

Archiv für Geschichte der Ph. 20

1907

3397 Pak
HAAS, A. E.
1907
p. 345-386

XIV.

Antike Lichttheorien.

Von

Arthur Erich Haas.

Einleitung.

Unter den verschiedenen Zweigen der antiken Physik hat sich die Optik am frühesten zu entwickeln begonnen. Die großartige Fülle interessanter und teilweise so geheimnisvoller Lichterscheinungen, die sich am Himmel und in Spiegeln dem Auge des Beobachters darbot, die wunderbare Tatsache des Sehens und der Farbenempfindungen überhaupt mußten das Denken eines mit Phantasie so reich begabten Volkes, wie es die Griechen waren, schon frühe mächtig anregen, die auffallende Gesetzmäßigkeit der Ausbreitung und der Reflexion der Strahlen schon den ältesten Mathematikern eine Menge dankbarer Aufgaben liefern.

Als eine streng umgrenzte, selbständige Wissenschaft haben die Alten die Optik freilich nie gekannt. Sie befand sich im Gefolge zahlreicher Nachbarwissenschaften, deren Vertreter von ihrem Standpunkte aus die optischen Probleme behandelten. Die Naturphilosophen interessierte es, wie die Wirkung zwischen wahrgenommenem Objekte und empfindendem Subjekte zu erklären sei, die Psychologen beschäftigte der Vorgang der Wahrnehmung selbst, die Mediziner die Rolle, die beim Sehakte dem Auge zufällt; die Farbenlehre entwickelte sich ziemlich unabhängig von der übrigen Optik. Mit den Erscheinungen der Ausbreitung des Lichtes und der Spiegelung befaßten sich vor allem die Mathematiker,¹⁾ mit

¹⁾ Nur diesen Teil der Optik scheint man im Altertum mit diesem Namen belegt zu haben. In den Auszügen aus Geminus wird ausdrück-

XIV. Antike Lichttheorien.

Von
Arthur Erich Haas.

Einleitung.

Unter den verschiedenen Zweigen der antiken Physik hat sich die Optik am frühesten zu entwickeln begonnen. Die großartige Fülle interessanter und teilweise so geheimnisvoller Lichterscheinungen, die sich am Himmel und in Spiegeln dem Auge des Beobachters darbot, die wunderbare Tatsache des Sehens und der Farbenempfindungen überhaupt mußten das Denken eines mit Phantasie so reich begabten Volkes, wie es die Griechen waren, schon frühe mächtig anregen, die auffallende Gesetzmäßigkeit der Ausbreitung und der Reflexion der Strahlen schon den ältesten Mathematikern eine Menge dankbarer Aufgaben liefern.

Als eine streng umgrenzte, selbständige Wissenschaft haben die Alten die Optik freilich nie gekannt. Sie befand sich im Gefolge zahlreicher Nachbarwissenschaften, deren Vertreter von ihrem Standpunkte aus die optischen Probleme behandelten. Die Naturphilosophen interessierte es, wie die Wirkung zwischen wahrgenommenem Objekte und empfindendem Subjekte zu erklären sei, die Psychologen beschäftigte der Vorgang der Wahrnehmung selbst, die Mediziner die Rolle, die beim Seheakte dem Auge zufällt; die Farbenlehre entwickelte sich ziemlich unabhängig von der übrigen Optik. Mit den Erscheinungen der Ausbreitung des Lichtes und der Spiegelung befaßten sich vor allem die Mathematiker,¹⁾ mit

¹⁾ Nur diesen Teil der Optik scheint man im Altertum mit diesem Namen belegt zu haben. In den Auszügen aus Geminus wird ausdrück-

der Perspektivik neben diesen auch die Maler. Die Gesetze der Schattenbildung wurden von den Astronomen im Anschlusse an die Betrachtung der Sonnen- und Mondesfinsternisse behandelt, ferner das Phänomen der atmosphärischen Refraktion. Den Erscheinungen des Regenbogens, der Nebensonnen und der Mondhöfe schenkten die Meteorologen ihre Aufmerksamkeit, die eigentümliche Linsenwirkung des Bergkristalls erwähnten die Mineralogen, und mancherlei optische Kuriositäten, wie Beispiele für außerordentliche Gesichtsschärfe, die Fähigkeit, bei Nacht zu sehen, eigentümliche Farbenwirkungen, die angeblich durch Spiegel bewirkte Verbrennung der feindlichen Flotte durch Archimedes²⁾ u. a. befinden sich allenthalben in der antiken und byzantinischen Literatur verstreut.

So hängt denn auch die Geschichte der antiken Optik auf das engste mit der der Nachbarwissenschaften zusammen. In die Blütezeit der griechischen Philosophie fallen die Spekulationen über das Wesen des Lichtes und der Gesichtsempfindung, an denen sich namentlich Pythagoras (ca. 580—500), Heraklit von Ephesus (ca. 535—475), Anaxagoras aus Klazomenae (ca. 500—430) und sein Zeitgenosse Diogenes von Apollonia, Empedokles von Agrigent, (490—430), Leukipp (um 450), Demokrit von Abdera (ca. 470—370), Archytas von Tarent (ca. 430—365), Platon (427—347), Heraklides von Heraklea (um 350 v. Chr.) und Aristoteles (384—322) beteiligten. An sie knüpften später die Peripatetiker Straton von Lampsakus (um 270 v. Chr.), dessen Schüler Aristarch, Theophrast von Eresus (um 250 v. Chr.), dann Epikur (341—270), dessen Anhänger Hieronymus und T. Lucretius Carus (96—54), die Stoiker

lich die Frage nach dem Wesen des Lichtes als nicht zur Optik gehörig bezeichnet. (Bei Schöne, Damianos S. 24, 7: οὗτε φυσιολογεῖ ἡ ὀπτική.). Als Teile der Optik gibt Geminus die Optik im engeren Sinne an, die Katoptrik, das ist die Lehre von der Zurückwerfung der Strahlen, und die von ihm Skenographie genannte Perspektivik. Unter Dioptrik verstanden die Alten die Lehre vom Nivellieren.

²⁾ Diese vermeintliche Tatsache hat namentlich im 18. Jahrhundert eine außerordentlich große Zahl von Untersuchungen hervorgerufen. Das gleiche gilt auch von dem angeblichen Einglase des Kaisers Nero, mit dem sich neben sehr vielen Fachschriftstellern bekanntlich auch Lessing in seinen Briefen antiquarischen Inhalts beschäftigt hat. Die Meinungsverschiedenheiten der Gelehrten bestehen bei beiden Problemen noch heute fort.

Zenon (um 300), Chrysippus (282—209), Apollodorus, Sphaيروس, L. Annaeus Seneca (2—66 n. Chr.) und andere an.

Mit der Anatomie des Auges beschäftigten sich schon die älteren Mediziner, namentlich Alkmaion von Kroton (6. Jahrh. v. Chr.), die Hippokratiker, Kallisthenes, ein Hörer des Aristoteles, und Herophilus (um 300 v. Chr.).³⁾ Mit dem großartigen Aufschwunge der Mathematik, den Euklid (um 300 v. Chr.) und Archimedes (287—212) herbeiführten, begann auch die Entwicklung der geometrischen Optik, als deren Vorläufer eine zuerst von Agatharch, dann von Demokrit und Anaxagoras ausgebildete und auf die Bühnenmalerei angewandte Perspektivik gelten kann.⁴⁾ Euklid und Archimedes haben selbst viel über Optik gearbeitet.⁵⁾ Ein Werk über Brennspiegel (*περὶ πυρσίων*) verfaßte Apollonius von Perga⁶⁾ (um 200 v. Chr.), über Katoptrik schrieb auch Heron von Alexandria (1. Jahrh. v. Chr.?), der auch der Erfinder zahlreicher aus Spiegeln zusammengesetzter Apparate ist. Unter den Astronomen haben sich besonders Hipparch von Nicäa (um 150 v. Chr.), Kleomedes (um 50 n. Chr.), namentlich aber Claudius Ptolemaeus (70—147), wohl der bedeutendste Vertreter der antiken Optik überhaupt, mit den Problemen dieser Wissenschaft befaßt.

Aus dem späten Altertum sind besonders die die Physiologie des Sehens betreffenden Arbeiten des Arztes Claudius Galenus (2. Jahrh. n. Chr.), die mehr philosophischen Untersuchungen des

³⁾ Chalcidius, c. 246.

⁴⁾ Vitruv, de architectura, Vorrede zum 7. Buche.

⁵⁾ Von Archimedes erwähnt Apuleius in seiner Apologie (c. 15) bei Besprechung der Spiegelwirkungen, daß er viele derartige Erscheinungen in einem umfangreichen Werke (*volumine ingenti*) behandelt habe. Ein Beweis aus diesem Werke hat sich in den Scholien zu Euklids Katoptrik erhalten (ed. Heiberg Nr. 7). Die von Gongava aus dem Arabischen übersetzte Abhandlung „De speculis comburentibus“ wird dem Archimedes nur fälschlich zugeschrieben. Daß ihn Klügel (in den Zusätzen zu Priestleys Geschichte der Optik) zum Verfasser einer optischen Schrift über die „Brechung des Kreises“ macht, hat wohl in einem Druckfehler seinen Grund, da Fabricius (in der Bibliotheca Graeca, B. IV, S. 549) als lateinischen Titel der Schrift *περὶ σφαίροπoticas „de fractione (anstatt factione) circuli“* angibt.

⁶⁾ Sie wird im fragmentum mathematicum Bobbiense erwähnt (Hermes Bd. 16 und Zeitschrift für Mathematik und Physik Bd. 28).

Peripatetikers Alexander von Aphrodisias (um 200 n. Chr.) und seines Schülers Sosigenes, der Neuplatoniker Plotinus (204—243) und dessen Schülers Porphyrius, sowie des Priscianus, die geometrisch-optischen Schriften des Damianus von Larissa, des Theon (um 400) und des berühmten Baumeisters Anthemius von Byzanz (um 530) hervorzuheben.

Bei der Vielseitigkeit, die den Werken der Alten eigen war, ist wohl anzunehmen, daß die optischen Untersuchungen der angeführten Gelehrten in ihren Schriften vielfach zerstreut waren, andererseits aber auch optische Abhandlungen nur einzelne Bücher großer physikalischer Werke bildeten. So wissen wir z. B., daß sowohl Epikur als auch Chrysippus¹⁾ die Optik in dem zweiten Buche ihrer Werke über die Natur (*περὶ φύσεως*) behandelten. Aus diesem Grunde vermögen uns die namentlich bei Diogenes von Laërte angeführten Titel der physikalischen Schriften der Alten kein genügendes Bild ihrer Tätigkeit auf optischem Gebiete zu geben. Erhalten haben sich von Werken rein optischen Inhalts Euklids Optik samt einer Einleitung Theons und seine nur in späterer Fassung überlieferte Katoptrik, Herons Katoptrik in einer lateinischen Übersetzung unter dem Namen „Ptolemaei liber de speculis“, ein großer Teil der bis vor wenige Jahrzehnte für verloren gehaltenen Optik des Claudius Ptolemaeus, die wir ebenfalls nur in einer lateinischen Übersetzung besitzen, die selbst wieder nach einer arabischen angefertigt wurde (*opticorum sermones quinque*), die Optik des Damianos (*κεφάλαια τῶν ὀπτικῶν ὑποθέσεων*) und einige Bruchstücke aus Anthemios, die in Westermanns „Paradoxographen“ zusammengestellt sind; ferner die Farbenlehre des Aristoteles und die beiden vom Sehen handelnden Bücher des Plotin.²⁾

¹⁾ Diogenes Laërtius, VII, 157.

²⁾ Die Untersuchungen des Kleomedes über Strahlenbrechung befinden sich im vorletzten Kapitel seiner „Theorie der Kreisbewegung der Himmelskörper“ (*κυκλική θεωρία μετεώρων*). Bruchstücke aus verlorenen optischen Werken sind das schon früher erwähnte fragmentum mathematicum Bobbiense, das aus der Zeit des Anthemius stammen dürfte, und ein Papyrus kurzen Inhalts, den Mariette 1869 in Sarrakah fand (*Comptes rendus*, Bd. 71, S. 465).

Von anderen optischen Schriften des Altertums sind uns nur noch einige Titel bekannt. Hierher gehören außer den schon erwähnten Werken des Archimedes und des Apollonius eines des Aristoteles (ἀπτικόν,⁹⁾ ferner auf die Theorie des Sehens bezügliche Abhandlungen des Theophrast (περὶ ὄψεως, in vier Büchern,¹⁰⁾ des Straton (περὶ ὄψεως),¹¹⁾ des Epikur (περὶ τοῦ ὁρᾶν)¹²⁾ des Zenon (περὶ ὄψεως)¹³⁾ und des Sosigenes (περὶ ὄψεως);¹⁴⁾ einige Schriften, die sich vielleicht mit der Theorie der Abbilder und deren Widerlegung befaßten, von Demokrit (περὶ εἰδώλου ἢ περὶ προνοίης),¹⁵⁾ des Theophrast (περὶ τῶν εἰδώλων),¹⁶⁾ des Epikur (περὶ εἰδώλων),¹⁷⁾ und des Heraklides (περὶ εἰδώλων);¹⁸⁾ Farbenlehren von Demokrit (περὶ χροῶν),¹⁹⁾ Theophrast (περὶ τῶν τὰς χρώας μεταβαλλόντων)²⁰⁾ Straton (περὶ χρωμάτων)²¹⁾ und von Galen (περὶ χρωμάτων);²²⁾ eine perspektivische Abhandlung des Demokrit (ἀκτινογραφία).²³⁾ Werke über die Sinnesempfindung, in denen wohl die Theorie des Sehens

⁹⁾ Diogenes Laërtius, V, 26. Klügel stellt im Anschluß an Nunnes, der eine alte lateinische Übersetzung einer Lebensbeschreibung des Aristoteles herausgab, die irrtümliche Behauptung auf, Aristoteles habe in diesem Werke gelehrt, daß der Sehstrahlenkegel sechseckig sei (s. Schneider, eclogae physicae, II, S. 234). Eine Optik des Aristoteles, und zwar ein Buch über die Spiegel, wird auch in dem Mathematikerverzeichnisse im Fihrist des Ibn Abi Jáküb an Nadim erwähnt (Deutsch von H. Suter in der Zeitschrift für Mathematik und Physik, Bd. 37). Ferner finden dort die Polemik des Alexander von Aphrodisias gegen die verschiedenen Theorien des Sehens sowie ein Kommentar angeführt, den ein Theophroditos (?) zu einer Abhandlung des Aristoteles über den Regenbogen und die Mondhöfe (offenbar ist ein Abschnitt aus der Meteorologie gemeint) verfaßt haben soll.

¹⁰⁾ Diogenes Laërtius, V, 49.

¹¹⁾ ib. V, 59.

¹²⁾ ib. X, 28.

¹³⁾ ib. VII, 4.

¹⁴⁾ Themistius, de anima S. 61, 23 (ed. Heinze).

