messer und Zollstock fester miteinander verbinden. Diese Dinge werden deshalb betont, da dadurch verdeutlicht wird, dass es beim Lösen solcher Probleme wichtig ist, alle Einzelheiten im Auge zu behalten und daraus Anhaltspunkte zu gewinnen. Bis zu diesem Zeitpunkt sind die Impulse sehr unphysikalisch, die Lösung wird mehr intuitiv gesucht.

Es wäre nun möglich, die Schülerinnen und Schüler gezielt zu dieser hinzuführen, indem man herausarbeitet, dass für eine stabile Lage der Schwerpunkt des Gesamtgebildes „Zollstock – Messer“ innerhalb der Tischfläche liegen muss (falls nicht eine Schülergruppe selbstständig die Lösung findet). Da diese Erarbeitung aber etwas von dem Staunen zerstört, das der Anblick der Lösung auslösen kann, wird an dieser Stelle die Präsentation des „Schwebenden Zollstockes“ empfohlen.

Die Lösung in Wort und Bildform: Der Zollstock wird voll auseinandergeklappt und an der Mitte ein Winkel gebildet, der etwas größer als 90° ist. Dann wird die Schneide des Messers zwischen die beiden mittleren Teilen des Zollstockes geklemmt. Legt man nun das Messerende auf die Ecke eines Tisches bleibt das ganze Gebilde stabil in seiner Lage. Die Lage ist sogar ziemlich stabil gegenüber Störungen – ein faszinierender Anblick!

Nach dem Staunen, das gerade durch solche Effekte erzeugt werden kann und ein sehr förderungswürdiges Ziel im naturwissenschaftlichen Unterricht ist, folgt die physikalische Betrachtung des Phänomenes. Ausgangspunkt ist der Zusammenhang zwischen der Lage des Schwerpunktes eines Körpers und der Stabilität seiner Lage. Für den zu behandelnden speziellen Fall muss also der Gesamtschwerpunkt S (siehe Abb. 1) des „Gebildes“ innerhalb der Tischfläche, genauer gesagt innerhalb der Auflagefläche des Messers liegen.

Abschließend kann noch auf die herunterhängenden Enden des Zollstockes hingewiesen und auf den Zusammenhang zwischen der Höhe der Lage des Schwerpunktes und der Stabilität eingegangen werden.

