Die Entfaltung der cartesischen „Mechanik des Sehens" und ihre Grenzen

Von Michael Hagner*

Ausführliche Skizzierungen seiner Sehtheorie hat Descartes in den Abhandlungen ‚Dioptrique' und ‚Traité de l'Homme' unternommen.[1] Beim Vergleich beider Schriften ist es aufschlußreich festzustellen, daß die Schwerpunkte etwas unterschiedlich gesetzt sind: Während Descartes in der ersteren Abhandlung immer wieder darauf hinwies und Beweise dafür suchte, daß die Seele das eigentliche Organ des Sehens sei und nicht das Auge oder ein bestimmter Teil im Gehirn, hat er dies in ‚L'Homme', das als eine ausschließlich mechanistische Physiologie konzipiert war, ohne die Seele zu berücksichtigen, nur beiläufig erwähnt. Die daraus resultierenden Differenzen führen jedoch nicht zu widersprüchlichen Erklärungsansätzen des Sehvorgangs. Vielmehr enthält die zeitlich früher entstandene ‚Dioptrique' den vollständigeren Entwurf zur Sehtheorie.[2] Die später in ‚L'Homme' aufgegriffenen physiologischen Theorien werden hier ebenso entwickelt wie die Gedanken zu einer psychophysischen Interaktion. Der Versuch einer Reduktion der cartesischen Sinneslehre auf eine rein mechanistische Physiologie – wie wirksam auch immer er in der Folgezeit geworden sein mag – muß demnach notwendigerweise zu kurz greifen.[3]

* Die Arbeit wurde zum Teil durch eine Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft an Prof. Dr. O.-J. Grüsser (Gr 161), sowie durch ein Post-Doktoranden-Stipendium der DFG (Ha 1499/1) unterstützt, währenddessen ich am Physiologischen Institut der Freien Universität Berlin arbeitete. Herrn Prof. Grüsser sowie Dr. Richard Kremer (Hanover/New Hampshire) danke ich für die kritischen Kommentierungen verschiedener Fassungen des Manuskripts.

[1] Ich zitiere nach der Ausgabe von *Charles Adam* und *Paul Tannery* (Oeuvres de Descartes, 12 Bde., Paris 1897–1910), abgekürzt als AT, gefolgt von Bandzahl und Seitenzahl. Die ‚Dioptrique', erstmals 1637 als eigenständiger Anhang zum ‚Discours de la méthode' veröffentlicht, befindet sich im 6. Band dieser Ausgabe (S. 79–228); der ‚Traité de l'Homme' [im folgenden abgekürzt als ‚L'Homme'] war als zweiter Teil zu dem unvollendet gebliebenen Werk Le Monde konzipiert. ‚L'Homme' wurde in der französischen Fassung 1664 aus dem Nachlaß Descartes' veröffentlicht und befindet sich im 11. Band von AT (S. 119–202). Beide Schriften sind ins Deutsche übersetzt worden: *Gertrud Leisegang*: Descartes' Dioptrik. Meisenheim am Glan 1954 (= Monographien zur Naturphilosophie, 2); *René Descartes*: Über den Menschen (1632) sowie Beschreibung des menschlichen Körpers (1648). Nach d. 1. frz. Ausg. v. 1664 übers. u. m. e. histor. Einl. u. Anm. vers. v. *Karl Eduard Rothschuh*, Heidelberg 1969. Bei den wörtlichen Zitaten bediene ich mich dieser beiden Übersetzungen. In den Anmerkungen gebe ich zuerst die Textstelle in AT und in Klammern dahinter die deutsche Übersetzung an.

[2] Das Problem einer vornehmlich an ‚L'Homme' ausgerichteten Interpretation der cartesischen Sehtheorie wird deutlich bei *Nicholas Pastore*: Selective History of Theories of Visual Perception: 1650–1950, New York 1971, S. 18–37, der die Sehtheorie auf den mechanistischen Aspekt reduziert und damit ihre weiterführenden Thesen und Implikationen nicht erfaßt.

[3] Im ‚Discours de la méthode' (AT VI, S. 59) weist Descartes darauf hin, daß er das entscheidende Problem der Wahrnehmung, nämlich die Verbindung und Vereinigung von Körper und Seele, in einem gesonderten Teil von ‚L'Homme' behandelt habe. Dieser Teil ist nicht erhalten (vgl. dazu *Rothschuh* 1969) [wie Anm. 1], S. 135). Daß Descartes sich sogar gegen eine mechanistische Interpretation der Wahrnehmung gewehrt hat, zeigt seine Antwort auf den Vorwurf des Löwener Philosophen Fromondus, der dahin ging, er (Descartes) habe behauptet, daß der Sehvorgang bei Mensch und Tier gleich ablaufe (Brief von Fromondus an Plempius vom 13. 9. 1637. AT I, S. 402–409, hier S. 403). In seiner Verteidigung räumt Descartes ein, daß die Menschen unter einer Bedingung – nämlich wenn der Geist abwesend sei – wie die Tiere sähen, und daß der Vorgang auf der Netzhaut und im Sehnerven bei beiden im Prinzip gleich sei, doch mit der Heiligen Schrift sei er der Überzeugung, daß die Seele der Tiere im Blut bzw. im Spiritus