¹⁵⁾ Diog. L. IX, 47.

¹⁶⁾ Diogenes Laërtius V, 43.

¹⁷⁾ ib. X, 28.

¹⁸⁾ ib. V, 87.

¹⁹⁾ ib. IX, 48.

²⁰⁾ ib. V, 44.

²¹⁾ ib. V, 59.

²²⁾ de plac. Hipp. et. Plat., VI.

²³⁾ Diog. L. IX, 48.

im Vordergrund stand, schrieben außer Aristoteles und Theophrast noch Demokrit, Straton, Kleanthes, Sphaيروس, Metrodorus und Porphyrius.²⁴⁾

Die vorliegende Arbeit soll sich mit der Geschichte desjenigen Problems der alten Optik befassen, das die Grundlage aller weiteren Untersuchungen auf diesem Gebiete bildete und dem daher schon in den frühesten Zeiten die Forscher ihre Aufmerksamkeit schenkten.²⁵⁾ Es ist die Frage, auf welche Weise das Einwirken des sichtbaren Gegenstandes auf das Auge zu erklären sei — eine Aufgabe, um deren Lösung sich infolge ihrer Eignung zu rein spekulativen Untersuchungen fast alle Philosophenschulen in der ihnen charakteristischen Art bemühten. Im Vordergrund sollen im Folgenden die Erscheinungen stehen, die in dem Zwischenraum zwischen Gegenstand und Auge eintreten; die Rolle, die dem Auge bei dem Sehvorgange zukommt, die rein psychologische und erkenntnistheoretische Seite des Problems sollen nur im Zusammenhange mit jener Frage erörtert werden.

²⁴⁾ ib. IX, 47; V, 59; VII, 174; VII, 178; Herculan. vol. VI; Nemesius, de nat. hom., c. 7.

²⁵⁾ Trotz der wichtigen Stellung, die gerade dieses Problem innerhalb der alten Optik einnahm, ist es doch in vielen geschichtlichen Darstellungen dieser Wissenschaft mit einer unglaublichen Nachlässigkeit behandelt worden. So schreibt — eine Aufzählung der Einzelheiten betreffenden Irrtümer würde zu weit führen — Priestley in seiner Geschichte der Optik die Bildertheorie dem Pythagoras, die stoische Theorie, die das Auge die von ihm gestaltete Luft wie einen Stab gebrauchen läßt, dem Epikur zu. Nach Wildes Geschichte der Optik soll hingegen Epikur ein „Ausströmen von Bildern aus dem Auge“ angenommen haben. Von hier nahm offenbar dieser Irrtum seinen Weg durch andere Bücher. Er kehrt in etwas veränderter Gestalt (an die Stelle der unverständlichen aus dem Auge strömenden Bilder treten Sehstrahlen) in Mädlers Darstellung der Geschichte der Optik (in seiner Geschichte der Himmelskunde) und auch bei Hirschberg wieder, der in seiner Geschichte der Augenheilkunde ein ausführliches Kapitel einer neuen Darstellung der griechischen Optik widmet, Epikur sogar als Hauptvertreter der „Fühlfaden“-Theorie hinstellt und auch die Lehre Demokrits falsch wiedergibt. Auch was in Günthers Darstellung der alten Physik (in Müllers Handbuch der klassischen Altertumswissenschaften, Bd. V/1) über die „Betastungstheorien“ im allgemeinen und über die epikureische Lehre im besonderen gesagt wird, der die des Lucretius als eine grundverschiedene gegenübergestellt wird, ist zum großen Teil falsch.

Die Quellen für das geschichtliche Studium dieses Problems bilden in erster Linie die erhaltenen Abhandlungen derjenigen Denker, die selbständig darüber urteilten. Hieher gehören vor allem Platons Timaios (neben einigen minder bedeutenden Stellen in anderen Dialogen), des Aristoteles Schrift über die Seele (*περὶ ψυχῆς* II, 7), über die Sinneswahrnehmung und die wahrnehmbaren Gegenstände (*περὶ αἰσθήσεως καὶ αἰσθητοῦ*), Epikurs erster Brief an Herodot (bei Diogenes Laërtius X, 35—83), die in Herculaneum aufgefundenen Überreste des zweiten Buches seiner Physik (*περὶ φύσεως β'*), das vierte Buch des Lehrgedichtes „Über das Wesen der Dinge“ (*de rerum natura*) des T. Lucretius Carus, zwei Bücher aus den Enneaden des Plotin, und zwar das dritte Buch der psychologischen Probleme oder „über das Sehen“ (*περὶ ψυχῆς ἀποριῶν τρίτον ἢ περὶ ὄψεως*; IV. Enn., 5.) und das Buch „Über das Sehen oder den Grund der scheinbaren Verkleinerung entfernter Gegenstände“ (*περὶ ὁράσεως ἢ πῶς τὰ πόρρω μικρὰ φαίνεται*; II. Enn., 8); ferner die erhaltenen geometrisch-optischen Schriften des Euklid, Heron, Ptolemaeus und Damianos, schließlich das Proömium der Heronischen Pneumatik, das einiges aus der Stratonischen Lichttheorie enthält.

Die aus dem Altertum erhaltenen Schriften optischen Inhalts reichen selbstverständlich nicht aus, um ein vollständiges Bild der antiken Lichttheorien zu geben. Manche Denker, die eigenartige Ansichten hierüber aufstellten und vertraten, wie Demokrit, Chrysipp und Straton haben uns überhaupt keine eigenen Werke hinterlassen. Bei ihnen sind wir vor allem auf die Nachrichten angewiesen, die sich in doxographischen und biographischen Darstellungen, in polemisierenden und kommentierenden Schriften finden. Unter diesen kommen hier vor allem in Betracht: Theophrasts Bruchstück über die Sinnesempfindung und die wahrnehmbaren Gegenstände (*περὶ αἰσθήσεως καὶ αἰσθητῶν*), eine geschichtliche Darstellung der Lehre von den Sinnesempfindungen bis auf Platon, die Placita des Aëtius (2. Jahrh. n. Chr.), die wir in den Fassungen Pseudoplutarchs, des Johannes von Stoboi (um 500 n. Chr.) und des Pseudogalen (*περὶ φιλοσόφου ἱστορίας*) besitzen, die Placita des Arius Didymus (1. Jahrh. v. Chr.), die sich ebenfalls bei Stobaeus finden, die in

zehn Büchern erhaltenen Lebensbeschreibungen berühmter Philosophen, verfaßt von Diogenes von Laërte (um 250 n. Chr.; περὶ βίων, δογμάτων καὶ ἀποφθεγμάτων τῶν ἐν φιλοσοφίᾳ εὐδοκίμησάντων), der Kommentar des Chalcidius (5. Jahrh. n. Chr.) zu Platons Timaios (besonders der zehnte Abschnitt de visu; c. 236—248), der gewöhnlich einem Platoniker Alkinoos zugeschriebene Kommentar des Albinus (um 50 n. Chr.; λόγος διδασκαλικὸς τῶν Πλάτωνος δογμάτων oder εἰσαγωγή εἰς τὴν φιλοσοφίαν Πλάτωνος); unter den zahlreichen aristotelischen Kommentaren besonders die des Themistius (4. Jahrh. n. Chr.) und des Simplicius von Kilikien (um 500 n. Chr.) zu den Büchern über die Seele, der Kommentar des Alexander von Aphrodisias zu der Schrift über die Sinneswahrnehmung, ferner seine geschichtlich sehr wichtige Polemik gegen die verschiedenen Theorien des Sehens,²⁶⁾ die sich in dem zweiten Buche über die Seele (περὶ ψυχῆς β', auch de anima libri mantissa genannt) befindet.²⁷⁾

²⁶⁾ Es sind die Sehstrahlentheorie (πρὸς τοὺς δι' ἀκτίνων λέγοντας γίνεσθαι τὸ ὁρᾶν), die stoische Theorie einer Anspannung der Luft (πρὸς τοὺς διὰ τῆς τοῦ αἵρος συνετάσεως τὸ ὁρᾶν ποιοῦντας), die epikureische Theorie der Abbilder (πρὸς τοὺς διὰ τῆς τῶν εἰδώλων ἐμπτώσεως τὸ ὁρᾶν λέγοντας γίνεσθαι) und die platonische Theorie (πρὸς τοὺς διὰ τῆς ἀπορροίας τῆς ἀπ' αἵματος τὸ ὁρᾶν λέγοντας). Daran schließt sich noch eine Widerlegung der Ansicht, daß das Licht körperlich sei (ὅτι μὴ σῶμα τὸ φῶς).

²⁷⁾ Eine ausführliche, oft zitierte Darlegung der Polemik Alexanders hat Zahlfleisch (im Archiv für Philosophie, Bd. 8 und 9) zu geben versucht. Bei seiner Arbeit ist vor allem sehr zu bedauern, daß es Zahlfleisch für ganz überflüssig hielt, anzuführen, wer denn eigentlich die bekämpften Theorien vertrat, und sich mit der falschen Angabe begnügte, es seien Vorgänger des Aristoteles gewesen — wie denn überhaupt die ganze Abhandlung eine völlige Unkenntnis der antiken Optik verrät. Anstatt Alexanders Einwände auf die angegriffenen Theorien zu beziehen, zu erwähnen, auf wen die bei Alexander vorgebrachten Einwände zurückgehen, unterzieht Zahlfleisch die Behauptungen des antiken Philologen einer Überprüfung vom modernen Standpunkte aus. Daß dabei in die Arbeit die breitesten und überflüssigsten Ausführungen über jedermann bekannte Probleme der heutigen Optik hineingeraten sind, die mit dem Gedankengange Alexanders oft in gar keinem Zusammenhange stehen, erklärt sich vor allem daraus, daß Zahlfleisch viele Vokabeln falsch übersetzt, daher einen großen Teil der Behauptungen Alexanders gänzlich mißverstanden und infolgedessen in sie oft einen Sinn hineininterpretierte, der im Urtexte mit keinem Worte angedeutet ist. Als die ärgsten Beispiele seien hier nur die Deutungen einiger Stellen erwähnt: Alexander (ed. Bruns) S. 129, 27—29;

Unter sonstigen Werken, in denen beiläufig einiges über die Theorie des Sehens gesagt wird, seien hier nur erwähnt: Zwei Briefe Ciceros (ad Atticum II, 3; ad familiares XV, 16), Senecas physikalische Untersuchungen (quaestiones naturales II, 8, 2), Plutarchs Tischgespräche (συμποσιακά προβλήματα), namentlich zwei Kapitel, in denen die Fragen erörtert werden, warum die Greise die Buchstaben aus der Ferne besser sehen und warum die Träume im Spätherbst am unzuverlässigsten sind (I, 8; VIII, 10), die „attischen Nächte“ des Aulus Gellius (um 150 n. Chr.; noctes Atticae, V, 16), die Apologie des Apuleius (um 150 n. Chr.; c. 15), die „Pyrrhoneischen Grundzüge“ des Skeptikers Sextus Empiricus (Πυρρώνειοι ὑποτυπώσεις; III, 51), die Schrift des Claudius Galenus über die Lehren des Hippokrates und des Platon (περὶ δογμάτων Ἱπποκράτους καὶ Πλάτωνος; B. VII), die Saturnalien des Neuplatonikers Macrobius (um 400 n. Chr.; VII, 14), die Metaphrase des Priscianus zu der Schrift Theophrasts περὶ αἰσθήσεως; unter den Werken der Kirchenväter die Schrift des Lactantius (um 300) über die Schöpfung Gottes (de opificio Dei; c. 8), die Schrift über den Bau des Menschen des Bischofs Gregorius von Nyssa (4. Jahrh.; περὶ κατασκευῆς ἀνθρώπου; S. 151, Migne) und sein Kommentar zum hohen Liede (ὁμιλῖαι εἰς τὰ ἄσματα τῶν ἀσμάτων; S. 834, Migne), das Buch über die Natur des Menschen des Bischofs Nemesius von Emesa (um 400; περὶ φύσεως ἀνθρώπου, c. 7); das Realwörterbuch des Bischofs Isidorus von Hispala (7. Jahrh.; Originum s. etymologicarum II. XX; XI, 1); die Schrift eines sonst unbekannten Mönches Meletius über den Bau des Menschen (περὶ κατασκευῆς ἀνθρώπου; S. 1176—1177, Migne).²⁸⁾

I. Die Theorie der Sehstrahlen.

Als erste soll unter den verschiedenen Lichttheorien diejenige behandelt werden, die sich durch ihre Einfachheit am besten für

S. 130, 25—133, 3 (wo Hegemonikon, die stoische Bezeichnung des seelischen Zentralorganes als das „gesehene Objekt“ übersetzt wird); S. 133, 4—8; S. 134, 32—36.

²⁸⁾ Stellen aus anderen Werken, in denen ganz kurz nur auf eine bestimmte Theorie des Sehens hingewiesen wird, sind in den betreffenden Abschnitten angeführt.

unter den optischen Fachschriftstellern ihre Anhänger fand. Ihr eine mathematische Behandlung eignete und deshalb namentlich liegt die Vorstellung zugrunde, daß gewisse Lichtstrahlen, sogenannte Sehstrahlen,²⁹⁾ aus dem Auge strömen, und, auf die Körper fallend, diese dem Auge sichtbar machen.

Die Ansicht, daß unser Sehorgan feuriger Natur sei und Licht ausstrahle, ist jedenfalls älter als die optische Wissenschaft. Vergleiche zwischen einem schönen Auge und der Sonne oder einem leuchtenden Sterne finden sich wohl in den Dichtungen aller Völker,³⁰⁾ und daß diese Ansicht über das Auge auch in der Wissenschaft anderer Völker als der Griechen Eingang fand, beweist das Beispiel des altindischen Mediziners Suçruta, der der Linse, nach seiner Auffassung dem Hauptteile des Sehorgans, ein ewiges Feuer zuschrieb. Isidorus von Hispala leitet die lateinischen Bezeichnungen für die Augen oculi oder lumina davon ab, daß das Auge in seinem Innern Licht verborgen (occultum) habe und daß aus ihnen Licht (lumen) ausströme.³¹⁾

So fanden denn ähnliche Anschauungen auch schon frühe Eingang in die griechische Philosophie. Pythagoras erklärte das Sehen durch eine heiße Ausdünstung, die von dem Auge zu dem Objekte strömt, infolge des Widerstandes, den sie bei dem Kalten findet, von den sichtbaren Gegenständen zurückgedrängt wird und so deren Empfindung zu dem Auge gelangen läßt.³²⁾ Des Pythagoras Ansicht wurde von seinen Anhängern weiter ausgebildet, so besonders von Archytas von Tarent, der an die Stelle der nicht näher bestimmten Ausdünstung Sehstrahlen setzte.³³⁾ Die Pythagoreer sind eigentlich die einzige Philosophenschule, die wir zu den Anhängern der Sehstrahlentheorie im engeren Sinne rechnen können. Die Vorstellung, daß aus dem Auge Strahlen dringen, teilten zwar auch viele andere, so namentlich Empedokles, der das Auge mit

²⁹⁾ ὄψις, ἄκτις, visus, radius.