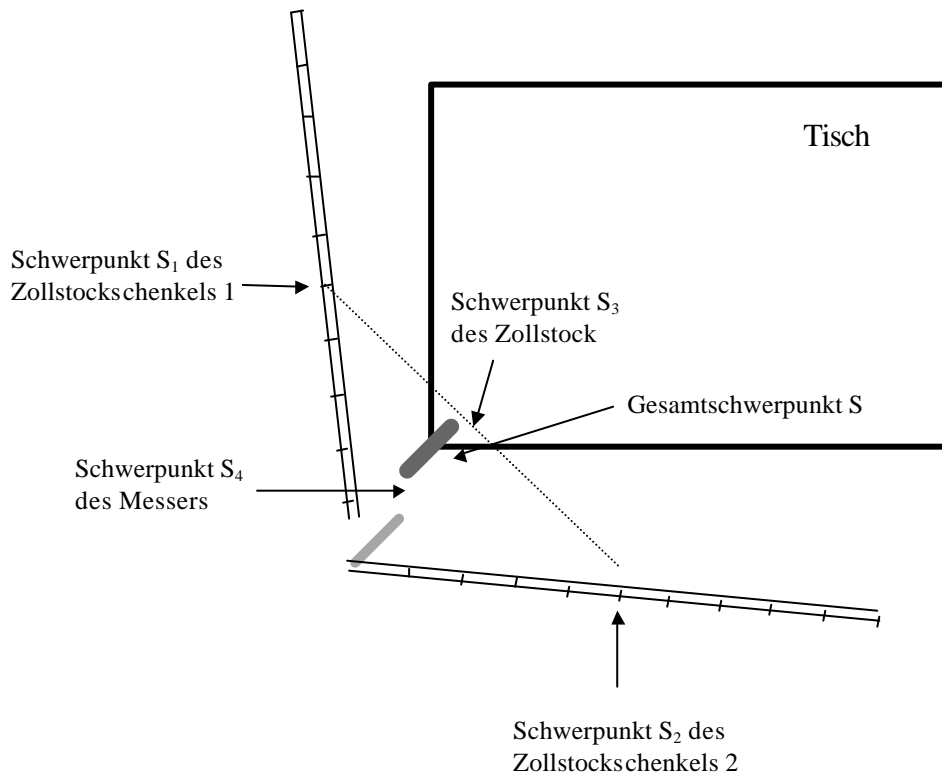


Abb. 1: Lage des Gesamtschwerpunktes des „Schwebenden Zollstockes“

Phase der Anwendung

Da alle verwendeten Gegenstände in jedem Haushalt vorhanden sind, erübrigt sich die Frage eines „Nachbaues“. Dennoch kann gerade dieses Kunststück vielfache Anwendung finden, wenn man darauf hinweist, dass eben durch die alleinige Verwendung zweier gewöhnlicher Haushaltsgegenstände dieser Trick für jede Party etc. geeignet ist – erstens um eine knifflige Rätselaufgabe in die Runde zu werfen, zweitens um bei der Präsentation ein gehöriges Staunen zu erzeugen.

Der Gedankenkumulator

Phase der Präsentation

Das bei diesem Kunststück verwendete Trickgerät, der „Gedankenkumulator“, hat viele verschiedene Einsatzmöglichkeiten. Der Grundeffekt besteht darin, dass auf einer zuvor schwarzen Scheibe ganz langsam „etwas“ sichtbar wird. Dies kann ein Symbol, der Wert einer Karte oder auch nur eine Zahl sein. Es handelt sich hier um einen typischen Grundeffekt der Zauberkunst (Erscheinen). Dieser Effekt hat aber eine sehr viel bessere Wirkung, wenn er in ein größeres Kunststück eingebaut wird. Deshalb wird im folgenden die Präsentation, die ich für meinen Wahlkurs gewählt habe, ausführlich beschrieben, um dem Leser eine explizite Vorführungs-idee an die Hand zu geben. Anschließend wird eine weitere genannt.

Erster Präsentationsvorschlag

Der Vorführende präsentiert ein „ganz neuartiges Gerät aus der Telepathieforschung“, den „Gedankenkumulator“, eine runde, schwarze Scheibe mit goldenem Rand. „Dieses Gerät soll hier getestet werden“, erklärt der Vorführende. Dazu nimmt er ein Kartenspiel zur Hand, und zwar ein sogenanntes ESP-Spiel, wie es bei Tests zu außersinnlicher Wahrnehmung oft benutzt wird (Die Abk. ESP, „Extra-Sensory-Perception“ bedeutet übersinnliche Wahrnehmung). Dieses Spiel besteht nur aus fünf verschiedenen Karten, die aber alle öfters vorkommen. Die fünf verschiedenen Bildseiten zeigen je eines der folgenden Symbole: Kreis, Kreuz, Wellenlinien, Quadrat und Stern. Diese eignen sich besonders, um sich gedanklich auf sie zu konzentrieren.

Abb. 2: Foto des „Gedankenkumulators“ und der „ESP-Symbole“

Nun bittet der Vorführende eine Zuschauerin oder einen Zuschauer, ganz frei eine der verdeckt gehaltenen Karten auszuwählen, sich diese so anzusehen, dass keiner sie sonst sehen kann, und sie dann einzustecken. Jetzt nimmt der Vorführende den Gedankenkumulator wieder zur Hand und bittet sein frisch gebackenes „Medium“, sich ganz stark auf das gewählte Symbol zu konzentrieren und seine Gedanken in Richtung Gedankenkumulator zu „senden“. Plötzlich „materialisiert“ sich ganz langsam ein Bild auf der schwarzen Scheibe – das gewählte Symbol. Der Zuschauer bestätigt dies für alle sichtbar durch Vorzeigen seiner Karte .

Anmerkungen zum ersten Präsentationsvorschlag

Um eine Besprechung der Präsentation zu erleichtern, sei hier schon einmal das Trickprinzip des „Gedankenkumulators“ vorweggenommen. Er besteht prinzipiell aus zwei Polarisationsfolien, von denen eine heimlich um 90° drehbar ist, so dass ein dahinterliegendes Bild sichtbar werden kann (s. Abb. 3).

