

DIDAKTISCHE ANALYSE DES OPTIKUNTERRICHTS IN DEN TÜRKISCHEN BZW. DEUTSCHEN SCHULEN

TÜRK VE ALMAN OKULLARINDAKİ OPTİK DERSLERİNİN DİDAKTİK AÇIDAN ANALİZİ

Ahmet İlhan ŞEN*

ABSTRACT: The purpose of this study is to compare the latest situations of optic courses teaching in Turkey and in Germany. In this context, Turkish and German optic course books were examined, and the subjects that cause learning difficulties and misconceptions evaluated in terms of subject teaching and finally some suggestions were provided.

As a result, it is expected that some additions and corrections should be made in Turkish curriculum and the course books. Moreover, the content of optic courses should be taken from the daily life; however, most of the time this point is ignored.

Key words: Optic courses in Turkey, Turkish course books, Optic courses in Germany, German course books.

ÖZET: Bu çalışma ile; Almanya ve Türkiye’de optik derslerinin öğretimindeki son duruma genel bir bakış ve bunların karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda; Türkçe ve Almanca ders kitapları incelenmiş, öğrencilerde çoğu kez öğrenme zorluklarına ve kavram yanlışlarına sebep olan konuların, alan öğretimi bakımından değerlendirilmesi yapılmış ve bazı öneriler sunulmuştur.

Sonuç olarak, Türk müfredat ve kitaplarında bazı ekleme ve düzeltmelerin yapılması beklenmektedir. Ayrıca; optik dersleri çıkış noktasını günlük hayatta karşılaştığımız olaylardan almalıdır, ancak bu bir çok kez Türkçe ders kitaplarında göz ardı edilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Türkiye’de optik dersi, Türkçe okul kitapları, Almanya’da optik dersi, Almanca okul kitapları.

1. EINLEITUNG

Brille, Spiegel, Luftspiegelung, Regenbogen - überall in unserem alltäglichen Leben begegnen wir der Optik. Die Optik hat deswegen einen besonderen Stellenwert in Teilgebieten der Schule. Merzyn (1984) beschreibt die Besonderheiten der Optik folgendermaßen:

i) “Sie spricht den Schülern direkt an; sein Auge dient für die meisten Phänomene als (außerordentlich leistungsfähiges) Nachweissystem.

ii) Sie bedarf daher kaum eigener Meßinstrumente; allenfalls Längen- und Winkelmessungen sind nötig.

iii) Sie ist deshalb ein recht billiges Gebiet oder könnte es zumindest sein; Taschenlampen, “Stecknadeloptik”, alte Brillengläser reichen aus.

iv) Sie ist (auf dem Niveau der Sekundarstufe I) relativ isoliert von den anderen Teilgebieten der Physik. [...] Mit anderen Worten: Aus sachstrukturellen Überlegungen heraus ist ihre Stellung in der Abfolge der Teilgebiete kaum festzulegen.

v) Die mathematischen Anforderungen sind gering.“ (S. 33)

Der Optikunterricht sollte unter anderem aus diesen Gründen nie aus einem Lehrplan völlig verschwinden.

Mit der vorliegenden Arbeit wird zunächst beabsichtigt, einen Überblick über den fachdidaktischen Zustand des Optikunterrichts in Deutschland zu geben. Da in Deutschland über mehrere Jahre hinweg durch viele Diskussionen ein qualifiziertes fachdidaktisches Know-how aufgebaut worden ist, ist dies von großer Bedeutung für die in der Türkei noch unentwickelte Fachdidaktik. Anschließend werden die türkischen Lehrpläne, bzw. die in türkischen Schulbüchern behandelten Unterrichtsthemen mit deutschen Lehrplänen

*Dr., Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Bölümü Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, ailhan@hacettepe.edu.tr

bzw. Schulbüchern verglichen. Dabei stellt man einige Themen, die bei Schülerinnen und Schülern oft zu Lernschwierigkeiten bzw. falschen Vorstellungen führen, kritisch dar.