³⁰⁾ Auch ein alter griechischer Spruch nannte die Sonne das Auge der Welt (Chalcidius c. 237).

³¹⁾ Etymol., XI, 1, 36.

³²⁾ Diogenes Laërtius, VIII, 29; Aëtius, IV, 13.

³³⁾ Apuleius, Apologia c. 15.

einer Laterne verglich, Alkmaion, der es aus Feuer bestehen ließ, Plato, die Stoiker u. a.; doch verbanden alle diese Denker mit der Vorstellung der Augenstrahlen noch die einer Wirkung des Objektes oder des dazwischen liegenden Mediums, während es doch als das Wesentliche der hier zu besprechenden Theorie angesehen werden muß, daß nach ihr die Gesichtsempfindung nur durch die Sehstrahlen „ohne jede Beihilfe von außen“ zustande kommt — sine ullo foris amminiculo, wie sich Apuleius bei Erwähnung der Ansicht des Archytas ausdrückt.³⁴⁾ Weit mehr als bei den Philosophen vom Fache fand die Sehstrahlentheorie ihre Anhänger im Kreise der Vertreter der mathematischen Wissenschaften, die sich durchwegs zu ihr bekennen. Am schärfsten spricht sie Hipparch, der berühmte alexandrinische Astronom (?), aus, der von den Augen entsandte Strahlen mit ihren Enden wie mit Händen die Körper der Außenwelt betasten und die Wirkung zu uns zurückkehren läßt.³⁵⁾ Euklid spricht diese Ansicht zwar nicht so deutlich aus; daß für ihn aber die Sehstrahlen jedenfalls mehr sind als bloß geometrische Linien zwischen Pupille und Gegenstand,³⁶⁾ geht namentlich aus der Einleitung hervor, die Theon zur Euklidischen Optik schrieb und in der er den großen Mathematiker sogar mehrere Gründe für die Richtigkeit der Sehstrahlentheorie vortragen läßt. Auch aus der ganzen Art der Konstruktionen erhellt es, die sich in manchen Fällen, so namentlich bei der Entwerfung der Spiegelbilder, viel einfacher gestalten ließen, wenn Euklid die Strahlen statt des Weges vom Auge zum Gegenstande den umgekehrten nehmen ließe. Auch der dritte der Optik vorausgeschickte Erfahrungssatz spricht deutlich dafür, demzufolge nur die Gegenstände gesehen werden, auf die Strahlen auffallen, die anderen dagegen nicht.

³⁴⁾ Sehr unsichere Nachrichten schreiben ähnliche Ansichten noch dem Parmenides (Aëtius, IV, 13), einigen Akademikern (ib.) und — dies wohl gewiß irrtümlich — den Peripatetikern (Chalcidius c. 238) zu. Auch was bei Aëtius, IV, 14 über die Erklärung der Spiegelwirkungen durch die Pythagoreer gesagt wird, dürfte auf ein Mißverständnis ihrer Behauptung zurückzuführen sein, daß die heiße Ausdünstung von allen sichtbaren Gegenständen zurückgedrängt werde.

³⁵⁾ Aëtius, IV, 13; Nemesius, de nat. hom. cap. 7.

³⁶⁾ Wie dies Hirschberg behauptet.

Auf Euklid ist es wohl zurückzuführen, daß die von ihm vertretene Theorie des Sehens bei den späteren geometrischen Optikern zur unbeschränkten Alleinherrschaft gelangte.³⁷⁾ Sie kehrt in der Heronischen Katoptrik wieder, Kleomedes und Ptolemaeus schließen sich ihr an und aufs entschiedenste Damianus, der eine Reihe von Beweisgründen für ihre Richtigkeit vorbringt. So baut sich das ganze System der wissenschaftlichen antiken Optik auf der Vorstellung der Sehstrahlen auf, die dadurch für die ganze weitere Entwicklung dieser Wissenschaft von der größten Bedeutung wurde.

Als die wesentlichste Eigenschaft der Augenstrahlen wird von allen, die sie annahmen, ihre Geradlinigkeit vorausgesetzt. Euklid nimmt sie als Axiom an;³⁸⁾ ob und wie Ptolemaeus sie näher erklärte, wissen wir nicht, da offenbar in dem verloren gegangenen ersten Buche seiner Optik davon die Rede war. Damianus erwähnt (c. 3), daß er einen experimentellen Nachweis für die geradlinige Ausbreitung der Sehstrahlen erbracht habe. Besonders interessant ist eine theoretische Begründung, die Heron und im Anschluß an ihn Damianus von einem teleologischen Standpunkte aus versuchten. Ihr liegt die Vorstellung zugrunde, „daß die Natur nichts vergeblich tue und sich niemals umsonst abmühe“.³⁹⁾ Nach Heron (c. 2) und Damian (c. 3) ist der Sehstrahl deshalb gerade, weil er in dieser Gestalt den kürzeste Weg vom Auge zum Gegenstande zurückzulegen braucht. Mit diesem Argumente hat Heron auch einen Beweis des Reflexionsgesetzes erbracht, indem er zeigte, daß die Summe aus dem einfallenden und dem zurückgeworfenen Strahle nur dann ein Minimum darstellt, wenn Einfalls- und Reflexionswinkel gleich groß sind.⁴⁰⁾

³⁷⁾ Bei Alexander von Aphrodisias (in I. de sensu, S. 28, Wendland), Nemesius (de nat. hom. c. 7) werden daher die Vertreter der Geometrie im allgemeinen als die Anhänger dieser Theorie bezeichnet. Die Hypothese der Augenstrahlen wird fast überall dort erwähnt, wo vom Sehen überhaupt die Rede ist. Deshalb möge hier ein Hinweis auf die in den anderen Abschnitten angeführten Stellen genügen.

³⁸⁾ In den Erfahrungssätzen der Optik und Katoptrik.

³⁹⁾ Olympiodor, in Meteorol. III, 2: ὅτι οὐδὲν μάτην ἐργάζεται ἡ φύσις οὐδὲ μάταιονοεῖ (vgl. Arist., de coelo, IV, 1).

⁴⁰⁾ Heron c. 4; Damian c. 14. Überarbeitet wurde der Heronische Beweis von Olympiodor (in Meteorol. III, 2). Von anderen Ableitungen des Reflexions-

Die Geschwindigkeit der Sehstrahlen wird als außerordentlich, ja unbegrenzt groß angenommen, und als Beweis hiefür von Heron (c. 2) und Damian (c. 13) angegeben, daß wir sofort den Himmel sehen, wenn wir die geschlossenen und gegen ihn gerichteten Augen öffnen.

Die Sehstrahlen treten in Gestalt eines Kegels aus dem Auge, der nach Ptolemaeus und Damianus (c. 5) von rechtwinkliger Öffnung ist; seine Spitze liegt innerhalb der Pupille.⁴¹⁾ Daß er eine kreisförmige Öffnung hat, beweist Damian (c. 11) ebenfalls vom teleologischen Standpunkte aus, da in diesem Falle seine Basis das meiste fassen könne. Denn unter allen ebenen Figuren gleichen Umfangs hat ja der Kreis den größten Inhalt. Die Frage, ob die Sehstrahlen von einander durch Zwischenräume getrennt werden, wird von Euklid und Ptolemaeus verschieden beantwortet. Während sie dieser verneint, bejaht sie jener aufs entschiedenste und führt als Beweis für die Existenz der Zwischenräume an, daß man oft eine auf dem Fußboden liegende kleine Nadel oder manche Buchstaben in einem Buche nicht sehe, auch wenn man in die richtige Gegend blicke.⁴²⁾ Am besten sehen wir in der Achse des Kegels, namentlich dort, wo die Strahlen beider Augen zusammenfallen.⁴³⁾ Das rechte sendet die Strahlen mehr nach links und umgekehrt.⁴⁴⁾

Damit ein Körper deutlich erblickt werde, muß er nach Ptolemaeus⁴⁵⁾ imstande sein, den Sehstrahl festzuhalten, d. h. er muß hell, und zwar entweder selbst leuchtend oder von einem anderen Körper bestrahlt und körperhaft sein. Die Dinge sehen wir nur farbig, wie denn überhaupt die Farbenempfindung der wesentlichste Bestandteil der Gesichtswahrnehmung ist. Die Spiegelung erklärt sich daraus, daß manche Körper ein Eindringen der Sehstrahlen verhindern und sie daher zurückwerfen. Es ist

gesetztes kennen wir noch die des Euklid, der es aus einem anderen, ganz dasselbe sagenden, aber komplizierteren Erfahrungssatz ableitet (Katoptrik, § 1) und die des Archimedes (Scholien zu Euklids Katoptrik, ed. Heiberg, n. 7).

⁴¹⁾ Damianus c. 11.

⁴²⁾ Theons Einleitung zur Optik.

⁴³⁾ Damianus, c. 9; auch Plutarch, quaest. conv., I, 8.

⁴⁴⁾ Nemesius, de nat. hom., c. 7.

⁴⁵⁾ ed. Govi (Turin 1885), S. 8.

dies eine Ansicht, die auch Heron (c. 3) vertritt. Je kompakter der Körper durch Politur ist, desto weniger Licht kann eindringen. Je poröser er ist, desto schlechter spiegelt er. Daß entfernte Gegenstände weniger deutlich gesehen werden als nahe, begründet Ptolemaeus damit, daß sich auf dem Wege die Sehkraft des Strahles beständig vermindere, indem er immer mehr von der Dunkelheit der ihn umgebenden Luft annehme.

Ein schwieriges Problem der Sehstrahlentheorie war die Frage, welche Beziehungen zwischen den Strahlen des Auges und denen sonst leuchtender Körper, wie der Sonne, bestehen. Wieso sieht man die Gegenstände besser, wenn Sonnenstrahlen auf sie fallen? Warum sieht man bei Nacht, wenn überhaupt, so doch viel schlechter als bei Tage? Warum erzeugen die Sehstrahlen nicht auch einen Schatten?⁴⁶⁾ Findet nicht eine Strahlung in doppelter Richtung statt, wenn wir unseren Blick auf selbst leuchtende Körper richten? Erwägungen solcher Art waren es wohl, die schon bei Empedokles und Platon die Theorie der Synaegie entstehen ließen. Die Anhänger der Lehre von den Sehstrahlen halfen sich über die schlimmsten Schwierigkeiten hinweg, indem sie Seh- und Sonnenstrahlen nur als verschiedene Gattungen des Lichtes im weiteren Sinne auffaßten. Die Gesichtsempfindung wird freilich nur von jener Gattung bewerkstelligt, objektiv und physikalisch aber verhalten sich Lichtstrahlen ganz gleich, ob sie nun von der Sonne herrühren oder vom Auge.

So werden in der euklidischen Katoptrik⁴⁷⁾ die für die Seh-

⁴⁶⁾ Daß Euklid diese Frage bejaht habe, könnte man aus der Heibergschen Übersetzung schließen (Studien über Euklid, S. 140, 11): „Dann bemerkte er (Euklid) dazu noch, daß die von dem in uns seienden Feuer ausgesandten Strahlen die Ursache dazu seien, daß einige der vorliegenden Gegenstände beleuchtet werden und Schatten werfen . . .“. Im Urtexte heißt der Anfang der Stelle: *ἐτι τε τῶν παρ' ἡμῖν πυρῶν τὰς ἀποστελλομένας ἔφασκεν αὐτὰς αἰτίας εἶναι* . . . Da nun unmittelbar vorher von Strahlen die Rede ist, die von der Sonne kommen (Z. 9: *αἱ ἀπὸ τοῦ ἡλίου φερόμεναι ἀκτῖνες*), so dürfte vielleicht eine richtigere Übersetzung durch den Ausdruck „irdische Lichtquellen“ geliefert werden. Unter einer irdischen Lichtquelle wäre dann etwa ein angezündetes Feuer zu verstehen, von dem auch in dem nächsten Satze die Rede ist.

⁴⁷⁾ Im 30. (letzten) Kapitel, in dem gezeigt wird, daß ein Hohlspiegel die Sonnenstrahlen in einem Punkte vereinigt.

strahlen abgeleiteten Gesetze ohne weiteres auch auf Sonnenstrahlen angewendet, ohne daß die Berechtigung eines derartigen Verfahrens auch nur irgendwie begründet oder erwähnt wird. Auch in den erhaltenen Bruchstücken des Anthemius ist nur von Sonnenstrahlen die Rede. Ptolemaeus hat den Zusammenhang zwischen Licht und Sehstrahlen wohl am ausführlichsten behandelt und zwar, wie aus den ersten Worten des zweiten Buches zu ersehen ist, in dem leider verloren gegangenen ersten. Seine Anschauungen sind es vielleicht, die bei Damianus wiederkehren. Dieser beweist zwar aus dem Leuchten der Augen, daß die Sehstrahlen auch Licht seien, hält es aber trotzdem für notwendig, weitläufig zu zeigen,⁴⁸⁾ daß Sonnen- und Augenstrahlen denselben Gesetzen gehorchen: daß sich auch jene zeitlos ausbreiten, daß für sie dieselben Stoffe durchsichtig und undurchdringlich sind wie für die Sehstrahlen, daß beide die Färbung von Gegenständen annehmen, die sie durchdringen oder von denen sie zurückgeworfen werden, und daß auf beide das Reflexionsgesetz in derselben Weise Anwendung findet. Das letzte beweist Damianus damit, daß die Sonne auch in ihrem Spiegelbilde leuchtend sei.

Die Beweisgründe, die die Anhänger der Sehstrahlentheorie für deren Richtigkeit vorbrachten, bezogen sich zum größten Teile auf die Natur des menschlichen Auges. Daß dieses in seinem Innern Feuer enthalte, suchte Alkmaion durch die Tatsache zu erweisen, daß aus dem geschlagenen oder bewegten Auge Feuer heraussprühe.⁴⁹⁾ Eine wesentliche Stütze bildete für die Hypothese der Sehstrahlen der Hinweis auf Nachttiere, die auch in der Finsternis zu sehen vermögen — eine Fähigkeit, die auch manchen Menschen und von späteren Schriftstellern namentlich dem Kaiser Tiberius zugeschrieben wurde.⁵⁰⁾ Auch in der Gestalt der Augen erblickte man eine Bestätigung der Theorie. Euklid und Damianus⁵¹⁾

⁴⁸⁾ c. 13.

⁴⁹⁾ Theoprast, de sensu, § 26; Aristoteles, de sensu, c. 2.

⁵⁰⁾ Damian, c. 2; Sueton, Tib. 68; Plinius, hist. nat. XI, 54; Dio Cassius B. 57, c. 2. Daß einige Lebewesen ein feines Licht aus ihren Augen strömen lassen, erwähnen u. a. auch Plutarch, quaest. conv. I, 8, 4; Sextus Empiricus, Pyrrh. Hyp. I, 14, 45; Plotin, 4. Enn., V., 7.