Abb. 3: Prinzipieller Aufbau des Gedankenkumulators“ (aus [1, S. 82])

Da der Zuschauer bei dieser Präsentationsart wirklich freie Wahl hat, muss der Vorführende als erstes herausfinden, welches Symbol gewählt wurde. Ich verwende bei diesem Effekt ein speziell gezinktes Kartenspiel. Solche Spiele gibt es in Zauberläden oder beim Zauberschachversand. Da aber nicht jeder zu so einem Kartenspiel Zugriff hat, wird weiter unten noch eine weitere Präsentationsidee vorgestellt. Weiterhin muss der Vorführende Bilder aller fünf Symbole versteckt bei sich tragen und nach der Wahl das entsprechende heimlich hinter die Polfilter platzieren. Trotz dieser Unbequemlichkeiten gefällt mir persönlich diese Vorführungsart sehr gut, da mit passenden Materialien gearbeitet wird (die ESP-Karten wurden ursprünglich von Prof. Rhines um 1937 für seriöse Experimente zur Untersuchung außersinnlicher Wahrnehmungen entwickelt). Wer aber diese Hindernisse scheut, sei auf die folgende Variante verwiesen:

Es gibt verschiedene Zahlenzaubereien, bei denen der Vorführende schon zu Beginn das Rechenergebnis kennt. Dieses Ergebnis erscheint „im Gedankenkumulator“. Ein schönes Beispiel für eine solche Rechenzauberei ist folgendes:

Ein Zuschauer soll eine dreistellige Zahl nennen, die aber keine Null enthalten darf. Weiter muss sie größer als 231 und die erste Ziffer größer als die letzte sein. Der Zuschauer soll nun folgende Rechnung ausführen: Von der genannten Zahl soll die Zahl mit umgekehrter Ziffernfolge abgezogen werden (Ist das Ergebnis zweistellig, so muss eine Null davor geschrieben werden). Die Ziffernfolge des Ergebnisses wird wieder umgekehrt und diese Zahl zum ersten Ergebnis addiert. Das Endergebnis lautet immer 1089! (Idee aus [3]).

Phase der Erarbeitung

In diesem Abschnitt wird nur die Erarbeitung des physikalischen Trickprinzips des „Gedankenkumulatorgerätes“ erläutert.

Vorkenntnisse: Licht als Welle, Ausbreitung des Lichtes und Prinzip des „Sehens“ (Lehrplanbezug: Grunderscheinungen des Lichts, 9. Jahrgangsstufe), Begriff des Polfilters aus dem Alltag (z.B. Sonnenbrillen mit Polfiltern)

Einsatzgebiete: Der Lehrplanbezug lässt sich konkret eigentlich erst in der 12. Jahrgangsstufe (LK) herstellen („Polarisation des Lichts“ als Lerninhalt im Stoffgebiet „Elektromagnetische Wellen“). Ein Einsatz in einem Wahlkurs der 10. Jahrgangsstufe ist möglich, wenn eine entsprechende Elementarisierung vorgenommen wird, da besonders die visuell beeindruckenden Möglichkeiten und die vielfältige Verwendung von Polfiltern eine Behandlung sinnvoll erscheinen lassen (Sonnenbrillen, spezielle Filter zum Entspiegeln beim Fotografieren durch Glasscheiben, .

Die allermeisten Schülerinnen und Schüler werden keine genauen Kenntnisse über Polarisation mitbringen, deshalb muss der Lehrer bei der Erarbeitung viel Wissen einbringen und kann nicht nur auf den Forschergeist setzen. Um aber auch einige Erfolgserlebnisse zu vermitteln, gebe ich die Möglichkeit, nur durch genaues Beobachten einen Teil des Trickgeheimnisses, wenn auch nicht den physikalischen Hintergrund, zu lüften. Dazu wiederhole ich mehrmals die Phase des Kunststückes, in der das Symbol verschwindet. Bei weniger „sauberer Ausführung der Trickhandlung“, d.h. des heimlichen Drehens der einen Polarisationsfolie mit einem der Daumen, bemerken die Schülerinnen und Schüler, dass bei dem Trick etwas „gedreht wird, um das Bild erscheinen zu lassen“. Dann entferne ich das Bild mit dem Symbol hinter den Folien, so dass man bei Parallelstellung einfach durch sie hindurchsehen kann. So erkennen bei nochmaligem Drehen der Folie alle, dass der „Durchblick“ während der Drehung gleitend einsetzt und genauso auch wieder verschwindet.