© Franz Steiner Verlag Wiesbaden GmbH, Sitz Stuttgart

Doch sowohl Physiologie als auch ein psychophysisches Konzept sind für ein umfassendes Verständnis der Wahrnehmung nicht hinreichend. Im Kontext der erkenntnistheoretischen Überlegung, wonach die sinnliche Wahrnehmung keine gesicherte Grundlage der Erkenntnis biete,[4] stellt Descartes in den ‚Meditationes de prima philosophia' am Beispiel der Perzeption des Wachses fest: *„Atqui, quod notandum est, ejus perceptio non visio, non tactio, non imaginatio est, nec unquam fuit, quamvis prius ita videretur, sed solius mentis inspectio.* (Aber – wohlgemerkt – seine Erkenntnis (perceptio) ist nicht ein Sehen, ein Berühren, ein Einbilden und ist es auch nie gewesen, wenngleich es früher so schien, sondern sie ist eine Einsicht einzig und allein des Verstandes.)"[5] Worauf es hier ankommt, ist die Einsicht in das Wesen und die Bedeutung eines Gegenstandes, und dabei handelt es sich nach Descartes um eine Tätigkeit des Verstandes. Dieser Standpunkt wird in den Erwiderungen auf die sechsten Einwände präzisiert und verschärft. Dort wurde von verschiedenen Gelehrten die thomistische Position vertreten, wonach nichts im Verstand sein könne, was nicht vorher in den Sinnen gewesen sei. Als Beispiel wurde ein im Wasser scheinbar gebrochener Stab angeführt: *„Apparet baculus fractus in aquâ ob refractionem, qui tamen rectus sit: quis corriget illum errorem? An intellectus? Nusquam, sed tactus.* (Ein Stab erscheint im Wasser während der Refraktion gebrochen, während er in Wahrheit gerade ist: wer berichtigt diesen Irrtum? Etwa der Verstand? Keineswegs, sondern der Tastsinn.)"[6] Als Antwort auf diese Kritik entwickelt Descartes ein Drei-Stufen-Konzept der Sinneswahrnehmung.

Erstens handele es sich um einen rein physiologischen Prozeß, nämlich die Affektion des Sinnesorgans durch einen Gegenstand, was zu einer Bewegung (im Nerven) führe; zweitens resultiere nur aus der Vereinigung und Vermischung des Geistes mit dem Körper die Wahrnehmung; drittens komme es zur Einordnung und Beurteilung des wahrgenommenen Gegenstands. *„Nam, quòd ex isto coloris sensu, quo afficior, judicem baculum, extra me positum, esse coloratum, itemque quòd ex istius coloris extensione, terminatione, ac sitûs*

animalis liege und daraus eine erhebliche Differenz zwischen tierischer und menschlicher Seele resultiere (Brief an Plempius vom 3. 10. 1637. AT I, S. 412–431, hier S. 413f.).

[4] Bekanntlich ist die Skepsis gegenüber der Sinneswahrnehmung eins der zentralen Argumente für Descartes' These, daß eine gesicherte Erkenntnis nur der Seele zukomme. Diese Skepsis lenkte sein Interesse auf die Sinnestäuschungen (vgl. AT VI, S. 141–147; AT XI, S. 157–162). Vom Aspekt der Physiologie her bestand der entscheidende Punkt darin, daß die Seele getäuscht werde, wenn eine unnatürliche Positionsveränderung eines Sinnesorgans zu einem „fehlerhaften" mechanischen Zug an den Nerven führe und die Seele dadurch eine falsche Information erhalte. Die Möglichkeit zur „Korrektur" dieses Mißverständnisses komme der Seele zu. Anders ist der Argumentationsgang in den ‚Principia philosophiae' (AT VIII/1, S. 36), wo das Vertrauen auf die „Richtigkeit" der Wahrnehmung als Ursache der Täuschung angesehen wird: *„Et quia nec terram in gyrum verti, nec ejus superficiem in globum curvatam esse notabat, ideò proclivior erat ad putandum, & eam immobilem, & ejus superficiem planam esse.* (Und weil er nicht sah, daß die Erde sich im Kreis dreht, und daß ihre Oberfläche sich zu einer Kugel krümmt, so neigte er mehr dazu, sie für unbeweglich und ihre Oberfläche für eben zu halten.)" Zit. n. *René Descartes*: Die Prinzipien der Philosophie. Mit Anhang: Bemerkungen René Descartes' über ein gewisses in den Niederlanden gegen Ende 1647 gedrucktes Programm. Übers. u. erläut. v. Artur Buchenau, 6. Auflage. Unveränderter Nachdruck der 3. Auflage v. 1908. Hamburg 1961, (= Philosophische Bibliothek, 28) S. 27f. Zur metaphysischen Bedeutung der Sinneswahrnehmung in den ‚Meditations' vgl. *Gary C. Hatfield*: The Senses and the Fleshless Eye: The Meditations as Cognitive Exercises. In: Essays on Descartes' Meditations. Hrsg. v. Amelie Oksenberg Rorty, Berkeley 1986, (= Major Thinkers Series, 4) S. 45–79, vor allem S. 56–60.