⁵¹⁾ Jener in Theons Einleitung, dieser in c. 1.

wiesen darauf hin, daß mit Ausnahme des Auges alle Sinnesorgane hohl und zur Aufnahme von Dingen bestimmt seien, die von außen in sie gelangen. Nur das Auge sei konvex und kugelförmig. Schon dieser Umstand deute darauf hin, daß es nicht dazu geschaffen sei, etwas aufzunehmen, sondern etwas auszusenden.

Einwände gegen die Sehstrahlentheorie sind uns von Seite des Aristoteles⁵²⁾ und des Alexander von Aphrodisias⁵³⁾ bekannt. In der freilich mehr gegen Empedokles und Plato gerichteten Polemik weist Aristoteles vor allem darauf hin, daß man ja der Sehstrahlentheorie zufolge auch im Finstern sehen müßte — eine Schwierigkeit, die man nur durch gekünstelte Annahmen zu umgehen wußte. Plato tat es, indem er das Licht der Sehstrahlen im Finstern verlöschen ließ, während die von Damian und andern angeführten Beispiele der Nachttiere und des Kaisers Tiberius doch nur Ausnahmefälle bleiben, die den aristotelischen Einwand gewiß nicht zu widerlegen vermochten. Auch daß sich das Auge nicht selbst sehe, spricht nach Aristoteles gegen die Strahlentheorie. Daß es im Dunkeln zu leuchten und bei rascher Bewegung Feuer aus ihm zu strahlen scheine, gibt Aristoteles zu, erklärt es aber durch eine Art Phosphoreszenzwirkung, die man überhaupt an allem Glattem, so auch an den Köpfen einiger Fische beobachte.

Alexander, der diese Einwände teilweise wiederholt, weist besonders auf die Schwierigkeiten hin, die sich in betreff der Substanz der Sehstrahlen, ihres Zusammenhangs und ihrer Bewegung ergeben. Hinsichtlich des ersten Problems nimmt Alexander nur drei Möglichkeiten an, daß die Strahlen entweder aus Luft oder Licht oder Feuer bestehen. Im ersten Falle würden sie sich durch nichts von der äußeren Luft unterscheiden, im zweiten wäre nicht einzusehen, warum wir nicht bei Nacht ebensogut, ja noch besser als bei Tage sehen sollten, im letzten Falle müßten die Strahlen warm und brennend sein und im Wasser verlöschen, auch müßten wir dann besser nach oben als nach unten sehen, weil ja die natürliche Bewegung des Feuers (nach der Lehre des Aristoteles) nach oben

⁵²⁾ de sensu, c. 2.

⁵³⁾ De anima l. mant., ed. Bruns, S. 127—130; in l. de sensu, ed. Wendland, S. 28—30.

gerichtet sei. Das seien aber durchwegs Folgerungen, die mit der Erfahrung nicht übereinstimmen. Was die Frage nach dem Zusammenhange der Strahlen betrifft, so muß man entweder annehmen, daß die Strahlen zusammenhängend austreten — dann müßten sie ebenso wie Wasserstrahlen oder Flammen in eine Spitze auslaufen oder aber sich völlig zerstreuen — oder aber, daß sie bereits austreten, ohne untereinander zusammenzuhängen — dann müßten sie sich entweder wieder vereinigen, um sich dann abermals zu erweitern, oder aber, wenn sie sich nicht wieder zusammenschließen, große Teile des von ihnen umschlossenen Raumes unsichtbar lassen. Hinsichtlich der Bewegung der Sehstrahlen macht Alexander geltend, daß sie doch durch ein Leeres nicht hindurchgehen könnten, weil ein solches von der Welt abgesondert sein müsse, und durch einen anderen Körper gewiß nicht. Entscheide man sich aber für die dritte (nach aristotelischer Ansicht allein noch übrige) Möglichkeit der Antiperistasis (Platzvertauschung), so frage es sich, womit, falls man etwa ins Wasser sehe, das von den Lichtstrahlen verdrängte Wasser seinen Platz tauschen solle; mit dem Atem doch wohl kaum, da ja der größere Teil der Wassertiere gar nicht atme; falls es aber zur Pupille ströme, so müßte es einem Teile der Sehstrahlen den Austritt aus dieser versperren. Ähnliche Schwierigkeiten ergäben sich auch bei der Bewegung der Sehstrahlen durch die Poren eines durchsichtigen Körpers. Beachtenswerter als die bisher angeführten Einwände Alexanders, die viel Sophistisches an sich haben und nur vom Standpunkte der aristotelischen Physik aus betrachtet werden dürfen, sind seine übrigen. So gibt er namentlich zu bedenken, daß die Strahlen bei ihrer Feinheit doch leicht durch Wind oder rasch fließendes Wasser aus ihrer geradlinigen Bahn abgelenkt werden müßten, daß zwei einander gegenüberstehende Personen einander überhaupt nicht sehen könnten,⁵⁴⁾ daß es doch sehr unwahrscheinlich sei, daß wir in uns stets einen derartigen Vorrat an innerem Lichte haben, daß wir jederzeit Strahlen bis zu den Sternen senden können, und daß wir schließ-

⁵⁴⁾ Der Einwand ist allerdings nur dann berechtigt, wenn man zwischen den Strahlen keinen Zwischenraum annimmt, was aber doch Euklid tat.

lich, wenn das Sehen auf einer Bewegung der Strahlen beruhte, doch nahe Gegenstände rascher sehen müßten als weit entfernte, was in der Tat nicht geschehe.

II. Die epikureische Theorie der Abbilder.

Die Vorstellung, daß die erste Ursache der Gesichtsempfindung nicht in uns, sondern in den Gegenständen der Außenwelt zu suchen sei, daß also die die Wahrnehmung hervorrufende Bewegung gerade in der entgegengesetzten Richtung erfolge, als es die Sehstrahlentheorie lehrt, wurde von den Denkern begründet, die zuerst eine rein mechanische Welterklärung versuchten. Ihren Ursprung hat die zu besprechende Bildertheorie wohl in der Meinung des Empedokles, daß alle Körper beständig Ausflüsse aussenden, die in die Poren unserer Sinnesorgane eindringen und Empfindungen aller Art auslösen. An diese Annahme knüpften Leukipp und Demokrit an, die, die Ausflüsse näher bestimmend, lehrten, daß sich von den Körpern Abbilder dieser ablösen. Doch erst Epikur brachte diese Lehre in die Form, in der man sie als die eigentliche Bildertheorie zu bezeichnen pflegte. Empedokles nahm neben Ausflüssen doch noch Sehstrahlen an, die sich mit jenen vermischen sollen. Demokrit ließ die Abbilder nur die Luft gestalten und ihren Abdruck zum Auge dringen. Epikur ließ sowohl die Annahme einer Strahlung aus den Augen als auch einer vermittelnden Wirkung der Luft fallen und diese Abbilder direkt von den Gegenständen in das Auge gelangen.⁵⁵⁾ Seine Lehre vom Sehen ist wohl im wesent-

⁵⁵⁾ Die hierauf bezügliche Stelle bei Aëtius (IV, 13) wurde, bevor sie Diels richtig stellte, vielfach so gelesen, daß Demokrit und Epikur lehrten, daß das Sehen durch das Eindringen der Bilder zustande komme, überdies aber Strahlen vom Auge ausgehen, und nachdem sie den Gegenstand getroffen haben, wieder zum Auge zurückkehren. Aus den Parallelstellen bei Pseudo-galen und Johannes von Damaskus ist ersichtlich, daß dieser auffallende Satz aus zwei gar nicht zueinander gehörigen zusammengezogen wurde und daß der zweite Teil der Behauptung nicht von den Atomikern, sondern von anderen Philosophen (offenbar den Pythagoreern, und nicht den Akademikern, wie dies Johannes von Damaskus überliefert) herrührt (cf. Diels, *Doxographi Graeci*, Proleg. S. 55). Von einer Beimischung der Augenstrahlen ist auch an keiner der zahlreichen Stellen die Rede, in denen die epikureische Bildertheorie erwähnt wird, und auch in der so ausführlichen Darstellung bei Lucrez wird auf sie nirgends hingewiesen. Die falsche Auffassung dieser Stelle verursachte

lichen von allen Anhängern seines philosophischen Systems geteilt worden. Lucrez schließt sich völlig an ihn an; von sonstigen Vertretern der Bildertheorie werden uns noch Catus⁵⁶⁾ und Hieronymus⁵⁷⁾ genannt. Eine Änderung der Theorie schreibt Aëtius dem Epikureer Timagoras zu, der an die Stelle der Bilder wieder den allgemeineren Begriff der Ausflüsse gesetzt haben soll.⁵⁸⁾

Daß indessen die epikureische Theorie des Sehens keineswegs auf die Atomistiker beschränkt blieb, ersehen wir aus den Schriften des Bischofs Gregorius von Nyssa. Er bezeichnet in seinem Kommentare zum hohen Liede⁵⁹⁾ die Vorstellung, daß sich von den Gegenständen Bilder ablösen und in unserem Auge die Gesichtsempfindung entstehen lassen, als diejenige Meinung, die die Fachgelehrten (οἱ τοιαῦτα φυσιολογεῖν ἐπιστήμονες) darüber hätten. Ja er teilt sie sogar selbst — so seltsam es auch erscheinen mag, daß sich ein Kirchenvater einer Ansicht der gerade von patristischer Seite so heftig bekämpften, ja verachteten epikureischen Sekte anschloß. Nur insoferne ist die ursprüngliche Ansicht bei Gregor verändert, als er wie die meisten Kirchenväter einen subjektivistischen Standpunkt hervorkehrt. Er läßt nicht die Bilder von selbst

wohl vor allem den schon in der Einleitung erwähnten Irrtum Wildes, der Epikur ein „Ausströmen von Bildern aus dem Auge“ lehren ließ. In diesem Irrtum bestärkte ihn jedenfalls noch die unrichtige Deutung eines Ausdrucks im folgenden Kapitel des Aëtius, in dem von den Spiegelerscheinungen die Rede ist. Diese erklärten, wie es dort heißt, Demokrit und Epikur dadurch, daß die Bilder, „die von uns ausgingen“ (ἀτινα φέρεσθαι ἀφ' ἡμῶν), infolge der Zurückwerfung im Spiegel festgehalten würden. In diesem Zusammenhange sind selbstverständlich unter den Bildern die Abbilder unseres Körpers zu verstehen, die, falls wir uns im Spiegel betrachten, — und dies ist ja doch seine häufigste Verwendung — von ihm zurückgeworfen, in unser Auge gelangen. Wilde übersetzte dagegen ἀφ' ἡμῶν „aus unseren Augen“. (Ebenso undeutlich wie Aëtius drückt sich übrigens Apuleius in seiner Apologie, c. 15 aus: *profectae a nobis imagines*).

⁵⁶⁾ Cicero, ad fam. XV, 16.

⁵⁷⁾ Plutarch, quaest. conv. VIII, 10.

⁵⁸⁾ Bei Cicero, Acad. IV, 25 finden sich einige seiner Meinungen, die die physiologische Optik betreffen. Über seine Lichttheorie ist uns jedoch nichts bekannt. Auch in den erhaltenen Bruchstücken aus dem Werke des Metrodorus über die Wahrnehmungen findet sich nichts hierher Gehöriges.

⁵⁹⁾ Bei der Auslegung der Worte: „Deine Augen sind wie Tauben“; Migne, I, S. 834 D.

in das Auge gelangen, sondern vielmehr die Seele, die in erster Linie bei allen Sinnesempfindungen tätig sei, gleichsam die Bilder der Gegenstände an sich heranziehen.⁶⁰⁾

Den Kern der epikureischen Theorie bildet die Annahme, daß sich von der Oberfläche aller Körper in beständigem Flusse wie dünne Häutchen Abbilder⁶¹⁾ der Körper loslösen, die, die Luft durchschwirrend, auch in unser Auge eindringen und in ihm die Gesichtsempfindung auslösen.⁶²⁾ Die außerordentlich zarten Bilder bestehen natürlich aus Atomen,⁶³⁾ da es ja außer diesen und dem Leeren nach der Ansicht der Epikureer nichts gibt. Die Atome des Bildes sind von derselben Beschaffenheit wie die des Gegenstandes selbst. Daraus erklärt es sich, daß uns leuchtende Gegenstände und namentlich die Sonne blenden, da ihre Abbilder aus feurigen Atomen bestehen, die im Auge bei ihrem Eindringen Schmerzen verursachen;⁶⁴⁾ daß selbst psychische Eigenschaften der Gegenstände auf die Bilder übergehen und von diesen wiedergegeben werden können, war Demokrits Ansicht.⁶⁵⁾ Die Atome der Bilder behalten die Stellung, die sie beim Verlassen des Gegenstandes

⁶⁰⁾ I., S. 151: ὁ νοῦς πρὸς ἑαυτὸν ἔλκει τῶν φαινομένων τὰ εἰδωλα; kurze Bemerkungen über den Bau und die Wirkungsweise des Auges finden sich auch noch I., 294D—296 und I., 919.

⁶¹⁾ εἰδωλα, συνιζήσεις, simulacra, imagines; Catius nannte sie spectra.

⁶²⁾ Außer bei Epikur (in den herculanensischen Fragmenten und in seinem Briefe an Herodot) und bei Lucrez wird die Theorie der Abbilder noch kurz beschrieben bei Aëtius IV, 13—14; Pseudogalen, hist. phil., 94—95; Alexander von Aphrodisias, de an. l. mant. (Bruns) S. 134—136; in l. de sensu (Wendland) S. 56—57; Galen, de plac. Hipp. et Plat. VII, 5; Gellius, noct. Att. V, 16; Apuleius, Apol. c. 15; Macrobius, Sat., VII, 14; Chalcidius, c. 236; Nemesius, de nat. hom., c. 7; Meletius, de nat. hom., c. 2; ferner wird sie erwähnt bei Euklid, Opt. rec. Theonis, S. 148, 20 (Heiberg); Cicero, ad Att. II, 3; ad fam. XV, 16; de fin. bon. et mal. I, 6, 21; de nat. deor. I, 39; Seneca, quaest. nat., I, 5, 1; Plutarch, quaest. conv. I, 8; VIII, 10; de def. orac., c. 19; Sextus Empiricus, Pyrrh. Hyp., III, 51; adv. math., VII, 206; Plotin, IV. Enn., V, 2; Geminus (bei Schöne, Damianus) S. 24; Lactantius, de opif. Dei, c. 8; Arnobius, adv. gent., II, 7; III, 18; Gregorius von Nyssa (Migne) I, S. 151, S. 834D; Boethius, de inst. mus., I, 1; Isidorus von Hispala, Etym., XI, 1.

⁶³⁾ Lucrez, IV, 110 ff.

⁶⁴⁾ Ibid., IV, 299—306. Daß uns die Sonne blendet, soll auch in der großen Fallgeschwindigkeit ihrer Abbilder seine Ursache haben.