An dieser Stelle wird wiederholt, was es physikalisch heißt, einen Gegenstand zu sehen. Wichtig ist, dass herausgearbeitet wird, dass das vom Gegenstand (konkret vom Symbol) ausgesandte bzw. reflektierte Licht in unser Auge gelangt, und zwar in diesem Fall, nachdem es durch die Folien geht. Nach dieser Vorarbeit geht es jetzt darum, die Funktionsweise auf anschauliche Weise klar zu machen. Den Schülerinnen und Schülern wird vermittelt, – soweit unbekannt – dass Licht als Welle aufgefasst werden kann. Mit Hilfe eines Gummiseiles kann dies auf elementare Weise veranschaulicht werden und vor allem die verschiedenen möglichen Schwingungsebenen werden erkennbar. Als Modell für die Polarisationsfolien wird ein Holzgitter verwendet. Die Auslöschung aller Wellen, die nicht „in Richtung“ des Gitters schwingen, wird demonstriert. An Hand dieses Modells lässt sich auch die Situation zweier hintereinandergestellter Polarisatoren gut diskutieren. An dieser Stelle werden, wenn nicht vorher schon gefallen, letztendlich auch die Begriffe „Polarisation“ und „Polarisationsfolie“ ins Spiel gebracht. Besonders lehrreich ist dabei das selbstständige Experimentieren mit zwei kleinen Stückchen Polarisationsfolie. Diese können später für den Nachbau des Trickgerätes benutzt werden.

Im nächsten Schritt sollen die Schülerinnen und Schüler die neuen Kenntnisse verwenden, um die Funktionsweise des Gedankenkumulators physikalisch darzustellen (schriftlich oder mündlich). Damit ist die Erarbeitungsphase an sich abgeschlossen. Eventuell kann sich hier aber noch eine kurze Dis-

kussion über die verschiedenen Einsatzgebiete von Polarisationsfolien anschließen, da dadurch der Alltagsbezug deutlicher wird und gleichzeitig die neuen Kenntnisse vertieft werden.

Phase der Anwendung

Der Gedankenkumulator eignet sich hervorragend zum Nachbau. Die einzige Schwierigkeit besteht unter Umständen in den hohen Preisen für Polarisationsfolien. Die zum Bau eines kleinen Gedankenkumulators benötigte Fläche kostet bei Einkauf einer größeren Gesamtmenge (z.B. 35cm x 35cm oder größer) aber doch nur etwa 6 DM. Ich habe die Polarisationsfolie über einen Fotofachhandel bezogen. Vielleicht ist es aber günstiger, sich direkt an den Hersteller mit Hinweis auf den Verwendungszweck oder einen Großhändler zu wenden (Bezugsadressen s.u.). Da die sonstigen Materialien kostenlos oder für Pfennigbeträge zu beschaffen sind, ist dies aber, denke ich, tragbar.

Abb. 4: Einzelteile des „Gedankenkumulators“ (aus [1, S. 83])