[5] AT VII, S. 31.; (*René Descartes*: Meditationen über die Grundlagen der Philosophie mit den sämtlichen Einwänden und Erwiderungen. Übers. u. hrsg. v. *Artur Buchenau*, Neudruck der Gesamtausgabe v. 1915, Hamburg 1954 (= Philosophische Bibliothek, 27), S. 24).

[6] a.a.O., S. 418; (S. 362).

relatione ad partes cerebri, de ejusdem baculi magnitudine, figurâ & distantia ratiociner, etsi vulgo sensui tribuatur, ideoque hic ad tertium sentiendi gradum retulerim, manifestum tamen est a solo intellectu pendere. (Denn daß ich auf Grund dieser Wahrnehmung der Farbe, durch die ich affiziert werde, urteile, daß der außer mir befindliche Stab farbig sei, imgleichen daß ich auf Grund der Ausdehnung dieser Farbe, ihrer Begrenzung und Lagebeziehung zu den Teilen des Gehirns einen Schluß ziehe auf die Größe, Gestalt und Entfernung eben dieses Stabes, das hängt, wenngleich man es gemeinhin den Sinnen zuschreibt, und ich es deshalb hier auf diese dritte Stufe der Sinnesauffassung bezogen habe, doch offenbar allein vom Verstand ab.)"[7] Die Überlegenheit des Verstandes gegenüber den Sinnen liege darin, daß er einen Entwicklungsprozeß durchmache, was für die Sinne nicht gelte. Descartes greift das Beispiel des halb unter Wasser gehaltenen Stabs auf und argumentiert, daß der Tastsinn nicht ausreiche, um den Irrtum des Gesichtssinns zu berichtigen: *„[. . .] sed insuper operae est, ut aliquam rationem habeamus, quae nos doceat credendum esse hac de re judicio ex tactu, potius quàm judicio ex visu, elicito: quae ratio, cùm in nobis ab infantiâ non fuerit, non sensui, sed tantùm intellectui, est tribuenda.* ([. . .] sondern es ist außerdem erforderlich, daß wir einen Grund haben, der uns lehrt, daß wir in diesem Falle eher dem auf Grund des Tastsinns, als dem auf Grund des Gesichtssinns gefällten Urteil zu vertrauen haben. Da dieser Grund nun nicht seit unserer Kindheit in uns gewesen ist, so ist er nicht dem Sinn, sondern dem Verstande zuzuschreiben.)"[8] Die Behandlung der ersten beiden Punkte in Descartes' Oeuvre ist evident, wie aber verhält es sich mit dem dritten? Ernst Cassirer hat es als ein Ergebnis der philosophischen Analyse betrachtet, *„daß nämlich die Erkenntnis unseres Geistes ursprünglicher und gewisser, als jede andere ist, weil wir keinen Gegenstand begreifen können, ohne darin unser eigenes denkendes Wesen zu betätigen und mittelbar gewahr zu werden."*[9] Eine nähere Bestimmung und Erläuterung dieser Einsicht habe Descartes in der ‚Dioptrique' vorgenommen. Nach Cassirer führt der Weg von der Metaphysik hin zur Wissenschaft, die in diesem Falle nur das Beweismaterial zu liefern hat. Von einem anderen Blickwinkel aus kann man jedoch fragen, inwieweit die Möglichkeiten einer sinnesphysiologischen Analyse ausreichen, die Sinneswahrnehmung zu erklären. Wenn das mechanistische Konzept bereits bei der Annahme der psycho-physischen Interaktion an seine Grenzen stößt, so sind diese bei der Frage der Beurteilung und Einordnung eines gesehenen Gegenstands längst überschritten. Doch es fragt sich, wie diese Grenzen bestimmt werden. Meine These läuft darauf hinaus, daß sich die Limitierung der mechanistischen Physiologie aus dem physiologischen Kontext selbst ergibt, d. h. die Analyse verschiedener in diesem Kontext relevanter Phänomene und Vorgänge führt zu dieser Grenzziehung. Mit anderen Worten: Descartes' Thesen zur dritten Stufe der Wahrnehmung sind nicht nur in einem metaphysischen Zusammenhang, sondern auch als Ergebnis der Physiologie bzw. deren Limitierung aufzufassen. Ihre Plausibilität erhält diese These jedoch erst vor dem Hintergrund einer Einordnung der Sehtheorie in ihren historischen Zusammenhang und einem Ausblick auf die aus ihr resultierenden Konsequenzen.

Es ist selbstverständlich, daß jede Überlegung innerhalb der cartesischen „Mechanik des Sehens", die den Prozeß der Signalübertragung vom Auge zur Epiphyse untersucht, nicht zuletzt eine Antwort auf bestehende Annahmen darstellt, sie aufgreifend oder verwerfend. In

[7] a.a.O., S. 437f.; (S. 379).

[8] a.a.O., S. 439; (S. 380).