⁶⁵⁾ Plutarch, quaest. conv. VIII, 10.

innehatten. Sie zerstreuen sich nicht wie Rauch und Dampf, weil sie nur an der Oberfläche als flache Gebilde entstehen und nicht wie jene aus dem Innern der Körper dringen.⁶⁶⁾

Die Bilder bewegen sich in gerader Linie nach allen Richtungen⁶⁷⁾ und durchheilen den Raum mit außerordentlicher, alle Grenzen übersteigender Geschwindigkeit. Diese erklärt sich vor allem aus der Leichtigkeit (der geringen Masse) der Bilder, für die daher nur eine geringe bewegende Kraft erforderlich ist. Überdies stellen sie ein so weitmaschiges, dünnes Gewebe dar, daß für sie der Widerstand der Luft äußerst gering ist und sie sich zwischen deren Atomen ungehindert durchbewegen können.⁶⁸⁾ Die Behauptung einer zeitlosen Ausbreitung sucht Lucrez noch durch die leicht zu beobachtende Erscheinung zu begründen, daß sich die Sterne des Himmels in demselben Augenblicke in klarem Wasser abspiegeln, in dem wir dieses in das Freie bringen.⁶⁹⁾

Trotz des geringen Widerstandes der Luft bleibt diese doch nicht ganz ohne Einfluß auf die Bilder. Daraus erklärt es sich, daß wir weder allzu nahe noch weit entfernte Gegenstände deutlich sehen können. Nach der Ansicht des Epikureers Hieronymus sind die Bilder noch ziemlich grob, wenn sie den Körper verlassen. Beim Durchgange durch die Luft werden die gröberen Teile ringsum abgebrochen und fallen ab, und nur die feineren bleiben übrig und dringen in das Auge.⁷⁰⁾ Daß aber bei größerer Entfernung

⁶⁶⁾ Lucrez, IV, 90—97.

⁶⁷⁾ Lucrez, IV, 600—602.

⁶⁸⁾ Lucrez, IV, 176—198; Epikur, de nat. II, 1—6; Diogenes Laërtius, X, 46—47.

⁶⁹⁾ Lucrez, IV, 199—215. Eine beweisende Kraft kann man dieser Erscheinung wohl schwerlich beimessen. Denn die Sterne beginnen doch nach der Ansicht Epikurs und des Lucrez nicht erst in dem Augenblicke Bilder zu entsenden, in dem man den Wasserspiegel in das Freie bringt, sondern sie tun es ununterbrochen und ganz unabhängig davon, ob ein menschliches Auge zu deren Aufnahme bereit ist oder nicht. Es bewegen sich also an der Stelle, an die man das Wasser bringt, schon vorher Abbilder der Sterne, die dann, falls der Spiegel ihnen in den Weg gestellt wird, von diesem natürlich zurückgeworfen werden. Über die Größe der Zeit aber, die die Abbilder zur Zurücklegung des Weges von den Sternen bis zu uns brauchten, gibt der Versuch gar keinen Aufschluß.

⁷⁰⁾ Plutarch, quaest. conv. I, 8. Diese Theorie soll eine Erklärung der

abermals Undeutlichkeit eintritt, hat nach Lucrez seinen Grund darin, daß die Bilder auf dem weiten Wege abgestumpft werden.⁷¹⁾ Das ist auch die Ursache der bei alten Schriftstellern so oft erwähnten optischen Täuschung, daß viereckige Türme aus der Ferne betrachtet rund erscheinen. Auch Plutarch läßt in den Tischgesprächen⁷²⁾ Favorinus in Erweiterung der Bildertheorie behaupten, daß im Spätherbste die Bilder in der unruhigen Luft leicht verwischt und unklar würden.

Treffen die Bilder auf einen festen Körper, so ergeben sich drei Möglichkeiten. Durch Glas und andere durchsichtige Körper setzen sie ihren Weg ungehindert fort, von rauhen, wie Felsen oder Holz werden sie zerrissen, von glatten werden sie zurückgeworfen.⁷³⁾ Eine Deutung des letzten Phänomens war vom epikureischen Standpunkte aus sehr schwierig, und Lucrez muß auch zu sehr gekünstelten Annahmen greifen, um zu erklären, wieso im Spiegel rechts und links vertauscht seien und warum wir uns im Spiegelbilde überhaupt von vorne und nicht von rückwärts sehen, wie es doch nach der Bildertheorie zu erwarten wäre. Das Bild wird nach der Meinung des Dichters auf der Seite, mit der es auf den Spiegel trifft, plattgedrückt, so daß die Formen auf der rückwärtigen Seite, und zwar unter Vertauschung von rechts und links, wieder zum Vorschein kommen — wie man dies auch an noch feuchten Kreidemasken beobachten könne, die man gegen einen Pfeiler werfe.⁷⁴⁾ Ob die Bilder vor dem Stoße rückwärts platt sind, oder ob Unebenheiten ohne Einfluß auf die Beschaffenheit des neu entstehenden Bildes bleiben, wird von Lucrez nicht angegeben.

Dringen die Bilder in unser Auge ein, so rufen sie die Gesichtsempfindung hervor. Daß wir den Eintritt eines einzelnen Bildes nicht wahrnehmen, erklärt sich aus der unglaublichen

Weitsichtigkeit der Greise geben, die nach dem Gesagten und infolge der geringeren Kraft und größeren Reizbarkeit ihrer Augen diese weiter weg vom Gegenstande entfernen müssen als Normalsichtige.

⁷¹⁾ Lucrez, IV, 353—363; Sextus Empirius, adv. math. VII, 206.

⁷²⁾ VIII, 10.

⁷³⁾ Lucrez, IV, 145—175; V. 160 und 165 hat die Lesart „vitrum“ wohl mehr Wahrscheinlichkeit für sich als die übliche „vestem“.

⁷⁴⁾ Lucrez, IV, 292—325.

Schnelligkeit, mit der stets wieder neue Bilder an die Stelle der abgelösten treten.⁷⁵⁾ Die Zeit, die zwischen dem Eindringen zweier aufeinanderfolgender Bilder verstreicht, ist viel zu gering, um das Gefühl einer Diskontinuität in uns entstehen zu lassen.⁷⁶⁾ Daß wir nicht nur die Gestalt der Körper, sondern auch ihre Entfernung erkennen, rührt daher, daß jedes sich ablösende Bild erst die Luftschicht fortstößt, die sich zwischen ihm und dem Auge befindet, und diese Luft unsere Pupille leicht berührt. Ihre Menge liefert dann einen Maßstab für die Entfernung eines Gegenstandes.⁷⁷⁾

Nicht nur die Gesichtsempfindungen, sondern auch die Vorstellungen der Phantasie, die Traumbilder und auch die Geistererscheinungen werden von den Epikureern auf die Abbilder zurückgeführt.⁷⁸⁾ Diese können sich auf dem Wege verändern und andere Formen annehmen, ja aus sich selbst entstehen. Auch können sich verschiedene zu einem einzigen Ganzen vereinigen und durch eine derartige Vermischung kommen dann die Bilder eines Zentauren oder anderer Wundergestalten zustande, welchen Bildern gewiß kein wirklicher Gegenstand, von dem sie sich abgelöst hätten, entspricht.⁷⁹⁾ Namentlich solche Bilder, die zu schwach sind, um in das Auge zu dringen, gelangen durch die feinsten Poren in unser Inneres, und auf sie sind alle Vorstellungen unserer Einbildungskraft zurückzuführen. Auch die Gestalten, die uns im Traume erscheinen, sind

⁷⁵⁾ Epikur nennt diesen Vorgang (Diog. L. X, 48) ἀνταναπλήρωσις.

⁷⁶⁾ Diogenes Laërtius X, 48; Lucrez, IV, 256—264. Weshalb F. Höfer (Zur Lehre von der Sinneswahrnehmung im 4. Buche des Lucrez, Programm von Seehausen, 1872) aus den Versen IV, 98 ff. schließt, daß wir bei Spiegelbildern, und zwar nur bei diesen, die Abbilder selbst sehen, ist aus der angeführten Stelle schwer ersichtlich. Von den beiden Übersetzungen der Worte „visum reddere“: „den Gegenstand wiedergeben“ und „selbst sichtbar werden“ dürfte an der betreffenden Stelle die erste richtiger sein.

⁷⁷⁾ Lucrez IV, 244—255. Man muß also annehmen, daß die Zeit, die das Bild zur Zurücklegung des Weges braucht, geringer ist als die Pause zwischen der Ablösung zweier aufeinander folgender Bilder.

⁷⁸⁾ Die Beseitigung der Geister- und Dämonenfurcht war ebenso der besondere Zweck der Bildtheorie, wie die des Aberglaubens und der Todesangst Aufgabe der gesamten epikureischen Physik war. Lucrez spricht dies besonders deutlich am Anfange des vierten Buches aus.

⁷⁹⁾ Lucrez IV, 129—140; 724—748. Diogenes Laërtius X, 48.

nur Abbilder. Daß sie sich auch zu bewegen scheinen, erklärte Demokrit dadurch, daß er den Abbildern dieselben seelischen Eigenschaften zuschrieb, wie ihren Gegenständen, während Lucrez nur eine rasche Aufeinanderfolge der einzelnen Bilder (etwa wie bei einem Kinematographen) annahm.

Eine so phantastische, teilweise so unwissenschaftliche Theorie, wie es die Lehre von den Abbildern, namentlich in ihrer Fassung durch Lucrez, war, konnte nur in sehr naiven Beweisgründen eine Stütze finden. Der Hinweis auf ähnliche Erscheinungen in der Natur, mit dem Lucrez die Annahme der Abbilder zu rechtfertigen suchte,⁸⁰⁾ ist wohl selbst im Altertume kaum Gegenstand eines wissenschaftlichen Streites geworden. Die Absonderung des Rauches vom Holze, der Wärme vom Feuer, die Abstreifung der Häute von neugeborenen Kälbern und von Schlangen werden besonders als derartige Analogien angeführt. Auch die Beobachtung, daß im Theater alles von der bunten Farbe aufgespannter Tücher übergossen scheint, spricht nach Lucrez für die Richtigkeit seiner Annahme. Das einzige wertvolle Argument, das die Epikureer vorzubringen wußten, war die Analogie mit den übrigen Sinnesorganen, die durchwegs Eindrücke von außen empfangen.

Die Bildertheorie ist im Altertume wohl nicht minder heftig bekämpft worden als die übrigen physikalischen Lehren der epikureischen Schule, die durch ihr atomistisches System ganz vereinzelt dastand und Angriffe von allen Seiten zu ertragen hatte. Daß es Gegner gab, die in „sophistischer“ Art den Bildern Epikurs überhaupt jede Beweglichkeit absprachen, da sie eine solche nur festen Körpern zuschrieben, ist aus einer Stelle in den herkulanensischen Fragmenten⁸¹⁾ zu schließen. In dem zweiten Buche der Naturlehre Epikurs wurden auch Einwände besprochen, die sich auf die Zusammensetzung der Bilder bezogen und sich namentlich mit der Frage beschäftigten, ob allen Bildern die gleiche Dichte zukomme und ob ihre Leichtigkeit in einem inneren Hohlraume ihre Ursache habe. Der Gedankengang der Darlegung läßt sich indessen infolge der großen Zahl und des großen Umfanges der Lücken nur schwer

⁸⁰⁾ IV, 54—86.

⁸¹⁾ De nat. II, col. 5.

wiederherstellen.⁸²⁾ Die uns bekannten Einwände haben sich namentlich bei zwei Schriftstellern der späteren Zeit erhalten, bei Alexander von Aphrodisias und Macrobius.

Alexander⁸³⁾ tadelte an der epikureischen Theorie vor allem, daß sie keine genügende Erklärung dafür zu geben vermöge, wieso wir die Größe, die Entfernung und die Farben des gesehenen Objektes erkennen. Man müsse entweder annehmen, daß wir Bilder nur in der Größe des Sehloches empfangen oder die Bilder zusammengerollt durch die Pupille gehen, wobei aber ihr Zusammenhang sehr verschoben werden müßte. Daß ein so zartes Bild eine oft außerordentlich große Menge Luft (die als Maßstab der Entfernung gilt) vor sich herstoßen könne, sei sehr unwahrscheinlich, wie es denn überhaupt nicht zu erklären sei, daß die Bilder im Sturme und beim Auftreffen auf harte Spiegelflächen ihren Zusammenhang bewahren. Auch sei es nicht ersichtlich, warum sie hinter dem Spiegel erscheinen, an einem bestimmten Punkte stillestehen und nicht wenigstens eine kurze Zeit noch sichtbar bleiben, wenn sich die Person, die sich im Spiegel beschaute, entfernt hat. Die Gegenstände müßten sich schließlich rasch auflösen, wenn sie unaufhörlich Abbilder nach allen Richtungen senden, und es sei schwer, zu ersehen, woher ein Ersatz kommen solle und wo überhaupt die in das Auge gedrunghenen Bilder aufbewahrt werden sollen.

Bei Macrobius⁸⁴⁾ kehren die Einwände wieder, die sich auf den Zusammenhang der Atome der Bilder und das farbige Sehen beziehen. Er weist ferner auf den Widerspruch zwischen der Theorie und den Spiegelercheinungen hin und wendet sich auch gegen eine Hauptschwäche der Lehre von den Abbildern, die jedesfalls darin lag, daß sie keine hinreichende Erklärung für das Zustandekommen eines Gesichtsfeldes zu geben vermochte. Sie behauptete nur, daß sich von der Oberfläche der Körper Abbilder loslösen; ob dies aber auch von den einzelnen, innen gelegenen

⁸²⁾ Die Ergänzungen, die Rosini in seinem Kommentar liefert, scheinen sehr willkürlich zu sein.

⁸³⁾ De an. l. mant., S. 134—136 (Bruns).

⁸⁴⁾ Saturnalien VII, 14.

Teilen der Körper gelte, wie es sich bei einem Aggregate von Körpern verhalte, das aus der Ferne dem Auge wie ein einziger Körper erscheine, konnte sie nicht entscheiden; ob sich ein Abbild von einem ganzen Heere loslöse, oder etwa, wie Macrobius einwendet, von jedem der tausend Soldaten ein einzelnes und dann unser Sehorgan erreiche. Macrobius hält es für ganz unverständlich, wie in dem Augenblicke, in dem wir den Blick auf eine Landschaft richten, gleich ungezählte Bilder in unser so kleines Auge eindringen sollen.