2. ZUM STAND DER FACHDIDAKTISCHEN DISKUSSION ÜBER DEN OPTIKUNTERRICHT IN DEUTSCHLAND

In Deutschland sind bisher zahlreiche Erhebungen zum Bereich Optik sowohl in der Primar- (Klassen 1 bis 4 bzw. 6 der Grundschule) - als auch in der Sekundarstufe I (Klassen 5 bzw. 7 bis 10 der Haupt- oder Realschule, des Gymnasiums und der Gesamtschule) und II (Klassen 11 bis 13 - in einigen Ländern Klassen 11 bis 12 - der gymnasialen Oberstufe, bzw. berufliche Bildung, bzw. berufliche Bildung in einer schulischen Einrichtung und im dualen System) publiziert worden. Sie zeigen unter anderem, dass die Schülerinnen und Schüler im allgemeinen die wichtigsten Aussagen und Zusammenhänge der Optik gar nicht oder falsch verstanden haben. Die Schülerinnen und Schüler besitzen demnach relativ große *Lernschwierigkeiten*, häufig bedingt durch falsche *Vorstellungen*, die sie in den Unterricht mitbringen (Erb & Schön 1996, Golinski & Koppelman 1992, Wiesner 1992).

Als Reaktion auf diese Ergebnisse wurden in den vergangenen Jahren oft inhaltliche Kürzungen in deutschen Lehrplänen bzw. in den Schulbüchern im Bereich Optik vorgenommen. In manchen Lehrplänen ist sogar keine Optik mehr im Pflichtbereich vorgesehen, in anderen ist sie auf das Wesentliche reduziert. Auch in der fachdidaktischen Literatur besteht kein Konsensus darüber, in *wieweit* man die Optik in der Schule behandeln sollte. Manche wie z.B. Grimsehl oder Töpfer halten die Optik in der Schule *als Ganzes* für nützlich. Grimsehl (1911) begründet die Entscheidung für die Optik wie folgt: „Wohl kein Gebiet lässt sich durch so schöne wie einfache und lehrreiche

Demonstrationen anschaulich gestalten wie das der Optik.“ (S.96)

Eine ganz andere Meinung vertritt z.B. Simon. Er schreibt dazu: „Die Lehre vom Licht gehört mit zu den schwersten Gebieten der Schulphysik, schwer in dem Sinne, echtes Verständnis zu erzielen. Ein erhebliches Abstraktionsvermögen muss vorausgesetzt werden.“ (Simon, 1970, S.35)

Von Interesse ist auch die Frage, welche *Inhalte* überhaupt in einem Optikunterricht vorliegen sollten. Hier wurden sehr entgegengesetzte Standpunkte vertreten. In den 60'er Jahren reagierten erstmal Bleichroth und Sanders (1966) auf zu theoretische Betrachtungen und sehr quantitative Form von Gesetzen, die bis dahin in vielen Lehrplänen eine gravierende Rolle spielten. Bei diesen Autoren stand nur „Lichtbrechung“ im Vordergrund und sie verzichteten z.B. auf „Schattenwurf“ und „Reflexion“. Bleichroth und Sanders waren nicht die einzigen, die die Stoffkanone im Optikunterricht in Frage gestellt haben. Z.B. Berge (1971) plädierte gegen die geometrische Optik und bevorzugte dafür „Farbenlehre“. Er schlug vor, mit diesem Thema in die Optik einzuleiten und basierend darauf die Natur des Lichts untersuchen.

Zur Zeit behandelt man das Thema „Optik“ schon in Primarstufe (vgl. z.B. Lehrplan für die bayerische Grundschule 2000): Zunächst wird „die Ausbreitung des Lichts“ untersucht. Dabei unterrichtet man die folgenden Themen: Einfache Versuche zur geradlinigen Ausbreitung, Streuung und Bündelung von Licht; Licht in die Spektralfarben (Regenbogenfarben) auflösen; Licht bündeln, z. B. mit der Lupe Sicherheitserziehung: Entzündungsgefahr, Laser. Dann erkundet man Spiegelphänomene. Hier werden auf folgende Unterrichtsstoffe eingegangen: Licht mit Spiegeln umleiten; Spiegelsymmetrie: Spiele mit Spiegeln, z.B. Spiegelschrift, Kaleidoskop, Spiegellabyrinth, Periskop; Spiegelbilder auf der Wasseroberfläche, Glas, polierten Flächen o.Ä. betrachten; Lagebestimmung des

Spiegelbildes: den Abstand von Bild und Spiegelbild zur Spiegeloberfläche betrachten, Bewegungsrichtung im Spiegel verfolgen. Dann tauchen praktisch in allen Lehrplänen bzw. Schulbüchern der einzelnen Bundesländer in der *Sekundarstufe I* folgende Unterrichtsstoffe, beinahe mit gleichnamigen Sequenzen, auf (Kuhn 1996, Lehrplan für die bayerische Grundschule 2000):