[9] *Ernst Cassirer*: Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit. Erster Band, 2. Auflage, Berlin 1911, S. 487.

diesem Zusammenhang ist vor allem darauf hingewiesen worden, daß der anti-aristotelische Ansatz das Hauptmotiv von Descartes' Sehtheorie ausgemacht habe und dadurch einige im 17. Jahrhundert fundamentale Probleme der Sehtheorie beseitigt werden konnten.[10] Hingegen ist bislang kaum beachtet worden, daß zu diesen Problemen auch eines der ältesten – wenn auch stets umstrittenen – Postulate in der Sehtheorie gehört, nämlich die Vorstellung eines im Auge entstehenden Lichtes. Es wird zu zeigen sein, daß Descartes' unmittelbare Antwort auf dieses Postulat aus seinem mechanistischen Ansatz heraus zu erklären ist, die notwendige Begleitung dazu jedoch im Konzept der Wahrnehmung als aktivem Prozeß begründet liegt.

Die zentrale These von A. C. Crombies Analyse der cartesischen Sehtheorie läuft darauf hinaus, daß erst die „mechanistische Hypothese", wie sie von Descartes am weitestgehenden vertreten worden sei, den Unterschied zwischen beantwortbaren und unbeantwortbaren Fragen der physischen, psychologischen und psychischen Vorgänge explizit gemacht habe. Erst dadurch seien die empiristisch-psychologischen Theorien der Wahrnehmung von Malebranche, Locke und Berkeley möglich geworden.[11] Diese These Crombies zu Grunde legend, möchte ich sie jedoch in der Hinsicht erweitern, daß einige jener Schlußfolgerungen bereits von Descartes selbst gezogen worden sind.

Als Kepler in seinem im Jahre 1604 veröffentlichten Buch ‚Ad Vitellonem paralipomena'[12] die Dioptrik des Auges entschlüsselte, indem er anhand der Konstruktion des Strahlengangs ein umgekehrtes, verkleinertes Abbild der Umwelt auf der Netzhaut postulierte, beruhten die Vorstellungen über den neurophysiologischen Teil des Sehens, also den Vorgang zwischen Netzhaut und Gehirn, mit geringfügigen Modifikationen auf Ideen, die bereits in der Antike formuliert worden waren.

[10] Das anti-aristotelische Element wird vor allem von Hatfield herausgestrichen: *„As Descartes puts it, the Aristotelian conceives experienced color as „resembling" color in objects [. . .]; color, like shape, is a „real property" of corporeal things. In contrast, Descartes developed a wholly mechanistic account of light and visual physiology."* (*Hatfield* (1986) [wie Anm. 4], S. 57f.). Diese Theorie eines repräsentativen Abbilds ist jedoch nicht nur von den Aristotelikern vertreten worden. Der entscheidende, für Descartes unannehmbare Aspekt der aristotelischen Theorie ist jedoch deren Postulat des Sehens als rein passiver Prozeß. Dieses Postulat wird auch von J. Hyman nicht weiter beachtet. Vgl. *John Hyman*: Die kartesische Theorie des Sehens. Ratio 28 (1986), 135–151. Er sieht das Hauptverdienst Descartes' in der mechanistischen Umdeutung von Keplers Theorie des inversen Netzhautbildes und begründet das damit, daß Kepler keine plausible Erklärung für das Aufrechtsehen gefunden hätte (ebd. S. 136, S. 140–146).

[11] *Alistair C. Crombie*: The Mechanistic hypothesis and the scientific study of vision: some optical ideas as a background to the invention of the microscope. In: Historical aspects of microscopy. Papers read at a one-day conference held by The Royal Microscopical Society at Oxford, 18 March, 1966. Hrsg. v. *Savile Bradbury* und *Gerard L'E. Turner*, Cambridge 1967, S. 3–112. Zu Descartes vgl. bes. S. 66–80, S. 84–86.

[12] *Johannes Kepler*: Ad Vitellonem paralipomena, quibus astronomici pars optica traditur. (Francofurti 1604). Ich zitiere nach der Übersetzung von *Ferdinand Plehn*: J. Keplers Behandlung des Sehens nach den Paralipomena vom Jahre 1604. Zeitschrift für ophthalmologische Optik 7 (1920), 154–57; 8 (1921), 13–26, 40–54, 73–87, 103–09, 143–152, 177–182. Zur Interpretation von Keplers Sehtheorie vgl. *Crombie* (1967) [wie Anm. 11], S. 52–60, der Keplers revolutionäre Bedeutung darin sieht, daß er als erster die „mechanistische Hypothese" vertrat, worunter zu verstehen ist, daß er das Auge als totes Auge, d.h. als optisches Instrument betrachtete. Vgl. dazu Hymans Kritik (*Hyman* (1986) [wie Anm. 10], S. 136), sowie *David C. Lindberg*: Theories of vision from Al-Kindi to Kepler, Chicago 1976, S. 185–208, wo der Versuch unternommen wird, Kepler in der mittelalterlichen Tradition der Perspektivisten zu interpretieren: *„That his theory of vision had revolutionary implications, which would be unfolded in the course of the seventeenth century, must not be allowed to obscure the fact that Kepler himself remained firmly within medieval framework"* (ebd. S. 207).