Die Schwierigkeit einer Erklärung dafür, daß sich die bisweilen doch gewiß sehr großen Bilder auch durch kleine Öffnungen durchbewegen müssen, hebt auch Cicero hervor, der in einem Briefe an Atticus⁸⁵⁾ in humoristischer Weise die praktische Bedeutung schildert, die lichttheoretische Untersuchungen für Fragen des Fensterbaues haben können. Ganz besonders aber erregte seine Spottlust die Identifizierung der Phantasiebilder und der Abbilder und die Vorstellung, daß die Seele die Kraft haben sollte, Abbilder aller möglichen Gegenstände herbeizuzitieren; ob denn wohl, wenn er an die Insel Britannia denke, dann gleich ein Abbild des ganzen Landes herbeigeflogen käme.⁸⁶⁾

Außer den bisher angeführten ist noch besonders ein Einwand Euklids bemerkenswert, der auf die mit den Vorstellungen Epikurs ganz unvereinbare Tatsache hinweist, daß sich oft ganz nahe Gegenstände unserer Wahrnehmung entziehen. Er gibt hierfür die schon früher erwähnten Beispiele der auf dem Fußboden liegenden Nadel und der Buchstaben in einem Buche an.⁸⁷⁾ Allgemein und ohne Aufzählung ihrer einzelnen Schwächen wenden sich auch Plutarch,⁸⁸⁾ Galen⁸⁹⁾ und Lactantius⁹⁰⁾ gegen die Lehre von den Abbildern.

III. Demokrits Theorie der Luftabdrücke.

Mit der von den späteren Atomikern vertretenen Theorie des

⁸⁵⁾ Ad Atticum II, 3.

⁸⁶⁾ Ad fam. XV, 16.

⁸⁷⁾ Theons Einleitung.

⁸⁸⁾ De def. orac., c. 19.

⁸⁹⁾ De plac. Hipp. et. Plat., VII, S. 615 ff. (Müller).

⁹⁰⁾ De opif. Dei, c. 8.

Sehens stimmt in der Grundvorstellung der Abbilder die Theorie überein, die Demokrit schuf. Obwohl älter als die Lehre Epikurs, ist sie doch jedenfalls komplizierter, andererseits aber auch unserer heutigen Auffassung insofern näher, als Demokrit im Gegensatz zu seinem Schüler es für unmöglich hielt, daß die Abbilder der Gegenstände ihren Weg ungehindert durch die Luft nehmen könnten. Er ließ daher die Abbilder nicht selbst in das Auge gelangen, sondern nur einen Abdruck (*ἀποτύπωσις*), den sie in der Luft, wie ein Siegel im Wachse, erzeugen, und ließ auf diese Weise die Gegenstände sich im wässerigen Auge abspiegeln.²¹⁾ Demokrit hält indessen die Luft keineswegs für ein zum Zustandekommen des Sehens unumgänglich notwendiges Medium, wie dies Aristoteles und die Stoiker taten; er sieht sie im Gegenteil als ein Hindernis an.²²⁾ Er meint daher, daß die Deutlichkeit der Abdrücke mit wachsender Entfernung abnehme und wir eine am Himmel kriechende Ameise sehen müßten, wenn der Zwischenraum nicht von Luft erfüllt wäre.²³⁾ Daß wir im Finstern nicht sehen, erklärte er durch die Annahme, daß die Sonne erst die Luft verdichten müsse, wenn diese die Abdrücke festhalten solle.²⁴⁾

Ob Demokrits Lehre auch später Anhänger fand, oder ob sie völlig durch die epikureische Lichttheorie verdrängt wurde, wissen wir nicht. Nur Aëtius²⁵⁾ berichtet mit wenigen Worten von einer teilweise ähnlichen Theorie des Aristarchos, die eine vermittelnde Stellung zwischen der Demokrits und Stratoms eingenommen zu haben scheint.

²¹⁾ Am ausführlichsten wird die Theorie Demokrits bei Theophrast, *de sensu*, §§ 50—54, und von Aristoteles, *de sensu*, c. 2, und *de an.*, II, 7, dargestellt. Ferner erwähnen sie, teilweise unvollständig, Aëtius, IV, 13—14; Pseudogalen, *hist. phil.*, 94—95; Diogenes Laërtius, IX, 44; Cicero, *de fin. bon. et mal.*, I, 6, 21; Plutarch, *quaest. conv.*, VIII, 10; Plotin, 4. *Enn.*, V, 3; VI, 1; Macrobius, VII, 14; Chalcidius, c. 236; Alexander von Aphrodisias, *de sensu*, S. 24 (Wendland); Themistius, S. 62 (Heinze).

²²⁾ Manche der alten Schriftsteller, wie Cicero, Macrobius und die Doxographen, assen deshalb seine Ansicht von einer vermittelnden Wirkung der Luft ganz unerwähnt und identifizieren die Theorien Demokrits und Epikurs völlig.

²³⁾ Aristoteles, *de anima*, II, 7.

²⁴⁾ Theophrast, *de sensu*, § 54.

²⁵⁾ IV, 13; auch I, 15.

Die Einwände, die gegen die Lehre von den Luftabdrücken erhoben wurden und die uns vor allem in der Fassung Theophrasts⁹⁶⁾ und Plotins⁹⁷⁾ bekannt sind, richten sich zum großen Teile gegen die Vorstellung der Abbilder überhaupt. Hieher gehören Plotins Einwände, daß wir nach Demokrits Theorie weder die Größe noch die Entfernung eines Objektes erkennen könnten, daß ferner durch eine Berührung nie eine Gesichtsempfindung zustande kommen könne, da Sehendes und Gesehenes voneinander getrennt sein müßten, Theophrasts Hinweis auf die Spiegelbilder und seine Fragen, wieso denn soviel Abdrücke unbehindert neben einander bestehen können, ohne daß Unordnung eintrete, wieso zwei Personen einander ins Gesicht sehen können, wo doch die Abdrücke beider zusammenstoßen müßten, und warum man nicht sich selbst und allzu nahe Gegenstände erblicke. Gegen die Annahme, daß wir durch die von der Sonne verdichtete Luft besser sähen, macht Theophrast geltend, daß wir dann durch Wasser noch besser sehen müßten als durch Luft, weil es ja noch dichter sei, daß die Sonne die Luft eher lockere als verdichte, daß wir schließlich die so weit entfernten Sterne gerade bei Nacht und nicht am Tage bei Sonnenschein sehen. Auch Plotin gibt zu bedenken, daß doch unmöglich die in der dunkeln Luft ausgeprägten Formen der Sterne leuchtend sein könnten. Die Behauptung Demokrits, daß man auch ohne ein Medium, ja dann noch deutlicher sehen würde, hat besonders Aristoteles bekämpft.⁹⁸⁾

IV. Die platonische Theorie der Synaergie.

Sowohl der Sehstrahlentheorie als auch der Lehre von den Ausflüssen der Körper mußten manche Probleme des Sehens große Schwierigkeiten bereiten, weil keine von beiden zwischen der Tätigkeit des Objektes und der des sehenden Subjektes unterschied. Jene ließ allein das Auge eine aktive Rolle spielen, ohne den wesentlichen Einfluß des äußeren Lichtes auf das Sehen zu berücksichtigen, diese aber den physikalischen Teil des Sehprozesses sich

⁹⁶⁾ de sensu, §§ 51—54.

⁹⁷⁾ 4. Enn., V, 3; VI, 1.

⁹⁸⁾ de anima, II, 7.

ganz außerhalb unseres Körpers vollziehen, so daß die Sinnesorgane ziemlich überflüssig erschienen. Diese Schwierigkeiten suchte zuerst Empedokles durch eine Verschmelzung der beiden Theorien zu vermindern. Er lehrte, daß das Sehen durch eine Vermischung von Sehstrahlen und Ausflüssen zustande komme und das Auge selbst, das er mit einer Laterne verglich, aus Feuer und Wasser bestehe, zu denen abwechselnd Poren führten. Da er Gleichartigkeit zwischen Empfindendem und Empfundem annahm, meinte er, daß die weißen, hellen Ausflüsse zum Feuer, die dunkeln, schwarzen zum Wasser gelangten.⁹⁹⁾

An die empedokleische Vorstellung einer Vermischung des inneren Lichtes mit den Ausflüssen schließt sich in der Grundvorstellung die Lehre des Sehens an, die Plato aufstellte und die von den späteren Schriftstellern als die Theorie der Zusammenstrahlung oder Synaegie bezeichnet wurde.¹⁰⁰⁾ Zu ihren Vertretern gehören außer einigen Philosophen der platonischen Schule wie Alkinous, Macrobius und Chalcidius auch Plutarch und Galen, der sie allerdings in etwas veränderter Gestalt vorträgt.¹⁰¹⁾

Plato stattet ebenso wie die Anhänger der Sehstrahlentheorie die Augen mit einem inneren Lichte aus, das aus ihnen, so lange sie offen sind, unaufhörlich strahlt. Damit es aber zur Wirkung kommen könne, ist es erforderlich, daß es außerhalb des Sehorganes

⁹⁹⁾ Theophrast, de sensu, §§ 7—8; Aëtius, IV, 13—14; Plato, Menon 76 C—D; Aristoteles, de sensu, c. 2, 437b—438a; de gen. an. 779b; Alexander, in l. de sensu, S. 20—24, 34 (Wendland). Eine ähnliche Theorie wie Empedokles soll nach Aëtius auch Hestaios aus Perinth vertreten haben, der das Produkt der Vermischung „Strahlenbild“ (ἀκτινισμῶλον) nannte. Er gilt als ein Schüler Platons (Diog. L., III, 46).

¹⁰⁰⁾ Plato selbst gebraucht den Ausdruck nicht.

¹⁰¹⁾ Plato äußert seine Ansicht über das Sehen im Timaios 45 A—D; Staat 508; Menon 76 D; Theätet 156 D; ausführlich besprechen sie auch Theophrast, de sensu, § 5; Alexander, de an. l. mant., S. 136—138 (Bruns); in l. de sensu, S. 21, 28, 33 (Wendland); Platons Anhänger Alkinous, c. 18; Plutarch, quaest. conv., I, 8, 4; de def. orac., c. 47; Galen, de plac. Hipp. et Plat., VII; Macrobius, Sat., VII, 14; Chalcidius, c. 244—248. Ferner erwähnen sie Aëtius, IV, 13; Pseudogalen, hist. phil. 94—95; Apuleius, Apol., c. 15; Gellius, Noct. Att., V, 16; Plotin, 4. Enn., V, 2; Simplicius, in l. de an., S. 133 (Hayduck); Nemesis, de nat. hom., c. 7; Isidorus von Hispala, Etym., XI, 1, 1; Meletius, de nat. hom., c. 2.

„verwandtes“ äußeres Licht vorfinde, das von der Sonne oder einer irdischen Lichtquelle und dem Objekte selbst herkommt. Fehlt das äußere Licht, so wird der Sehstrahl abgeschnitten und verlöscht; ist es vorhanden, so verbindet sich das innere Licht mit ihm zu einem einzigen Körper, der sich vom Auge in gerader Linie zu dem Gegenstande erstreckt, auf den wir den Blick richten. Von dem Objekte aus wird der Lichtkörper teils durch Berührung, teils durch farbige Ausflüsse derart gestaltet, daß er in dem Auge die Gesichtsempfindung des Objektes entstehen läßt. Treffen das innere und das vom Gegenstande kommende Licht auf einer glatten Fläche zusammen, so sehen wir an der Stelle der Vereinigung das Spiegelbild des Objektes.

Für das deutliche Sehen ist es von großer Wichtigkeit, in welchem Maße äußeres und inneres Licht vermischt werden. Die beiden gelten gleichsam als entgegengesetzte Größen, die einander zu überwältigen suchen. Tiere, die ein sehr schwaches inneres Licht haben, können bei Tage nichts sehen, weil ihr eigenes Licht völlig von dem Tageslicht zurückgedrängt wird, so daß sie gezwungen sind, bei Nacht ihre Nahrung zu suchen.¹⁰²⁾ Es muß also bei der Vermischung äußeres und inneres Licht stets in gleicher Menge vorhanden sein. Nur wenn dies der Fall ist, sehen wir deutlich. Ist das innere Licht stärker als das äußere, so erscheint alles glänzend und hell, ist es dagegen schwächer, so sehen wir alles schwarz und dunkel.¹⁰³⁾

An der platonischen Theorie bekämpften ihre Gegner, zu denen wir in erster Linie Aristoteles¹⁰⁴⁾ und seinen Anhänger Alexander von Aphrodisias¹⁰⁵⁾ zählen müssen, zunächst die Vorstellung der Sehstrahlen überhaupt und die sehr gekünstelte Annahme, daß sie im Dunkeln verlöschen sollen. Aristoteles weist überdies auf die Unmöglichkeit einer Vermischung des innern und äußern Lichtes hin, die ja durch die Augenhäute getrennt seien. Alexander hebt die Unbestimmtheit hervor, die die platonische Theorie in Betreff

¹⁰²⁾ Plutarch, quaest. conv., I, 8, 4.

¹⁰³⁾ Chalcidius, c. 234.

¹⁰⁴⁾ de sensu, c. 2.

¹⁰⁵⁾ de an. I. mant., S. 136—138.

der Art der von den Gegenständen kommenden Ausflüsse und ihres Zusammentreffens mit den Sehstrahlen bestehen läßt, und wiederholt im übrigen manche Einwände, die er schon gegen die Sehstrahlentheorie geltend machte.

Eine ziemlich selbständige Stellung nimmt gegenüber der Lehre Platons die Lichttheorie Galens ein. Sie schließt sich zwar in den wichtigsten Punkten jener Lehre an;¹⁰⁶⁾ doch fehlt trotz der ausführlichen Darstellung eine Erwähnung der Absonderungen, die von den Objekten kommen. Nur an der Annahme hält Galen fest, daß zu dem Zustandekommen des Sehens eine Einwirkung des uns umgebenden Lichtes notwendig sei.¹⁰⁷⁾ Der wesentliche Unterschied zwischen Platons und Galens Theorie ist aber der, daß dieser die Vorstellung der aus dem Auge tretenden Sehstrahlen ganz fallen ließ. Er setzte an ihre Stelle die Luft, die, durch das Sehpneuma berührt, eine Verlängerung des Auges werde. Eine vermittelnde Wirkung eines Mediums lehrte er nicht; denn die Luft beteiligt sich nach seiner Ansicht an dem Sehakte nicht als solche. Sie ist von dessen Beginn an ebenso ein Teil des Auges, wie der Sehnerv einer des Gehirnes ist.¹⁰⁸⁾ Insofern also muß Galens Lehre von der stoischen Theorie einer Anspannung der Luft durch das Sehpneuma geschieden werden, die er, obwohl sie auf den ersten Blick seiner eigenen sehr ähnlich scheint, entschieden bekämpfte.

V. Die aristotelische Theorie der Vermittlung eines durchsichtigen Mediums.

Wie die meisten Fragen der antiken Physik hat Aristoteles auch die nach dem Wesen des Lichtes von ganz neuen Gesichtspunkten aus behandelt und gerade dieses schwierige Problem in einer Weise zu lösen versucht, daß wir vom Standpunkte der heutigen Physik aus seiner Theorie unbedingt den Vorzug vor allen

¹⁰⁶⁾ Dies bezeugen auch Nemesius, *de nat. hom.*, c. 7, und Meletius, *de nat. hom.*, c. 2, der allerdings die platonische Lehre ganz falsch darstellt. Galen hat seine Ansicht am ausführlichsten in dem Buche *de plac. Hipp. et Plat.*, c. 7, niedergelegt; auf sie nimmt er auch an vielen Stellen anderer Werke, namentlich der Bücher *de usu partium*, Bezug.