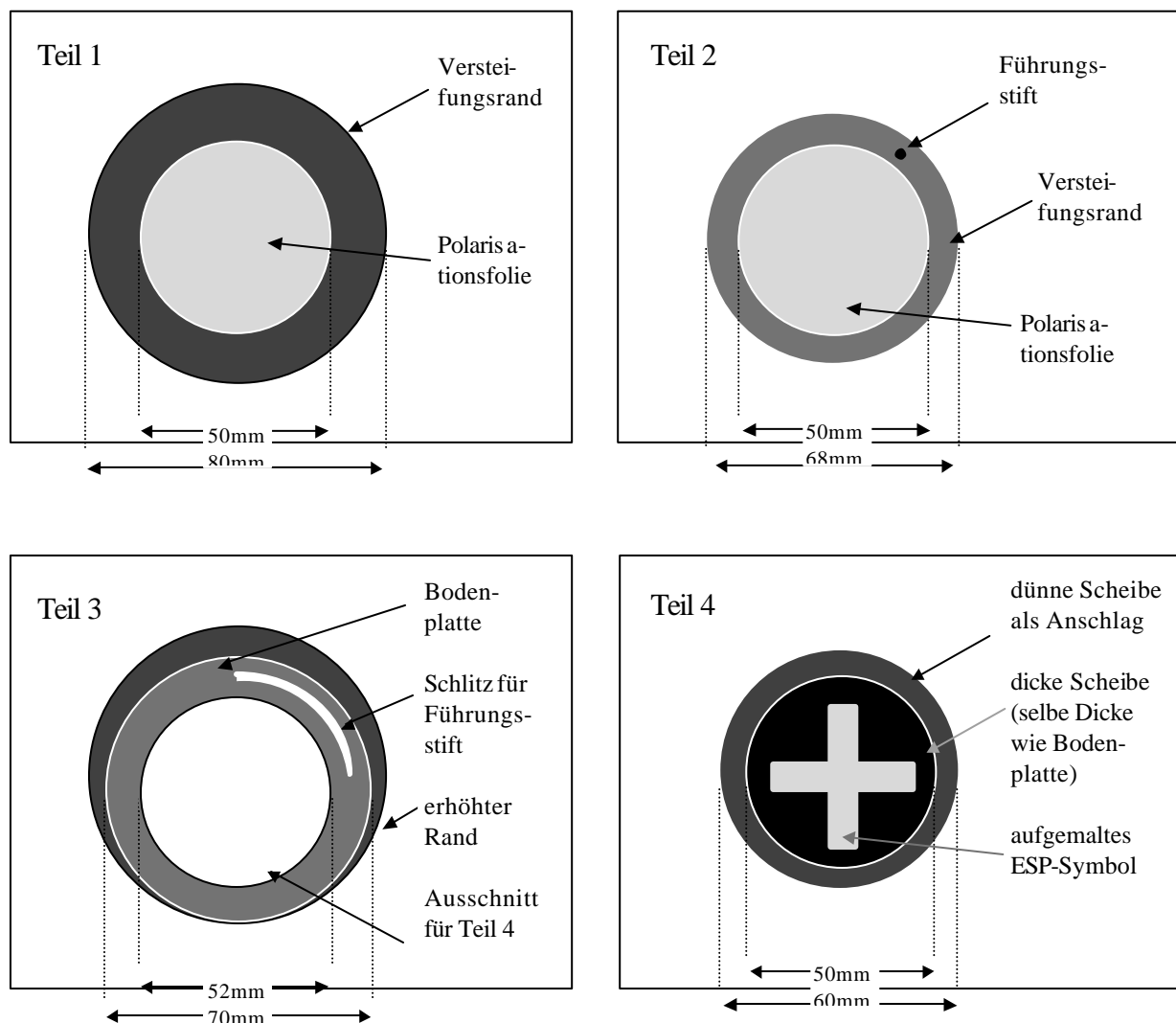


Abb. 4: Einzelteile des Gedankenkumulators (aus [1, S. 83])

Um den gegebenen Rahmen nicht zu sprengen, werden in Abbildung 4 einfach die Einzelteile des Trickgerätes dargestellt. Der Nachbau sollte so gelingen, ansonsten wenden Sie sich einfach direkt an mich. Wichtig ist, dass der „Führungsstift“ (Nagel oder Blechstreifen) senkrecht von Teil 2 nach hinten durch den „Schlitz“ in Teil 3 geht, um die zweite Polarisationsfolie (Teil 2) heimlich drehen zu können. Dies übt man am besten vor dem Spiegel, wie sich das für einen echten Zauberkünstler gehört. Dabei liegen außer den beiden Daumen die Finger jeweils seitlich am Trickgerät und geben mit der Hand die Deckung für den Daumen, der den Führungsstift bewegt. Wichtig ist, dass sich dabei nur der Daumen, aber nicht die Hand oder andere Finger mitbewegen. Das Ganze ist aber recht einfach, fünf bis zehn Übungsläufe vor dem Spiegel genügen zum Training. Und diese Zeit sollte man sich auch nehmen, um nach der fleißigen Bastelei nicht den Effekt zu „verschenken“. Gerade wenn die Schülerinnen und Schüler Effekte anderen Personen, z.B. am Schulfest etc., vorführen, müssen ganz bewußt Übungszeiten eingeplant werden, in denen an der Präsentation gefeilt werden kann.

Materialliste: 2 Kreisscheiben Polarisationsfolie, \varnothing 6cm
 Pappe, die mit einer Schere schneidbar, aber doch relativ stabil ist
 etwas Goldfolie etc. zur Verzierung der Vorderseite
 Folie oder Farbe zur Gestaltung des Bildes auf Teil 4
 Nagel oder dünner Metallstreifen (Führungsstift)

Bezugsquellen für

Polarisationsfolien: Hersteller Hama GmbH & Co
 Postfach 80
 86651 Monheim
 Tel. 09091/5020274
 Artikelnummer 4809, Polfilterfolie 35cm x 35cm, 109 DM

Großhändler: Brema Photo
 Kleffel-Aye, z.B. in Nürnberg

Literaturverzeichnis

- [1] Herold , Joachim: „Zauberkunst im Physikunterricht“
 Examensarbeit, Didaktik der Physik, Universität Erlangen, 1994

- [2] Herold, Joachim: „Zauberkunststücke, physikalisch durchschaut – ein Beitrag zu
 einem Wahlkurs in der 10. Jahrgangsstufe“
 Hausarbeit zum 2. Staatsexamen, Fürth, 1997

- [3] Michalski, Martin: Das große Ravensburger Zauberbuch
 Otto Maier Verlag, Ravensburg, 1981