Das gemeinsame Element dieser Vorstellungen – und Kepler wie seine Zeitgenossen wichen nicht davon ab – bestand darin, daß ein in den Nerven fließender Spiritus animalis das auf die Netzhaut – in der prä-Keplerschen Theorie: auf die Kristallinse – fallende Bild aufnehme und es mittels einer nicht näher bestimmbaren Veränderung zum Gehirn transportiere, wo schließlich die eigentliche Wahrnehmung erfolge. Die notwendige Voraussetzung dafür war die Annahme eines efferenten Flusses des Spiritus animalis vom Gehirn zum Sinnesorgan. Die vollständigste Entwicklung dieser Theorie in der Antike findet sich bei Galen, wobei jedoch längst vorher die Pneuma-Theorie in der stoischen Tradition entwickelt wurde, und außerdem die alexandrinischen Ärzte Herophilos und Erasistratos postuliert hatten, daß der Sehnerv hohl sei und ein psychisches Pneuma (Spiritus animalis) enthalte.[13] Das Attribut „psychisch" wurde dabei nicht so verstanden, daß es einen Gegensatz zum „Materiellen" darstellte, sondern es wurde in der Regel für ein materielles Substrat gehalten, das man sich allerdings als zu fein dachte, um wahrgenommen werden zu können. Die für dieses Konzept notwendige Annahme von der hohlen Struktur des Sehnerven wurde auf die empirische Grundlage gestützt, daß die Arteria centralis retinae eine gewisse Strecke gemeinsam mit dem Sehnerven verläuft, was auch ohne Mikroskop zu erkennen ist und bereits von Galen beobachtet worden war. Mit dieser Umschreibung des Problems waren die Schwierigkeiten bei der Beantwortung der Frage, was mit dem Bild auf bzw. hinter dem sensitiven Organ geschehe, noch nicht gelöst.

Obwohl diese Fragestellung nicht eigentlich zu Keplers Problemfeld gehörte, verwarf er ihm aus der optischen Literatur bekannte Erklärungsversuche, soweit er sie auf Grund seiner eigenen Erkenntnisse argumentativ erreichen konnte. Vor allem der Annahme Witelos, wonach Lichtbilder durch den Sehnerven wandern,[14] begegnete er mit dem Einwand, daß die optischen Gesetze im Sehnerven keine Gültigkeit hätten, sondern nur in den durchsichtigen Medien, wie sie sich im Auge befänden. Anstelle dessen ging er davon aus, *„daß der geistige Stoff [Spiritus animalis] durch die Farben und Lichter eine Veränderung erleide, und daß diese Veränderung sozusagen eine Färbung und Beleuchtung"*[15] sei. Wie wenig sich Kepler in dieser Frage sicher war, ergibt sich aus seiner Anmerkung: *„Der Eindruck [der Abbilder in den Spiritus animalis] selbst ist aber kein optischer, sondern ein physiologischer und bewundernswerter Vorgang"*.[16] Die grundlegende Annahme dieses Konzeptes besteht darin, daß der Nerv selbst nur eine Art Hülse für den Spiritus animalis ist und mit der Transformation des Bildes sowie der Signalübertragung zum Gehirn nicht das geringste zu tun hat. Kepler beschloß seinen Ausflug in die Neurophysiologie des Sehens mit der Einschränkung, daß er sich auf diesem Gebiet für nicht zuständig halte, weil er zu wenig von der Anatomie verstehe, und er wolle die Entscheidung darüber den Physiologen überlassen. Keplers Problem waren der Strahlengang im Auge und die inverse Abbildung auf der Netzhaut, jedoch nicht die Transduktion des Netzhautbildes in einen physiologischen Prozeß. Wenn Hyman die

[13] Vgl. hierzu *Gérard Verbeke*: L'Évolution de la doctrine du pneuma du Stoicisme à S. Augustin. Louvain 1945, S. 177–191; *Friedrich Solmsen*: Greek philosophy and the discovery of the nerves. Museum Helveticum 18 (1961), 150–167, 169–197; *Fridolf Kudlien*: Die Pneuma-Bewegung. Ein Beitrag zum Thema ‚Medizin und Stoa'. Gesnerus 31 (1974), 86–98; *Lindberg* (1976) [wie Anm. 12], S. 9–11.

[14] *Witelo*: Perspectiva. In: Opticae Thesaurus: Alhazeni Arabis Libri septem, nunc primum editi. Ejusdem Liber de crepusculis et nubium ascensionibus. Item Vitellonis Thuringopoloni Libri X. Nachdruck d. v. Friedrich Risner hrsg. Ausg. Basel 1572, Einf. z. Faks. v. David C. Lindberg, New York 1972, (= The Sources of Science, 94), S. 94–96.

[15] *Plehn* (1921) [wie Anm. 12], S. 21.

[16] a.a.O.