¹⁰⁷⁾ ed. Müller, S. 642.

¹⁰⁸⁾ ed. Müller, S. 616—617, 623.

anderen des Altertums geben müssen. Aristoteles brach mit der bei seinen Vorgängern allgemein verbreiteten Ansicht, daß das Sehen durch die Bewegung von etwas Körperlichem zwischen dem Auge und dem Gegenstande in irgend einer Richtung zu erklären sei, und vertrat als erster die unseren heutigen Anschauungen so nahe Auffassung, daß der das Sehen bedingende Vorgang in einer Einwirkung des Objektes auf das Auge vermittels des dazwischen liegenden Mediums bestehe.¹⁰⁹⁾

Dieses Medium bezeichnet er als das „Durchsichtige“ (*διαφανές*). Er unterscheidet dabei das potentiell (*δυνάμει*) Durchsichtige, also noch dunkle, und das aktuell (*ἐνεργείᾳ*) Durchsichtige, das aus jenem durch die Einwirkung der Körper hervorgeht, die infolge ihrer Natur hell machen (*τὰ φωτίζειν πεφυκότα*), nämlich des Feuers oder des Äthers, des fünften Elementes, das selbst immer aktuell durchsichtig ist. In diesem Sinne bezeichnet Aristoteles das Licht als die Entelechie des Durchsichtigen (*ἡ ἐντελέχεια τοῦ διαφανοῦς φῶς ἐστίν*), als das Durchsichtige in Tätigkeit, als die Verwirklichung dessen, was in ihm, solange es dunkel war, nur der Möglichkeit nach vorhanden war. Der Übergang aus dem Zustande potentieller in den aktueller Durchsichtigkeit ist ein Vorgang im weitesten Sinne (eine *κίνησις*), und zwar die zweite Art unter den drei möglichen,¹¹⁰⁾ eine qualitative Veränderung (*ἀλλοίωσις*), die sich im ganzen durchsichtigen Körper gleichzeitig, und zwar augenblicklich, vollzieht.¹¹¹⁾

Die aktuelle Durchsichtigkeit äußert sich darin, daß das Medium in diesem Zustande befähigt ist, die Einwirkung der Farben des Objektes auf das Auge zu übermitteln, das selbst durchsichtig und infolge seiner Glätte imstande ist, den Vorgang im Medium

¹⁰⁹⁾ Arist., *de an.*, II, 7; *de sensu*, c. 2; Alexander, *de an.* I, mant., S. 141—147 (*πῶς κατὰ Ἀριστοτέλη τὸ ὁρᾶν γίνεται*); in I. *de sensu*, S. 35—42 (Wendland); Simplicius, in I. *de an.*, S. 129—138 (Hayduck); Themistius, in I. *de an.*, IV, 7 (S. 58—62, Heinze); Galen, *de plac. Hipp. et Plat.*, VII, S. 635 (Müller); Arius Didymus, c. 17 (Stob. Ekl. I, 52); Meletius, *de nat. hom.*, c. 2; Priscianus, *metaphr. de sensu*, c. 19.

¹¹⁰⁾ Die beiden anderen sind die quantitative Änderung und die räumliche oder Raumbewegung; vgl. *Physik*, VIII, 7, 260a.

¹¹¹⁾ *de sensu*, c. 6, 447a.

gleichsam aufzuhalten und den Gegenstand abzuspiegeln. Die Farbe ist ebenso das bewegende Prinzip (*κινητικόν*) für das aktuell Durchsichtige, wie die hell machenden Körper für das potentiell Durchsichtige. In diesem Sinne nennt wohl Alexander die Farbe gleichsam ein zweites Licht (*δεύτερόν τι φῶς*) und umgekehrt Aristoteles das Licht die Farbe des Durchsichtigen. Der sekundäre Vorgang, der die Farbe dem Auge übermittelt, ist also von dem primären, dem Übergange des potentiell Durchsichtigen in aktuell Durchsichtiges, scharf zu scheiden;¹¹²⁾ er ist ebenso wie dieser eine qualitative Veränderung (eine *ἀλλοίωσις*), was namentlich die Kommentatoren des Aristoteles ausdrücklich hervorheben. Nur wenn das Objekt selbstleuchtend ist, decken sich die beiden Vorgänge, weshalb wir das Feuer auch im Dunkeln zu sehen vermögen.

Die Farben sind die eigentliche Ursache des Sichtbarwerdens der Körper (*αἰτίαι τοῖς σώμασι τοῦ ὁρασθαι*). Was keine Farbe besitzt, wie das Durchsichtige, kann nicht gesehen werden.¹¹³⁾ Auf die Farbenempfindung als das Wesentlichste der Gesichtsempfindung führten daher auch die Aristoteliker die Wahrnehmung der räumlichen Verhältnisse zurück.¹¹⁴⁾ Die Entfernung erkennen wir aus der Abschwächung des Farbeneindrucks, die Größe des Gegenstandes aus der so bestimmten Entfernung und dem Gesichtswinkel, die Begrenzungslinien und die Gestalt des Körpers infolge des Farbenunterschiedes zwischen ihm und seiner Umgebung, die Erhabenheiten und Vertiefungen infolge der hierdurch bestimmten Ungleichmäßigkeit der Farbe.

Für die Richtigkeit seiner Theorie wußte Aristoteles außer den Einwänden, die er gegen die anderen Theorien geltend machte,

¹¹²⁾ Am stärksten hebt dies Alexander, de an. I. mant. S. 141,33—142,16, hervor.

¹¹³⁾ Daß es Gegenstände gibt, die nicht bei Licht, sondern nur im Dunkeln sichtbar sind, in dem sie, ohne ihre Farben erkennen zu lassen, glänzen und leuchten (nämlich die phosphoreszierenden Körper, unter denen Aristoteles Schwämme, Horn, das Auge, Fischköpfe nennt), kann nach Aristoteles nur ein Beweis dafür sein, daß diese Phänomene nicht in das Gebiet der eigentlichen Lichterscheinungen gehören; eine richtige Erklärung dieser Tatsachen gab nach Themistius (S. 61) Sosigenes, ein Schüler Alexanders.

¹¹⁴⁾ Alexander, de an. I. mant. S. 146—147.

nur einen, nach unserer Ansicht ganz verfehlten, Beweisgrund anzuführen, daß wir nämlich einen auf das Auge gelegten Gegenstand nicht sehen können, weil kein das Sehen bewirkendes Medium dazwischen liege.

Als Gegner des Aristoteles sind uns aus ihren Werken Galen¹¹⁵⁾ und Plotin¹¹⁶⁾ bekannt. Jener bemängelte an der peripatetischen Theorie, daß sie die Abschätzung der Distanzen durch das Auge nicht zu erklären vermöge, und ebensowenig die Spiegelungserscheinungen, bei deren Besprechung Aristoteles selbst zu der bequemeren Annahme der Sehstrahlen greife.¹¹⁷⁾ Plotin meint, daß der farbige Körper ebenso gut direkt auf die Augen einwirken könne, und die Annahme eines Mediums daher ganz überflüssig sei.

Unter den Schülern des Aristoteles scheint hinsichtlich der Lichttheorie eine Spaltung eingetreten zu sein. Während Theophrast,¹¹⁸⁾ die späteren Peripatetiker und namentlich die Kommentatoren ohne eine wesentliche Veränderung an den Ansichten des Aristoteles festhielten, scheint Straton das Licht nicht so unkörperlich aufgefaßt zu haben wie jener. Er lehrte, daß sich die Farben der Objekte von diesen ablösten und auf diese Weise die Luft bis zu dem Auge färbten.¹¹⁹⁾ Noch stärker tritt der Gegensatz zu Aristoteles in dem Proömium der heronischen Pneumatik zutage, das als ein Kompendium stratonischer Physik angesehen wird und in dem das Licht ebenso wie die Wärme als eine materielle Kraft (*δύναμις σωματική*) bezeichnet wird. Das Licht nimmt einen Raum ein und müßte daher auch das Wasser, in das es eindringt, verdrängen, wenn dieses keinen leeren

¹¹⁵⁾ De plac. Hipp. et Plat. VII, S. 638 (Müller).

¹¹⁶⁾ 4. Enn., V, 2. Plotins Gedanken kehren auch bei Priscianus (Kommentar zu Theophrast *περὶ αἰσθήσεως*) wieder.

¹¹⁷⁾ In der Meteorologie, III, 2; dasselbe geschieht auch in den aus der aristotelischen Schule stammenden „Problemen“, c. 31.

¹¹⁸⁾ Wie aus dem Kommentar ersichtlich ist, den Priscianus zu Theophrasts Werke über die Sinneswahrnehmung schrieb.

¹¹⁹⁾ Aëtius, IV, 13; die *ἀπὸ χυμῶν χρωμάτων* wird als die Grundvorstellung einer Theorie des Sehens auch bei Sextus Empiricus, Pyrrh. Hyp. III, 51 angegeben.

Zwischenraum in seinem Innern hätte. Es überträgt sich durch alle Körper wie der Schlag des Seezitterrochens.¹²⁰⁾

Daß die aristotelische Theorie des Lichtes von so vielen gänzlich mißverstanden wurde, hat vor allem in einigen Fehlern seinen Grund, die fast allen Darstellungen gemeinsam sind. Ihre Verfasser unterschieden nicht die beiden ganz verschiedenen Vorgänge voneinander, die im vorhergehenden als der primäre und der sekundäre bezeichnet wurden, nämlich den Übergang des Durchsichtigen aus dem Zustande potentieller in den aktueller Durchsichtigkeit und den durch die Farbe im aktuell Durchsichtigen bewirkten Vorgang. Sie unterschieden nicht, daß das Ergebnis des ersten nur das Licht als solches, die Helligkeit des Durchsichtigen sei, und erst das Ergebnis des zweiten die Gesichtsempfindung. Sie beachteten weiter nicht, daß eine κίνησις keineswegs eine räumliche Bewegung sein müsse, sondern auch eine qualitative Änderung sein könne,¹²¹⁾ daß κίνησις und ἀλλοίωσις in der aristotelischen Terminologie keineswegs disparate Begriffe sind, sondern dieser jenem untergeordnet ist; daß schließlich das, was Aristoteles Licht nennt, überhaupt keine κίνησις ist, sondern das Resultat einer solchen, nämlich des Überganges von potentieller in aktuelle Durchsichtigkeit.¹²²⁾ Sehr erleichtert wurden die irrigen Anschauungen der verschiedenen Autoren auch dadurch, daß kaum einer unter ihnen die antiken Kommentare zu Aristoteles und namentlich die so klare Darstellung bei Alexander (de an. l. mant., S. 141 bis 147) berücksichtigte.

Am ärgsten hat unter diesen Geschichtsschreibern der Philosophie gerade der die aristotelische Lichttheorie mißverstanden, der

¹²⁰⁾ S. 24—26 (Schmidt); diese Parallele zwischen Licht und Elektrizität findet sich auch bei Plotin, 4. Enn., V, 2 und bei Chalcidius, c. 237.

¹²¹⁾ Sonst müßte man ja annehmen, daß auch der von Aristoteles als Beispiel einer κίνησις angeführte Übergang des Heilbaren in Gesundheit nach den Gesetzen der Mechanik erfolgen müsse. Vgl. Physik, V, 1—2; VIII, 7 260a; de coelo, IV, 3, 310b.

¹²²⁾ Dies erklärt auch Aristoteles ausdrücklich, de sensu, 446b: τῷ εἶναι γὰρ τι φῶς ἐστιν.

am ausführlichsten über sie arbeitete, nämlich Ziaja.¹²³⁾ Er begeht alle im vorhergehenden aufgezählten Fehler und fügt ihnen noch manche andere hinzu. So identifiziert er das „Durchsichtige“ mit dem Äther, dem fünften Element, und läßt dieses alle Körper durchdringen. Diese Behauptung steht natürlich ebenso mit der aristotelischen Annahme eines Kontinuums und seines Satzes, daß nie ein Körper durch einen anderen hindurchgehen könne, in Widerspruch wie mit seiner Erklärung, daß das fünfte Element immer aktuell durchsichtig sei, so daß es dann überhaupt keine Finsternis als potentielle Durchsichtigkeit geben könnte.

Selbstverständlich gibt es auch im aristotelischen Texte Stellen genug, die geeignet wären, das Unrichtige der Darstellung Ziajas klarzulegen, und die diesem auch nicht unbekannt blieben. Herr Ziaja hilft sich über diese Schwierigkeiten sehr einfach hinweg, indem er alle ihm unbequemen Stellen, an deren Echtheit vor ihm noch niemand gezweifelt hatte, für eingeschoben und nicht von Aristoteles rührend erklärt. Diesem Schicksal verfällt — um nur ein Beispiel hervorzuheben — auch die Stelle *de anima*, II, 7, 418b, 20—26, die im klarsten Zusammenhange mit den übrigen Ausführungen über das Licht zeigt, daß dieses unmöglich, wie Empedokles meinte, die Bewegung etwas Körperlichen sein könne. Herr Ziaja streicht sie aber einfach aus dem Texte, weil ja nach seiner Ansicht Aristoteles selbst lehrte, daß das Licht „eine räumliche Bewegung im Äther“ sei!¹²⁴⁾

VI. Die stoische Theorie der Luftanspannung.

In einem ähnlichen Verhältnisse wie Demokrits Lehre vom Sehen zu der Epikurs steht die stoische Theorie zu der der Sehstrahlen. Wie Demokrit die Bewegung der Abbilder durch eine

¹²³⁾ Die aristotelische Anschauung von dem Wesen und der Bewegung des Lichtes. Programm, Breslau 1896.

¹²⁴⁾ In betreff der Stelle *de sensu* 446, a 24—b 2, die Ziaja ebenfalls zum Nachweise der Unechtheit anderer Stellen heranzieht, sei hier nur bemerkt, daß dort Aristoteles keineswegs behauptet, daß sich das Licht von Ort zu Ort fortpflanze, sondern nur in irrealer Hypothese meint, daß, wenn das Licht etwas Körperliches wäre, wie Empedokles meinte, dieser von seinem Standpunkte aus recht hätte.

Fortpflanzung ihres Abdruckes in der Luft ersetzte, ließen die Stoiker nicht die Sehstrahlen selbst zum Gegenstande gelangen, sondern das Auge die dazwischen liegende Luft gestalten. Ein großer Unterschied zwischen ihrer Lehre und der Demokrits bestand aber — abgesehen von der Richtung der Bewegung — darin, daß sie, wohl unter dem Einflusse aristotelischer Anschauungen, die Luft für ein unbedingt notwendiges Medium hielten, ohne das das Sehen überhaupt nicht stattfinden könnte. Ihre Ansicht über die Ausbreitung der Strahlen durch eine Wellenbewegung des Mediums kommt unserer Auffassung noch näher, als die entsprechende des Aristoteles; ein großer Rückschritt liegt aber darin, daß sie die Strahlen wiederum den Weg vom Auge zum Gegenstande nehmen ließen.

