

# Ein Kapitel Optikunterricht – Das freie Bild

Autoreferat aus dem Vortrag auf der Tagung der Naturwissenschaftlichen  
Sektion am Goethanum vom 21. September 1980

*Manfred von Mackensen*

## *Einleitung*

An den heutigen Schulen sollte nicht nur Naturwissenschaft so gelehrt werden, wie sie aus den Impulsen Galileis und Newtons hervorgegangen ist, und wie sie sich im Materialismus besonders der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts geformt hat. Denn die damit entzündete Erkenntnistätigkeit ist zu einseitig. Vor allem wird in ihr nicht spürbar, welche Rolle der Mensch selbst beim Zustandekommen wissenschaftlicher Aussagen spielt. Auch im naturwissenschaftlichen Denken muss sich ja der Mensch schliesslich in seiner eigenen Aktivität erfassen können – und nicht immer nur die Aktivität der Materie empfinden. Ein Arbeiten in den qualitativen Zusammenhängen, ohne blosses Inventarisieren-Wollen von materiellen Raum/Zeit-Vorgängen, ermöglicht besonders gut die Lichtlehre. Aus ihr sei ein Beispiel genommen. Es führt uns in die 12. Klasse des Physikunterrichts.

## *I. Wohin strebt der Physikunterricht zum Beispiel einer Waldorfschule in der 12. Klasse?*

Für die 9. Klasse ist die Öffnung zur Welt im Blick auf öffentliche Technik, auf Telefon und Verkehr, das durchgehende Thema. In der 12. Klasse ist es die Frage der Erkenntnisgewinnung durch Sinneswahrnehmung überhaupt – also ein Stück Verständigung der strebenden Menschenseele mit sich selbst. Optik wird nicht nur um der Optik willen gelehrt, sondern um verschiedene Methoden der wissenschaftlichen Begriffsbildung gegenüberzustellen. Der Welle-Korpuskel Dualismus am Licht gibt hierzu den Auftakt. Es handelt sich aber keinesfalls nur um die übliche Abgrenzung der Gültigkeitsbereiche zweier physikalischer Modellvorstellungen (hie Photonen, da Wellen, dort vielleicht noch Strahlen); denn das bedeutet immer noch: Aufrechterhaltung eines ohne Erscheinungen schon fertigen Etwas, des Lichtes, des Energiestromes oder dgl. Vielmehr geht es um den Vergleich von gegenständlichen, modellhinterlegenden und mehr situativen modellfreien Erklärungsansätzen. Wir wollen versuchen, optische Abbildungen modellfrei zu erklären, und zwar an einem Beispiel. – Danach soll das Ziel solcher Übungen noch einmal begrifflich umschrieben werden.

Um einen Eindruck von den hier erforderlichen optischen Beobachtungen und Begriffen zu geben, muss das Feld der Schulphysik verlassen werden; einschneidend für den Physiker, der sich der Dinge schon mächtig glaubte. Wir müssen auf eine vergessene, physikmethodische Strömung zurückgehen: auf die *Berkeleys*. Sie findet eine Art Fortsetzung u.a. in Goethes Farbenlehre und manchem späteren Kenner derselben (*Georg Maier* 1971 bis 1977). Berkeley schuf ja eine umfassende Erkenntnistheorie. Ein Auftakt und zugleich eine Konkretisierung derselben ist sein optisches Werk: *Essay Towards a New Theory of Vision* (*Georg Berkeley* 1709). Der fruchtbarste Begriff Berkeleys ist der des *Sehdinges*. Eine Bergform inmitten der Linienzüge des Horizontes ist ein Sehding. Es verschwindet, wenn ich den Berg besteige. Ein Sehding ist ein hier und jetzt im Sehen Erscheinendes, das ich im Umkreis des Sehfeldes begrifflich anspreche (ausgrenze). Üblicherweise sind für uns dasjenige Dinge, was dem Gesehenen als Tastbares, Materielles zugrunde-

liegend gedacht wird; man denkt: das die Seherscheinung verursacht. Berkeley geht aber gar nicht auf die gegenständlichen «Ursachen» der Sehdinge ein, sondern räumt den Weg frei, zwischen reinen Sehdingen Zusammenhänge zu entdecken. Er begründet damit erst wahre Optik als Phänomenologie des Sichtbaren. – Das im folgenden (nicht als Unterrichtsanleitung) zu skizzierende kleine Kapitel einer Physikepoche der 12. Klasse ruht auf Übung einer dem Herkömmlichen gegenüber völlig anderen erkenntnistheoretischen Orientierung, eben derjenigen z.B. Berkeleys: Ohne Übung auf diesem Felde bleibt dem Verstehen-Wollenden vieles an Wahrnehmungen und Gedanken nachzuholen, das hier nicht auseinandergelegt ist.

## II. Das Linsenbild als Beispiel

Bekannt ist das Phänomen des «freien Bildes»: auf einem Papier hinter einer Sammellinse – etwas ausserhalb ihrer Brennweite – ist ein kleines, umgekehrtes Bild der Landschaft zu erblicken, die man vor der Linse ausgebreitet sieht.

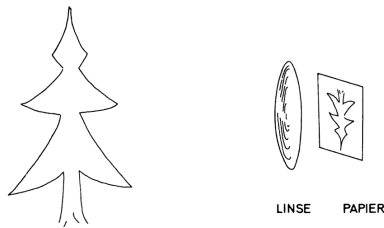


Bild 1: Frei schwebendes Bild hinter der Linse

Wie kommt dies zustande? Eine Erklärung im reinen Sehen, wie sie hier versucht wird, darf nun *nicht* Vorgänge in Raum und Zeit vorstellen, die dem Blick nicht erscheinen, aber irgendwie zu dem Papier dringend das Bild hervorbringen sollen. Man wird sich vielmehr in das Rätsel dieses Bildes einleben, indem man die Bedingungen, z.B. die Linse, vielfältig abwandelt – bis zum einfachsten derartigen Phänomen am durchsichtigen Körper, dem Blick auf die Wasseroberfläche. Es gilt, sichtbare Erscheinungen und Bildverwandlungen aneinanderzureihen, um aus dem Sehen selbst Gedanken zum frei schwebenden Bild zu finden. Deren Projektion auf ein logisches Gerüst gibt uns folgende Schritte.

1. *Erscheinung.* Beim schrägen Blick in Wasserbecken (oder auf Glasblöcke und dgl.) erleidet das unter Wasser Erblickte eine Verschiebung, u.a. quer zur Blickrichtung: es wird wie zur Blickrichtung hochgezogen – umso mehr, je schräger man zur Grenzfläche sieht. Es scheint, als glitte der Blick mit dem unter Wasser Erfassten an der Grenzfläche ab, so dass er zu weit nach oben zielt, indem der Anblick erscheint.

2. *Erscheinung.* Dieses «Abgleiten» tritt auch an der Vorderfläche eines Prismas auf. An der Hinterfläche geht das Zur-Seite-Ziehen des Anblicks in die Gegenrichtung, da ich dort *vom Glas in Luft* blicke; die Ansicht «gleitet an». Das Prisma wirkt immer so, dass sich das Herüberziehen von Ansichtsinhalt durch Abgleiten und durch Angleiten (auf die Worte kommt es nicht an) addiert. Ansichtsinhalt wird zum brechenden Winkel (besser zur: «Ziehenden Kante») hingezogen: und zwar umso mehr, je grösser der nach hinten gelegene Abstand des Gesehenen vom Prisma ist und je grösser der Winkel an der ziehenden Kante ist.