Ausführungen Keplers zum neuralen Vorgang so versteht, daß er eine Metapher – die Übertragung des Abbilds auf den Spiritus animalis – als ein wissenschaftliches Problem gedeutet habe und damit *„die Theorie des Sehens trotz seiner erstaunlichen Leistung in einem Zustand der Verwirrung zurückläßt"*,[17] so ist dem entgegenzuhalten, daß der Spiritus animalis im damaligen Diskurs keineswegs als Metapher verstanden wurde, sondern – in der gültigen galenischen Tradition – als sehr feine, gasförmige Substanz hinreichend beglaubigt war und damit gar kein Anlaß zur „Verwirrung" bestand. Außerdem unterschlägt eine solche Lesart, daß Kepler durchaus konzedierte, keine plausible Theorie anbieten zu können, wenn er den Spiritus animalis und dessen Funktion als „geheimnisvoll", „bewunderungswürdig" und „göttlich" bezeichnete.[18] Das gemeinsame Element der Sehtheorien von Aristoteles bis Kepler besteht jedoch darin, daß der afferente Informationsfluß im Sehnerven ein repräsentatives Abbild des äußeren Gegenstands darstelle und auch so von der Seele aufgenommen werde.

Ein anderes, seit den Anfängen der griechischen Sehtheorien diskutiertes Problem wurde durch Keplers Überlegungen bedeutungslos. Die Frage, ob das Sehen ein aktiver oder ein passiver Prozeß sei, wurde in der Antike anhand der Frage erörtert, ob ein im Auge entstehendes Licht der Ausgangspunkt für einen Sehstrahl sei, der das Auge verläßt und die Gegenstände abtastet. Empirische Grundlage hierfür waren die leuchtenden Augen mancher Nachttiere sowie die Beobachtung, daß man eine Lichterscheinung sieht, wenn man sich in der Dunkelheit auf das Auge drückt (Phosphen). Ihre volle Entfaltung fand die Theorie des efferenten Sehstrahls bei Empedokles und Platon, und sie wurde trotz mancher Modifikationen im Prinzip bis ins 16. Jahrhundert hinein vertreten, stets im Widerspruch zur aristotelischen Theorie, wonach das Sehen ein passiver Prozeß sei und auch kein Licht im Auge existiere. Entscheidbar war diese Auseinandersetzung nur durch eine optische Theorie, wie sie Kepler lieferte.[19] Seine Argumentation lief darauf hinaus, daß ein Licht, das seinen Sitz in den optischen Medien des Auges habe, den Sehvorgang stören würde. Die Ausgangsfrage, ob das Sehen ein aktiver oder passiver Prozeß sei, wurde von Kepler ausgeklammert und tauchte erst bei Descartes unter ganz anderen Prämissen wieder auf. Wie hartnäckig sich jedoch die Theorie vom Licht im Auge am Leben hielt, nachdem sie ihre Bedeutung für die Sehtheorie verloren hatte, zeigt sich ausgerechnet bei Kepler selbst: Er nahm an, daß die Iris aufgrund ihrer anatomischen Struktur Funken sprühe, und dies sei die Ursache für das Phosphen. Das Problem liegt darin, daß Kepler die Erklärung zur Entstehung des Phosphens losgelöst von seiner eigenen Theorie des Netzhautbildes suchte, was zur Folge hatte, daß sich ihm gar keine Alternative zum Licht im Auge anbot. Damit ergab sich die paradoxe Situation, daß die Annahme vom inneren Licht noch Geltung hatte, ohne etwas zu bedeuten, die Frage ihres ursprünglichen Zwecks als aktiver Bestandteil des Sehvorgangs jedoch ohne plausible Vorschläge ausgeklammert war.

Es gehört zu den bemerkenswerten Umständen der cartesischen Sehtheorie, daß sie die eben

[17] *Hyman* (1986) [wie Anm. 10], S. 135.

[18] *Plehn* (1921) [wie Anm. 12], S. 107.

[19] Man kann sich die Frage stellen, warum die Theorie der Sehstrahlen nicht schon mit dem Araber Ibn al-Haitam obsolet wurde, der argumentiert hatte, daß die das Auge verlassenden materiellen Strahlen die ins Auge einfallenden Bilder und damit den Sehvorgang behindern müßten. Der Hauptgrund wird darin gesehen, daß das Licht in der neoplatonisch-christlichen Tradition des Mittelalters eine besondere Bedeutung hatte, die darauf hinauslief, daß zwischen göttlichem Licht und physikalischem Licht nicht unterschieden wurde. Vgl. u. a. *Otto von Simson*: Die gothische Kathedrale. Beiträge zu ihrer Entstehung und Bedeutung [Übers. d. 2., verb. engl. Ausg. New York 1962, v. Elfriede R. Knauer], Darmstadt 1968, S. 77–85 und *Lindberg* (1976) [wie Anm. 12], S. 94–99.

skizzierten Probleme mit verhältnismäßig wenigen Schwierigkeiten auflösen konnte. Das Prinzip der Übertragung der mechanischen Gesetze, wie sie in der anorganischen Natur gelten, auf die körperlichen Funktionen versetzte Descartes in die Lage, ein umfassendes Modell zu entwerfen, aus dem ein Verständnis der spezifischen Prozesse im Körper resultiert.[20] Zwar hat sich eine solche Theorie des Körpers nach Möglichkeit am Experiment und an der Beobachtung zu bewähren, doch zielt ihre Intention darüber hinaus, denn auch die der Beobachtung nicht zugänglichen Prozesse und Entitäten werden innerhalb dieser umfassenden Theorie zu erklären versucht.[21] Für die Sehtheorie folgt daraus zunächst, daß kein einziges ihrer Elemente marginal ist und daß sämtliche (optischen) Phänomene in einen mechanistischen Erklärungszusammenhang eingebettet sind – um schließlich darüber hinaus zu weisen.