- a) *Lichtausbreitung*
 - i) Lichtquellen und Lichtempfänger
 - ii) Strahlenmodell des Lichtes
 - iii) Lochkamera
 - iv) Schatten
 - v) Mondphasen und Finsternisse
 - vi) Lichtgeschwindigkeit
- b) *Reflexion*
 - i) Reflexion des Lichtes
 - ii) Reflexionsgesetz
 - iii) Spiegelbilder
 - iv) Der ebene Spiegel
 - v) Reflexion an gekrümmten Spiegeln
- c) *Brechung und Dispersion*
 - i) Lichtbrechung
 - ii) Brechungsgesetz
 - iii) Optische Naturerscheinungen
 - iv) Optische Linsen
 - v) Strahlengang in dünnen Sammellinsen
- d) *Optische Geräte*
 - i) Der Fotoapparat
 - ii) Das menschliche Auge
 - iii) Projektionsapparate
 - iv) Lupe und Mikroskop
 - v) Fernrohre
- e) *Farben und Spektren*
 - i) Spektrale Zerlegung des Lichtes
 - ii) Spektren verschiedener Lichtquellen
 - iii) Farbenspektren
 - iv) Farbsehen
 - v) Körperfarben und Farbenbilder

In den allgemein üblichen Konzepten für die

Sekundarstufe II wird die Optik aber nicht als geschlossenes Gebiet behandelt. Ihre Inhalte werden vielmehr zum Teil der Wellenlehre, als Teilgebiet des Themas „Elektromagnetische Schwingungen und Wellen“, zugeordnet. Die Ausbreitung des Lichtes wird hier mit Hilfe des Wellenmodells beschrieben. Zum anderen wird zumeist mit dem lichtelektrischen Effekt in die Quantenphysik eingeführt:

- Brechung der Lichtwellen
- Interferenz
- Beugung
- Polarisation
- Teilchenmodell des Lichtes

3. OPTIK IN DEN TÜRKISCHEN LEHRPLÄNEN

Im aktuellen Lehrplan, der bis zum nächsten Schuljahr 2001/2002 gültig ist, wird das Thema Optik bereits auf die 4. und 5. Klasse (Primar- bzw. Sekundarstufe I im deutschen Schulsystem) verteilt (Bericht der Kommission des Erziehungsministeriums: „Talim ve Terbiye Kurulu kararı, 28/05/1992, 200“). Im 4. Schuljahr werden folgende Unterrichtsstoffe behandelt:

- a) *Lichtquellen*
- b) *Licht und Materie*
 - i) Durchsichtige und nicht durchsichtige Materien
 - ii) Die Wirkung des Lichtes auf Materie
- c) *Ausbreitung des Lichtes*
 - i) Der Weg des Lichtes
 - ii) Licht und Schatten (Mondphasen und Finsternisse)
- d) *Reflexion des Lichtes*
 - i) Reflexion
 - ii) Spiegelbild an dem ebenen Spiegel
 - iii) Spiegelbild an gekrümmten Spiegeln

In der 5. Klasse unterrichtet man dann Lichtbrechung und Sehvorgang und dessen Zusammenhang mit dem Licht verteilt:

- a) *Lichtbrechung*

- i) Brechungsvorgänge (Einfallswinkel, Brechungswinkel, Brechungsgesetz)
 - ii) Linsen
 - iii) Linsen und Bildkonstruktion
 - iv) Lupe und deren Anwendungen
- b) *Sehvorgang und Licht*
- i) Der Zusammenhang zwischen Sehvorgang und Licht
 - ii) Augenmodell (Sein Aufbau, Bildentstehung)

Die Optikthemen werden dann auch im letzten Schuljahr (in einigen Schularten 11., in anderen in der 12. Klasse) unter dem Kapitel „Licht“ behandelt (Bericht der Kommission des Erziehungsministeriums: „Talim ve Terbiye Kurulu kararı, 01/05/1992, 128“):

- Was ist Licht? Wie breitet es sich aus?
- Lichtreflexion und Reflexionsgesetz
- Lichtbrechung
- Totalreflexion
- Brechung in Prismen
- Bildkonstruktion an ebenen Spiegeln
- Bildkonstruktion an gekrümmten Spiegeln
- Abbildungen mit Linsen