Wie bei vielen physikalischen Lehren der Stoiker läßt sich auch bei ihrer Theorie des Sehens der Ursprung bei Heraklit von Ephesus nachweisen, über dessen Meinung wir allerdings nichts Bestimmtes wissen.¹²⁵⁾ Als Vertreter der eigentlich stoischen Lehre vom Sehen werden im besonderen Chrysippus, Apollodorus und Sphaيروس genannt.¹²⁶⁾ Auch Seneca schließt sich, obwohl er nicht ausführlich über das Sehen spricht, in der Grundvorstellung den älteren Stoikern an.

Das Sehen geschieht nach der Ansicht dieser Denker in der Weise, daß von dem seelischen Zentralorgane, dem Hegemonikon, das Sehpnema (πνευμα ὁρατιζόν) in die Pupille gelangt und die zwischen dieser und dem Gegenstande liegende Luft in den Zustand der Spannung (τόνος, συνέντασις, intentio) versetzt.¹²⁷⁾ Die Luft

¹²⁵⁾ Chalcidius, c. 237: At vero Heraclitus intimum motum, qui est intentio animi sive animadversio, porrigi dicit per oculorum meatus atque ita tangere tractareque visenda.

¹²⁶⁾ Aëtius IV, 15; Diógenes Laërtius VII, 157.

¹²⁷⁾ Stoicorum fragmenta, coll. ab Arnim, vol. II, n. 863—871. Am ausführlichsten besprechen die stoische Theorie Chalcidius, c. 237, Alexander, de an. I. mant., S. 130—134 (Bruns); Aëtius, IV, 15; Pseudogalen, hist. phil. 96; Diógenes Laërtius, VII, 157; Galen, de sympt. caus., I, 2; de plac. Hipp. et Plat. VII, S. 642—643 (Müller). Ferner erwähnen die Annahme einer Anspannung der Luft beim Sehen — teils mit, teils ohne Nennung der Stoiker — Seneca, quaest. nat. II, 8, 2; Epiktet, diss. II, 23, 3; Sextus Empiricus, Pyrrh. Hyp. III, 51; Apuleius, Apol. c. 15; Gellius, noct. Att., V, 16; Plotin, 4. Enn., V, 4. Lactantius, de opif. Dei, c. 8. Geminus (bei Schöne, Damianus) S. 24, 11

nimmt infolge der Spannung, die sich in kugelförmigen Wellen¹²⁸⁾ und nach Seneca¹²⁹⁾ zeitlos fortpflanzt, die Gestalt eines Kegels an, dessen Spitze im Sehloche liegt, während seine Grundfläche auf die sichtbaren Körper fällt. Auf diese Weise betastet das Auge mittels der gespannten Luft wie mit einem Stabe die Körper und empfängt die sich gleichsam abdrückende¹³⁰⁾ Gestalt des Gegenstandes. Daß wir die Finsternis sehen können, behaupteten unter den Stoikern namentlich Chrysippos und Sphairos, freilich nicht nur aus physikalischen, sondern auch aus erkenntnistheoretischen Gründen, weil wir auch den Mangel des Wahrnehmbaren empfinden müßten.¹³¹⁾ Daß wir im Dunkeln schlechter sehen, erklärten die Stoiker durch die Annahme, daß die von Natur aus dicke Luft durch das Sonnenlicht qualitativ verändert und verdünnt werde und in diesem Zustande leichter gespannt werden könne als die dunkle, dichte.¹³²⁾ Je größer die Luftstrecke ist, die das Auge zu gestalten hat, desto schlechter sehen wir natürlich den Gegenstand; daraus erklärt sich die scheinbare Verkleinerung entfernter Gegenstände.¹³³⁾ Auch Seneca behauptet, daß weit entfernte Spiegel kein Bild zurückwerfen, weil unsere Sehkraft nicht zur doppelten Zurücklegung des Weges ausreiche.¹³⁴⁾

An der stoischen Theorie tadelte Alexander,¹³⁵⁾ der hier allein in Betracht kommt — Galen wendet sich nur allgemein gegen die Vorstellung des tastenden Stabes,¹³⁶⁾ — besonders die Zurückführung der Gesichts- auf eine Tastempfindung, die die Farbenwahrnehmung ganz unerklärt lasse. Nachdrücklich wies er ferner auf die Schwierigkeiten hin, die sich daraus ergaben, daß die Stoiker nur die Luft, und zwar nur die dünne, für anspannungsfähig hielten. Wir sähen

¹²⁸⁾ Aëtius, IV, 19; Seneca, quaest. nat. I, 2, 2.

¹²⁹⁾ Quaest. nat. II, 8, 2.

¹³⁰⁾ Alexander, de an. l. mant., S. 133, 25 ff.

¹³¹⁾ Vgl. Themistius, de an., S. 61, 5 (Heinze); Priscianus, in l. de sensu, c. 20.

¹³²⁾ Alexander, de an. l. mant., S. 133, 25 ff.

¹³³⁾ Chalcidius, c. 237.

¹³⁴⁾ Quaest. nat., I, 13, 3.

¹³⁵⁾ Alexander, de an. l. mant., S. 130—134.

¹³⁶⁾ De plac. Hipp. et Plat., VII, S. 642—643 (Müller).

ja doch auch im Wasser, in dem sich gar keine Luft befände, und wenn das Wasser angespannt werden könne, um wie viel eher müßte es die im Vergleiche mit ihm doch noch immer als dünn zu bezeichnende finstere Luft. Auch müßten die Strahlen in dem Kalten infolge der Zusammenziehung der Luft unwirksam werden. Ebenso stehe es im Widerspruche mit der stoischen Annahme, daß wir auch durch einen dunkeln Zwischenraum ein Licht sehen und die Sterne gerade in der Nacht, bei einer Sonnenfinsternis und aus tiefen Brunnen erblicken.¹³⁷⁾ Wenn das Sehen in einer Anstimmung des Auges gegen das Objekt vermittelt der dazwischen liegenden Luft bestehe, so sei nicht einzusehen, warum wir nicht den Gegenstand sofort undeutlich sehen, wenn wir uns, rasch zurücktretend, von ihm entfernen. Auch, daß wir in einem tiefen Brunnen zwar unser Spiegelbild erblicken, nicht aber das Wasser selbst, spreche dagegen. Es sei doch zu gekünstelt, anzunehmen, daß die Luft auf dem ersten Teile des Weges (vom Auge zum Wasserspiegel) nicht gegen das Wasser gedrückt werde, auf dem zweiten Teile des Weges (vom Wasser zu unserem Körper) dagegen wohl gegen unsern Körper. Weitere Einwände weisen auf die Undurchsichtigkeit poröser, also für die Luft doch durchlässiger Körper und ferner — in mehr allgemeiner Weise und unter Anführung der auch gegen die anderen Theorien vorgebrachten Argumente — darauf hin, daß wir nahe Gegenstände nicht sehen, daß der feine Sehkegel infolge der Anstimmung und der Reflexion leicht zerstört werden und die Spiegelercheinungen der stoischen Theorie große Schwierigkeiten bieten müssen.

VII. Theorien einer unvermittelten psychischen Fernwirkung.

In vollkommenem Gegensatz steht zu allen bisher betrachteten Theorien des Sehens die Lehre einer unvermittelten seelischen Fernwirkung, die in den letzten Jahrhunderten des Altertums, im

¹³⁷⁾ Das Sichtbarwerden der Sterne bei Sonnenfinsternissen erklärte in richtiger Weise Galen (de usu part., X, c. 3), der auf die Tatsache hinweist, daß im Sonnenlichte jede Lampe matt erscheine.

Zeitalter der transzendent-spiritualistischen Philosophie zur Ausbildung gelangte.¹³⁸⁾

Sie hat ihren Ursprung teilweise in der bedeutend älteren Ansicht, daß den wesentlichsten Beitrag zur Gesichtsempfindung nicht das Auge, sondern die Seele liefere, daß diese dabei nicht der leidende, sondern der tätige Teil sei und die Empfindung in einem Willensakte bestehe. Diese Ansicht tritt bereits deutlich in der leider nicht näher bekannten Lehre Heraklits zutage, sie veranlaßte wohl die Stoiker und auch Galen, dem Sehpneuma eine so einflußreiche Rolle bei dem Sehprozesse zuzuschreiben, und auch Philo von Alexandria vertrat den Standpunkt, daß nicht die Augen sähen, sondern der Geist durch sie.¹³⁹⁾ Als Gegner dieser Anschauungen bekannte sich bereits Lucrez, der, sie verspottend, meinte, wir müßten dann ja noch besser sehen, wenn man die Augen ganz ausrisse und dadurch die Öffnung, durch die die Seele blicke, erweitere.¹⁴⁰⁾

Diese voluntaristische Auffassung der Gesichtsempfindung wurde nun von den Neuplatonikern in den Mittelpunkt ihrer Theorie des Sehens gerückt, die, wie das ganze philosophische System der Schule, auf Plotin zurückgeht. Porphyrius schloß sich völlig an ihn an.¹⁴¹⁾ Priscianus, einer der spätesten Neuplatoniker, der die Ansichten des Jamblichus wiedergibt, wiederholt in seinem Kommentar zu Theophrasts Werke über die Sinneswahrnehmung viele Gedanken Plotins, die sich auf die unvermittelte Fernwirkung und die Erklärung des Lichtes als einer Energie beziehen, ohne jedoch denselben Nachdruck wie jener auf die Tätigkeit der Seele zu legen.

¹³⁸⁾ Die Theorien, die Anaxagoras (Theophr. de sensu, §§ 27—29), Diogenes von Apollonia (ib. §§ 40—43) und Alkmaion (ib. § 26, Aëtius IV, 13) über das Sehen aufstellten und in denen sie eine Abspiegelung des Gegenstandes im Auge lehrten, entbehren zwar auch der Annahme einer zwischen dem Auge und dem Gegenstande vermittelnden Wirkung; doch ist wohl eher anzunehmen, daß sich diese Denker bestimmter Äußerungen über die Art der vermittelnden Wirkung enthielten oder daß uns nur nichts hierüber überliefert wird, als daß sie eine solche grundsätzlich in Abrede stellten.

¹³⁹⁾ De poster. Caini, § 126.

¹⁴⁰⁾ III, V. 359 ff.; Lactantius, de opif. Dei, c. 8.

¹⁴¹⁾ Nemesius, de nat. hom., c. 7.

Das Sehen ist nach der Ansicht der Neuplatoniker durch die Sympathie zu erklären, die zwischen der Seele und dem Objekte als Teilen derselben einheitlichen Welt und eines einzigen Organismus besteht.¹⁴²⁾ Die Seele sieht — wie dies noch bestimmter Porphyrius ausdrückt — nur sich selbst in den Gegenständen, die, wie die ganze materielle Welt in ihr, als ihre Emanation enthalten ist. Die Sinnesorgane sind die Behelfe, durch die die Seele zur Einheit mit den wahrnehmbaren Gegenständen fortschreitet. Die Annahme irgend einer Vermittlung zwischen beiden — durch Strahlen, Abbilder oder Vorgänge im Medium — wird auf das entschiedenste zurückgewiesen. Befindet sich ein Medium zwischen Auge und Gegenstand, so erfährt es nie dieselbe Affektion wie das Auge (wie dies Aristoteles annahm); es bleibt von dem Sehprozesse gänzlich unbeeinflusst. Es ist nur hinderlich, indem es die Sympathie zwischen Objekt und Subjekt beeinträchtigt. Auf eine Berührung — wie dies die anderen Theorien mit Ausnahme der aristotelischen lehrten — ist der Sehakt ebenfalls nicht zurückzuführen. Er kann nur erfolgen, wenn Sehendes und Gesehenes voneinander getrennt sind. Dies ist nach Plotins Ansicht auch der Grund, warum wir auf das Auge gelegte Gegenstände nicht sehen können.

Als Medium (im weiteren Sinne) kann höchstens das Licht gelten, das aber auch nicht nötig wäre, wenn Gegenstand und Seele durch nichts die Einwirkung Hinderndes getrennt wären. Beim Sehen in die Nähe reicht das eigene Licht des Auges aus, das, vom Geiste beseelt, diesen bis zu den Gegenständen trägt. Bei größerer Entfernung ist ein äußeres, von leuchtenden Gegenständen kommendes Licht erforderlich. Dieses ist keine Eigenschaft seines Trägers, sondern dessen Wirkung nach außen (*ἐνέργεια πρὸς τὸ ἔξω*), die sich an anderen Körpern als Überfärbung (*ἐπιχρώννυσις*) äußert.

Die scheinbare Verkleinerung entfernter Gegenstände erklärte Plotin¹⁴³⁾ dadurch, daß bei größerer Distanz die Farben undeut-

¹⁴²⁾ Plotin, 4. Enn., V.

¹⁴³⁾ 2. Enn., VIII.

lich werden, so daß wir gleichsam nur die Gestalt des Körpers, nicht aber seine Einzelheiten wahrnehmen. Dadurch erscheinen die Entfernungen quer zur Sehrichtung verkürzt und der Gegenstand selbst verkleinert.

Weniger bestimmt und ausführlich, aber in noch viel schärferer Form tritt uns die Annahme einer unvermittelten Fernwirkung und einer wesentlichen Tätigkeit der Seele bei der Gesichtsempfindung in den Schriften der Kirchenväter entgegen. Die Seele wird mit solchen Fähigkeiten ausgestattet, daß sie keiner äußeren Beihilfe zur Empfindung bedarf. Ihre Wahrnehmungen sind untrüglich, und die Ursache aller optischen Täuschungen ist nur in den Gegenständen der Außenwelt zu suchen.¹⁴⁴⁾ Von einer einheitlichen Theorie des Sehens kann in der frühen christlichen Philosophie nicht die Rede sein. Ein Teil der Kirchenväter verwarf alle andern Ansichten völlig und nahm eine gänzlich unvermittelte Fernwirkung an, wie Lactantius¹⁴⁵⁾ und Augustinus,¹⁴⁶⁾ die die Seele die Gegenstände der Außenwelt durch die Augen wie durch Fenster betrachten ließen; andere paßten ältere Theorien ihrer Vorstellung einer alleinigen Tätigkeit der Seele an, wie dies Tertullian mit der Annahme von Sehstrahlen und Gregorius von Nyssa mit der Lehre der Abbilder tat, und andere wiederum, wie Nemesius und Meletius, nahmen einen eklektischen Standpunkt ein, ohne sich bestimmt für eine der verschiedenen Theorien zu entscheiden.

¹⁴⁴⁾ Tertullian, *de anima*, c. 17; Johannes Chrysostomus in *Pauli ep. ad Cor.*, S. 61 (Migne).

¹⁴⁵⁾ *De opif. Dei*, c. 8.

¹⁴⁶⁾ Vol. IV, S. 468; vol. V, S. 699, 1134 (Migne).