Den Bau des Auges kannte Descartes entsprechend dem anatomischen Wissen der Zeit, das bereits recht vollständig war, wenn man nur die makroskopisch sichtbaren Strukturen berücksichtigt (vgl. Abb. 1).[22] Er folgte Kepler in der Erkenntnis einer dreifachen Brechung der Lichtstrahlen an Cornea, Kristallinse und Glaskörper, und nahm an, daß die Brechkraft der Kristallinse größer sei als diejenige der Strukturen davor und dahinter. Bemerkenswert ist sein Hinweis darauf, daß die Form der mit den Ziliarfasern verbundenen Linse verändert werde und zur Nah- bzw. Fern-Akkomodation gewölbter oder flacher sei. Zum Beweis führte er folgende Beobachtung an: *„car si, lors que vous regardés fixement vne tour ou vne montaigne vn peu esloignée, on presente vn liure deuant vos yeux, vous n'y pourrés voir distinctement aucune lettre, iusques a ce que leur figure soit vn peu changée.* (Wenn Sie einen entfernten Turm oder Berge starr betrachten und man bringt Ihnen plötzlich ein Buch direkt vor die Augen, so können Sie keinen einzigen Buchstaben lesen, bevor das Auge sich nicht verändert hat.)"[23] Auch wenn mehrfach darauf hingewiesen worden ist, daß Descartes einer

[20] Die Physiologie von Descartes ist inzwischen vielfach analysiert worden, wobei aus älterer Zeit nach wie vor unentbehrlich ist: *Aug. Georges-Berthier*: Le mécanisme Cartésien et la physiologie au XVIIe siècle. Isis 2 (1914), 37–89 und 3 (1920–21), 21–58. (Zum Namen dieses Descartes-Interpreten sei folgendes angemerkt: Beide Teile der Arbeit sind in Isis (ebd. 1914, S. 89; 1920–21, S. 58) mit „Aug. Georges-Berthier" unterzeichnet. Im Nekrolog auf den Autor hingegen schreibt Edmond Goblot (ebd. 1920–21, S. 21) „Auguste-Georges Berthier". In der späteren Sekundärliteratur finden sich beide Varianten des Namens, ohne daß irgendjemand eine Auskunft darüber gibt, welches nun der richtige Name sei. Ich halte mich an die erstere Variante, also „Georges-Berthier"). Aus neuerer Zeit wäre u.a. zu nennen: *Karl Eduard Rothschuh*: René Descartes und die Theorie der Lebenserscheinungen. Sudh. Arch. 50 (1966), 25–42; *Thomas S. Hall*: Descartes' Physiological Method: Position Principles, Examples. Journ. Hist. Biol. 3 (1970), 53–79 sowie *Richard B. Carter*: Descartes' Bio-Physics. Phil. Nat. 22 (1985), 223–250.

[21] P. Galison hat gezeigt, daß Descartes in seinen naturphilosophischen Schriften die Differenz zwischen Beobachtbarem und Unbeobachtbarem durch die Einführung der Vergleiche (comparaisons) überbrückt habe und weist dies vor allem an den verschiedenen scheinbar widersprüchlichen Vergleichen zur Erklärung der Natur des Lichtes nach; vgl. *Peter Galison*: Descartes' Comparisons: From the invisible to the visible. Isis 75 (1984), 311–326.

[22] Hier stellt sich die Frage nach Descartes' anatomischen Quellen. Laut *Georges-Berthier* (1914) [wie Anm. 20], S. 43f. kommen hierfür neben Galen und Vesal u. a. folgende Autoren in Frage: Jean Riolan, Caspar Bauhin, Fabricius ab Aquapendente und Caspar Bartholin. Descartes' Geringschätzung der Anatomen geht aus einem Brief an Mersenne vom 20. 2. 1639 (AT II, S. 525) hervor, in dem er bemerkt, daß er in den vergangenen Jahren bei seinen Sektionen so genau beobachtet habe, daß ihm kein Arzt überlegen sei.

[23] AT VI, S. 108; (*Leisegang* (1954) [wie Anm. 1], S. 86). Eine gewisse Inkonsequenz besteht darin, daß Descartes im vorausgehenden Satz von einer veränderten Wölbung der Kristallinse spricht, die für die