Mit dem Schuljahr 2001/2002 ändert sich aber der bisherige Lehrplan in der Türkei (Bericht der Kommission des Erziehungsministeriums: Talim ve Terbiye Kurulu kararı, 13/10/2000, 387). Optik tritt dann *nur* in der 5. Klasse unter dem Kapitel „Schall und Licht“ auf. Auf den ersten Blick stellt man fest, dass es im Grunde keinen grossen Unterschied zwischen dem heutigen und dem kommenden Lehrplan, bezüglich der Unterrichtsstoffe, gibt. Statt wie bisher in zwei Schuljahren (4. und 5. Klasse) wird nun beabsichtigt, die Optik in einem Semester in einem Kapitel zu unterrichten. Es ist aber zu bemerken, dass einige Themen, die mehr mit dem alltäglichen Leben zu tun haben, z.B. Optische Phänomene wie der Regenbogen oder die Rolle des Lichtes im Verkehr, im neuen Lehrplan (Tebliğler Dergisi 2000) ergänzt werden.

4. OPTIK IN SCHULBÜCHERN

Wenn man die Schulbücher, die in Deutschland erschienen sind, mit den türkischen Schulbüchern (vgl. z.B. Dilaver 1999 oder Yalçın et al. 1996) vergleicht, stellt man fest, dass sie im Grunde ähnliche Unterrichtsstoffe beinhalten. Geht man aber näher auf die behandelten Themen ein, erkennt man, dass die Themen in deutschsprachigen Schulbüchern *ausführlicher* als die türkischen behandelt werden. So werden z.B. die optischen Geräte in deutschen Schulbüchern relativ genau, mit mehreren Beispielen, zur Sprache gebracht. Außerdem ist es auch bemerkenswert, dass die Farbenlehre in türkischen Schulbüchern keinen Platz findet. Im Folgenden gehen wir nun auf einige Themen ein, deren Darstellung sowohl in deutschen als auch in türkischen Schulbüchern oft auf Probleme (Lernschwierigkeiten, falsche Vorstellungen) stößt:

i) Geradlinige Ausbreitung des Lichtes und „Lichtstrahl“

Die geradlinige Ausbreitung des Lichtes ist eigentlich kein Erfahrungssatz, denn es müsste dann ein Kriterium herangezogen werden, mit dem Geradlinigkeit oder Abweichung von der Geradlinigkeit gemessen werden könnte. In den türkischen Schulbüchern erklärt man die geradlinige Lichtausbreitung vielmehr mit folgendem Versuch: Man stelle mehrere Scheiben aus Pappe mit einer kleinen Öffnung hintereinander auf. So gelangt das Licht nur dann hindurch, wenn alle Öffnungen längs einer Geraden angeordnet sind. Dies soll ein Beweis für die Ausbreitung des Lichtes sein. Der Begriff „Lichtstrahl“ tritt dann so auf: „Die Linien, die von einer Lichtquelle ausgehen und den Weg des Lichtes bestimmen, nennt man **Lichtstrahl** oder kurz **Strahl**.“ (Yalçın et al. 1996, S.121, Über. A.I.S) Der Begriff des Lichtstrahles führt schließlich zur Konstruktion von *Schattenbildern*.

In den deutschsprachigen Schulbüchern findet man meistens „Lichtkegel mit Lochblenden“ als Beispiel für die Ausbreitung des Lichtes. Man bringe vor einer Lampe

Blenden mit kleinen Löchern an, dann soll der Lichtkegel schmaler werden. D.h. die Lichtbündel sind geradlinig begrenzt. Bei ganz kleiner Blendenöffnung sieht das Lichtbündel wie ein mit dem Lineal gezogener Kreidestrich aus. So kommt man nun zum Begriff „Lichtstrahl“, indem man den Lichtkegel verengert: „Im Versuch lässt sich der Lichtkegel nicht beliebig schmal machen. In Gedanken kannst du ihn aber bis auf seine Achse verengen und erhältst so einen *geometrischen Strahl*, der von der Lichtquelle ausgeht. Dies führt zum Begriff **Lichtstrahl**. Wenn man in der Physik von Lichtstrahlen spricht, drückt man damit aus, dass sich der Weg des Lichts zeichnerisch durch geometrische Strahlen darstellen lässt.“ (Kuhn 1996, S.17)

Auf den ersten Blick bemerkt man, dass der Strahl in den deutschsprachigen Schulbüchern oft als *Grenzwert* immer enger werdender Lichtbündel definiert wird. Es ist aber günstiger, wie auch Töpfer und Bruhn darauf hingewiesen hat, den Lichtstrahl als *geometrische Achse* des Lichtbündels einzuführen (Töpfer & Bruhn 1976, S.228). Die Schülerinnen und Schüler erkennen dann leichter den Prozess der **Modellbildung**. Sie kennen analoge Begriffsbildungen auch in der Mathematik, z.B. Kreidestrich, Zahlenstrahl und Gerade. Während es in deutschen Schulbüchern oft einen Hinweis darauf gibt, dass der Begriff „Lichtstrahl“ eine modellhafte Darstellung symbolisiert, kann man dagegen in den türkischen Schulbüchern kein einziges Wort darüber finden.

Um die geradlinige Ausbreitung des Lichtes und das Strahlenmodell des Lichtes zu erklären, wird die Entstehung des Bildes bei der „Lochkamera“ in den meisten deutschen Schulbüchern als Beispiel gegeben. Die Lochkamera befindet sich dort oft als „selbst gebaut“ (Bredthauer, Klar, Lichtfeldt, Reimers, Schmidt & Wessels 1993, Kuhn et al. 1996). Damit wird auch der motorische Aspekt des Lernens angesprochen. Solch eine Anwendung mit einer Lochkamera findet ebenfalls keinen

Platz in einem türkischen Schulbuch. Es ist daher empfehlenswert, die Lochkamera für die Erklärung der geradlinigen Ausbreitung des Lichtes und das Strahlenmodell des Lichtes in den Schulbüchern zu ergänzen.

Das Thema „Lichtgeschwindigkeit“, das mit der Ausbreitung des Lichts zu tun hat, behandelt man in türkischen Schulbüchern nicht.

ii) Spiegelbild und Vertauschung von links nach rechts (!)

Vorstellungen über die „*Seitenverkehrung*“ bringen viele Schülerinnen und Schüler in den Unterricht mit. Auch in einigen Schulbüchern Deutschland's gibt es sogar solch eine Darstellung, die oft keine klare Erklärung für Spiegelbilder am ebenen Spiegel gibt. Dies kann zu Lernschwierigkeiten führen: „Blickt man in einen Spiegel, so bemerkt man, dass die Blickrichtung des Spiegelbildes der eigenen Blickrichtung entgegengesetzt ist. Hebt man die linke Hand, dann hebt das Spiegelbild seine rechte Hand. Die linke Gesichtshälfte wird im Spiegelbild zur rechten und umgekehrt. Deshalb ist das Gesicht im Spiegel nicht das Gesicht, das andere von einem sehen! Das Spiegelbild ist seitenverkehrt und aufrecht.“ (Bredthauer et al. 1993, S.19)

In der deutschen fachdidaktischen Literatur über Optik wird an jedem entsprechendem Platz zum Ausdruck gebracht, dass die Bilder am ebenen Spiegel nicht seitenverkehrt sind. Sieht man z.B. im Rückspiegel eines Autos einen nachfolgenden Pkw nach links ausscheren, so schert er wirklich nach links aus. Golinski und Koppelman (1992) nennen die „*anscheinende*“ Seitenvertauschung eine Folge der subjektiv-psychologische Deutung unseres Gehirns. Mit einem Beispiel begründen sie dann ihre Meinung: „Ein Lebewesen mit einer *horizontalen* Symmetrieebene (und guter Oben/Unten-Unterscheidungsfähigkeit) wie z.B. eine Muschel würde wahrscheinlich sagen: Der Spiegel vertauscht *oben* und *unten*: -Und ein *rotationssymmetrischer* Regenwurm behauptete vermutlich, vorn und hinten seien im Spiegelbild vertauscht.“ (Golinski et al. 1992, S.15 und vgl. auch Treitz 1985, S.155-167)

Die vermeintliche Vertauschung von links nach rechts bei Spiegelbildern hängt aber mit einer Änderung der *Blickrichtung* zusammen: Versetzt man sich in Gedanken in die Lage des Spiegelbildes, stellt man fest, dass sich nur die Blickrichtung ändert.

In den türkischen Schulbüchern begnügt man sich mit Spiegelbildern von eindimensionalen Objekten, wie z.B. der Kerze. Die Seitenverkehrung wird deswegen nicht diskutiert. Es wird nur zur Sprache gebracht, dass Gegenstand und Spiegelbild gleich weit vom Spiegel entfernt sind.

iii) „Virtuelle“ Bilder

Eines, der in der fachdidaktischen Literatur einen großen Platz zu verleihenden Themen, ist, wie man ein „virtuelles Bild“ in der Schule vermitteln sollte. In „Methodik des Physikunterrichts“ von Töpfer und Bruhn (1976) wird ein virtuelles Bild folgendermaßen beschrieben: „Die von einem Punkt auf den ebenen Spiegel fallenden Lichtstrahlen werden so reflektiert, dass ihre rückwertigen Verlängerungen von einem Punkte herzukommen scheinen. Dieser Schnittpunkt muss daher auf das Auge, das in den Spiegel blickt, als Bildpunkt wirken. Da aber das Licht nicht durch den Spiegel dringen kann, ist das Bild „virtuell“. Die virtuellen Bilder haben einen physikalischen Sinn, denn sie können als Gegenstände für weitere optische Abbildungen angesehen werden.“ (S.230)

In manchen deutschen Schulbüchern vertritt man für virtuelle Bilder die Darstellung: „virtuell bedeutet scheinbar“ (Bredthauer et al. 1993, S.19). Wiesner kritisiert diese Darstellung mit folgendem Argument: „Scheinbild ist das Spiegelbild aber nicht, sondern ein sogar räumliches Bild, das z.B. fotografiert werden kann“. Man sollte darauf hinweisen, dass auf ein virtuelles Bild bzw. die Eigenschaft dessen, und zwar „nicht wirklich“, nicht verzichtet werden kann (vgl. z.B. Kuhn 1996, S.27). Denn die Definition von „Wirklichkeit“, wie sie z.B. im Duden („Duden“, 1996, S. 1747) gegeben wird: „Die Wirklichkeit ist eine wahrnehmbare oder

erfahrbare Erscheinung“, trifft dies nicht genau. Stattdessen kann man z.B. die Rolle der *Akkommodation des Auges* beim Sehen von Gegenständen und Bildern in den Vordergrund bringen, wie Wiesner in einer Arbeit mit Herdt betont: „Entscheidend dafür ist, wie das von den Gegenstands- bzw. Bildpunkten ausgehende divergente Licht ins Auge einfällt. [...] (zum Sehen von virtuellen Bildern). Obwohl die in das Auge einfallende Strahlung ursprünglich vom realen Ort P ausgegangen ist, akkommodiert das Auge auch hier auf den *geometrischen (=virtuellen)* Herkunftstort P' des *einfallenden* Lichtbündels“. (Dietmar & Wiesner 1992, S.19-20) Sie weisen noch darauf hin, dass in allen drei Fällen (zum Sehen von Gegenständen, reellen und virtuellen Bildern) das Auge jeweils divergentes Licht empfängt, das in gleicher Weise auf einen reellen Bildpunkt auf der Retina zusammengeführt wird. (S. 20) Das Entscheidende beim Spiegelbild, egal ob es als reel oder virtuell betrachtet wird, ist also, wo der geometrische Herkunftstort des einfallenden Lichtbündels liegt.

Virtuelle Bilder werden in den türkischen Schulbüchern *erst* bei den Hohlspiegeln als „nicht reelle Bilder“ behandelt. Sie sollen sich von einem reellen Bild dadurch unterscheiden, dass sie sich nicht auf einem Schirm auffangen lassen. Es ist vor allem zu kritisieren, was für ein Bild (reelles oder virtuelles) eigentlich an einem ebenen Spiegel erzeugt wird und welche Eigenschaften dieses Bild hat, wie z.B. wie seine „wirkliche Lage“. Man sollte das Thema „reelle und virtuelle Bilder“ noch mit klaren Merksätzen unter gerade oben angesprochenen Aspekten formulieren (z.B. in einem unabhängigen Abschnitt). Wir meinen, dass dieses Thema in türkischen Schulbüchern sehr eng und nur verkürzt behandelt wird, so dass dies bei den Schülerinnen und Schülern möglicherweise zu Missverständnissen bzw. zu Lernschwierigkeiten führt.

iv) Optische Instrumente

Die meisten optischen Instrumente kennen die Schülerinnen und Schüler schon vom

Gebrauch her, bevor man im Physikunterricht auf sie eingeht. Es ist daher naheliegend, sie zusammenfassend im Unterricht zu besprechen. In türkischen Schulbüchern beschränkt man sich oft auf die Lupe und das menschliche Auge, obwohl sie in deutschen Büchern mit vielen Beispielen wie z.B. "der Fotoapparat", "Projektionapparate", "Fernrohre" näher diskutiert werden (z.B. Kuhn 1996, Bredthauer et al. 1993). Da optische Instrumente als Anwendung der Optik eine besondere Rolle spielen, ist es empfehlenswert, sie im Unterricht mit möglichst vielen Beispielen zur Sprache zu bringen.

v) Farbenlehre

Wie schon angesprochen, ist die Farbenlehre in türkischen Schulbüchern kein behandeltes Thema, wohingegen es in deutschen Schulbüchern, wie z.B. mit "Spektraler Zerlegung des Lichts" oder "Spektren verschiedener Lichtquellen" (Kuhn 1996), ziemlich ausführlich beschrieben wird.

Für die Behandlung der Farbenlehre in der Sekundarstufe I plädieren Töpfer und Bruhn (1976) mit folgenden Gründen, die bei der Vorbereitung eines neuen Lehrplans in der Türkei unbedingt beachtet werden sollten (S.230):

- a) Den größten Teil der Informationen nimmt der Mensch über den Gesichtssinn auf. Zum Sehen gehört aber bei normalsichtigen Personen die Farbenwahrnehmung.
- b) Die technischen Anwendungen wie Farbdruck, Farbfotographie und Farbfernsehen spielen in der technischen Umwelt eine große Rolle.
- c) Die Spektren bilden einen wichtigen Zugang zur Atomphysik.
- d) Die überraschenden Versuche in der Farbenlehre können (auch weniger interessierte) Schülerinnen und Schüler motivieren.

5. SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die vorliegende Arbeit soll unter anderem auf die Lernschwierigkeiten bzw. Unanschaulichkeiten in den türkischen und deutschen Schulbüchern und deren Konsequenzen bezüglich der Schülervorstellungen hinweisen. Sie wurden hierbei fachdidaktisch sowohl für türkische als auch für deutsche Schulbücher behandelt und miteinander verglichen. Diese Analyse und die Darstellung des Standes der fachdidaktischen Diskussion über den Optikunterricht in Deutschland sollen eine wertvolle Basis für die Entwicklung der Fachdidaktik in der Türkei bilden. Ausgehend von dieser Untersuchung stellt man vor allem fest, dass die Themen in türkischen Schulbüchern im Vergleich zu deutschen Schulbüchern relativ kurz behandelt werden. Solch eine Verkürzung der Optikinhalte kann aber zur Folge haben, dass der kontinuierliche Übergang von der sinnlichen Wahrnehmung zu formalen Theorieelementen für die Schülerinnen und Schüler häufig unanschaulich wird. Das Verfügungswissen erfährt dann eine zu große Betonung (vgl. auch Muckenmauß 1996, S.2). Viele Grundphänomene in der Natur tauchen höchstens als Einstieg am Anfang des Unterrichts auf, nicht als zentraler Unterrichtsinhalt, wie z.B. die Sammellinse. Sie wird oft so behandelt, als ob sie eine Folge der ausgezeichneten Strahlen sei, mit denen dann auch konstruiert wird. Muckenmauß (1996) weist darauf hin, dass "die Reduktion der Optikinhalte keine pädagogisch neutrale Kürzung darstellt. Es findet zugleich eine Akzentverschiebung statt - weg von der sinnlichen Primärerfahrung zugänglichen Phänomenen, hin zu den Artefakten der Naturwissenschaft im Sinne formaler Theorieelemente und technischer Produkte." (S.2) Solch eine Verkürzung des Unterrichtsstoffes wirkt sich dann sehr stark auf die *Lernschwierigkeiten* der Schülerinnen und Schüler in der Optik aus. Einige Themen, wie z.B. reelle und virtuelle Bilder oder

Seitenverkehrung an ebenen Spiegeln, sollte man deswegen im Unterricht ausführlicher behandeln. Außerdem weist Kubli auf die zahlreichen Untersuchungen, bezüglich des *Interesses* am naturwissenschaftlichen Unterricht mit folgendem Ergebnis hin: Die Erkenntnis, dass der Unterricht in Naturwissenschaft und Technik relativ unbeliebt ist, ist weit verbreitet, und es lässt sich feststellen, dass die Unbeliebtheit in den letzten Jahren eher noch zugenommen hat, so dass man von einem „swing from science“ sprechen kann (vgl. Kubli 1987, S.16). Diese Untersuchungen zeigen auch, dass es im Grunde eine wesentliche Diskrepanz beim Interesse an der Physik zwischen Mädchen und Jungen gibt (z.B. Hoffmann & Lehrke 1985, S.32). Inhalte mit einer emotional positiv getönten Komponente, also etwa *Phänomene*, die in der Natur vorkommen, oder über die man staunen kann, werden generell als interessant empfunden. Es ist daher zu erwarten, dass die Optik als Ganzes, auch mit Themen wie z.B. „Farbenlehre“, zum Interesse am Physikunterricht einen wichtigen Beitrag leisten kann. Unter diesem Aspekt sind einige Ergänzungen in den türkischen Lehrplänen bzw. in den türkischen Schulbüchern zu erwarten. In der deutschsprachigen Literatur gibt es genügend Hinweise darauf, dass der Optikunterricht seinen Ausgang bei Alltagserscheinungen nehmen kann (bzw. sollte). Diese werden allerdings oft in türkischen Schulbüchern vernachlässigt. Solche Erscheinungen sind zugleich Gegenstand der Kunst, der Philosophie und der Biologie. Es wird damit möglich gemacht, die Relation der Physik zu anderen Bereichen sichtbar zu machen (vgl. Muckenmauß 1996, S.2). Dies ist besonders in einem Unterricht, in dem man *fachübergreifende* Ziele hat, von großem Interesse.

LITERATUR

- [1] Berge, O.E. (1971). Müssen wir wirklich geometrische Optik treiben? NiU-Physik, 19, 201.
- [2] Bleichroth, W., Sanders, E. (1966). Naturlehre (Physik-Chemie) für die Vollsschule. Themenkreis 10: Von der Optik. Düsseldorf: Hagemann.
- [3] Bredthauer, W., Klar, G., Lichtfeldt, M., Reimers, J., Schmidt, M. und Wessels P. (1993). Impulse Physik 1. Stuttgart: Ernst Klett Verlag.
- [4] Dietmar, H. und Wiesner, H. (1992). Unterricht über Spiegel: Bericht über einen Versuch zur Verbesserung des Lernerfolgs. NiU-Physik, 3, 19-26.
- [5] Dilaver, S. (1999). Fen Bilgisi 5. Ankara: Bilim ve Kültür yayınları.
- [6] Duden (1996). Deutsches Universalwörterbuch Mannheim: Dudenverlag.
- [7] Erb, R. und Schön, L. (1996). Vom Sehen zur Optik PdN-Ph, 8, 31-36.
- [8] Golinski R. und Koppelmann, G. (1992). Seitenvertauschung in Spiegelbildern? NiU-Physik, 3, 11-15.
- [9] Grimsehl, E. (1911). Didaktik und Methodik der Physik. München: Beck. Nachdruck: Franzbecker, Bad Salzdetfurth (1977).
- [10] Hoffmann, L. und Lehrke, M. (1985). Eine Zusammenstellung erster Ergebnisse aus der Querschnitterhebung 1984 über Schülerinteressen an Physik und Technik vom 5. bis 10. Schuljahr. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaft.
- [11] Kubli, F. (1987). Interesse und Verstehen in Physik und Chemie. Köln: Aulis.
- [12] Kuhn, W. (1996). Physik 1 Band 1.1 Braunschweig: Westermann Schulbuch Verlag.
- [13] Lehrplan für die bayerische Grundschule (2000), <<http://www.isb.bayern.de/bf/isbl/lps>>
- [14] Merzyn, G. (1984). Zur Optik ider Sekundarstufe I. NiU-P/C, 32, 33-37.
- [15] Tebliğler Dergisi (2000), İlköğretim Okulu Fen Bilgisi Dersi Öğretim Programlarının kabulü, 2518,
- [16] Muckenmauß, H. (1996). Zur Didaktik virtueller Bilder. PdN, 8, 9-14.
- [17] Simon, G. (1970). Erkunden und erkennen, Physik und Chemie. Hannover: Schroedel.
- [18] Töpfer, E. und Bruhn, J. (1976). Methodik des Physikunterrichts. Heidelberg: Quelle & Meyer.
- [19] Treitz, N. (1985). Erstaunliches und Rätselhaftes aus der Optik und beim Sehen. Physik und Didaktik, 2, 155-167.
- [20] Wiesner, H. (1992). Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten mit dem Spiegelbild. NiU-Physik, 3, 16-18.
- [21] Yalçın C., Yılmaz H., Doğan M., Şimşek S., Üzün Ş., Yıldırım T., Korkmaz N., Gültiken G., Taşcıoğlu C., Evrensel A., Özdemir S. (1996). Fen Bilgisi 4. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.