der ersten gewesen sei, der die Änderung der Linsenwölbung postuliert habe,[24] so scheint er sich über die funktionelle Ursache der Änderung der Linsenwölbung nicht ganz im klaren gewesen zu sein, denn an einer Stelle der ‚Dioptrique' beschreibt er kleine schwarze Fädchen – die Ziliarfasern –, die von der Uvea ausgehen und die Kristallinse nicht nur als eine Art Aufhänger im Auge befestigen, sondern als Sehnen auch für deren Beweglichkeit verantwortlich sind. Descartes schreibt nicht ausdrücklich, daß er die Sehnen als Fortsätze der Ziliarmuskeln ansieht, doch meint er dies wohl, wenn er annimmt, daß sie einen Zug auf die Linse ausüben.[25] An einer anderen Stelle betrachtet er die Linse selbst als Muskel und weist darauf hin, daß sich ihre Funktionstüchtigkeit durch Übung erhöhe oder vermindere, wie es auch bei allen anderen Muskeln des Körpers der Fall sei.[26] Bemerkenswert an dieser Differenz ist der Umstand, daß Descartes das optische Problem gelöst hat: Ein scharfes Bild der Gegenstände in Abhängigkeit von ihrer jeweils unterschiedlichen Distanz vom Auge sieht man nur dann, wenn die Strahlen exakt auf die Netzhaut auftreffen. Das ist nur bei jeweils unterschiedlicher Brechkraft der Linse möglich, die durch ihre akkomodative Formveränderung zustande kommt.[27] Descartes hat jedoch seine Annahme nicht mit der Anatomie abgestimmt, und so ließ er die Frage unbeantwortet, wie die Kristallinse als Muskel aufzufassen wäre, da sie sich doch augenscheinlich von einem Muskel erheblich unterscheidet. Die voneinander abweichenden Erklärungen lassen das Konzept der Änderung der Linsenkrümmung also nicht als einen Zufallstreffer erscheinen, doch verdeutlichen sie, daß Descartes einen Körperteil nicht nach der Morphologie klassifizierte, sondern nach der Funktion.[28]

Descartes bestätigte das Keplersche Postulat des umgekehrten Netzhautbildes auf experimentellem Wege. Auch wenn der Jesuit Christoph Scheiner das mehr als zehn Jahre vorher bereits unternommen hatte,[29] so kommt dem dennoch eine gewisse Bedeutung zu, weil besonders in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts die Retina als rezeptives Organ im allgemeinen noch nicht akzeptiert war.[30] Mit dieser experimentellen Überprüfung jedoch

Nah- bzw. Fern-Akkomodation notwendig sei, dann jedoch hinzufügt, daß sich durch die Gestaltveränderung der Linse auch die Form des gesamten Augapfels verändere.

[24] *Karl Eduard Rothschuh*: Entwicklungsstufen der physiologischen Denkweise. Ciba-Zeitschrift 6 (1953), 2217–2245, (= H. 67), auf S. 2230 nimmt an, daß er der erste gewesen sei. Crombie (1967) [wie Anm. 11], S. 63, weist darauf hin, daß Christoph Scheiner bereits eine Gestaltveränderung der Linse vermutet habe.

[25] AT VI, S. 108.

[26] a.a.O., S. 164.

[27] Kepler hat dieses Problem ebenfalls erkannt, jedoch eher vage angenommen, daß sich die Dichte der Feuchtigkeit in der Kristallinse ändere. Er gibt jedoch keinen Hinweis darauf, wie das vonstatten gehen könnte (vgl. *Plehn* (1921) [wie Anm. 12], S. 87).

[28] In ‚L'Homme' (AT XI, S. 153) erklärt Descartes die Gestaltveränderung der Linse anhand des Zugs der Ziliarfasern.

[29] *Christoph Scheiner*: Oculus: hoc est fundamentum opticum. Innsbruck 1619. Schon Kepler hatte in den ‚Paralipomena ad Vitellonem' geschrieben: „*Es ist theoretisch und durch ganz sichere Versuche bewiesen worden, daß das Gemälde des Gegenstandes oder des Gesichtsfeldes auf der hohlen Wand entworfen wird*" (*Plehn* (1921) [wie Anm. 12], S. 107). Man fragt sich, was das für „sichere Versuche" gewesen sein mögen, doch es findet sich leider kein weiterer Hinweis darauf.

[30] In diesem Sinne ist Descartes' Aufforderung an den Leser zu verstehen, das Experiment auf folgende Weise zu wiederholen: „*Mais vous en pourrés estre encores plus certain, si, prenant l'oeil d'vn homme fraischement mort, ou, au default, celuy d'vn boeuf ou de quelqu'autre gros animal.* (Sie können hierüber noch bessere Gewißheit erlangen, wenn Sie sich das Auge eines eben verstorbenen Menschen oder statt dessen eines Ochsen oder eines anderen großen Tieres verschaffen)" (AT VI, S. 115; *Leisegang* (1954) [wie Anm. 1], S. 90). Über die nur zögerliche Akzeptanz von Keplers Theorie vgl. *Huldrych M. Koelbing*: Ocular Physiology in the Seventeenth Century and Its Acceptance by the Medical Profession. In: Steno

beginnt Descartes seine eigenständige Neurophysiologie des Sehens zu entwickeln, indem er Keplers Theorie mechanistisch umdeutet.

Nach Descartes' Vorstellung wird das Abbild eines Gegenstandes durch die Bewegung der Lichtstrahlen auf die Netzhaut projiziert. Der entscheidende Aspekt an diesem Vorgang ist die Bewegung im extrapersonalen Raum und deren Weiterleitung im Auge bis zu den Nervenfasern der Netzhaut, die dadurch einen Impuls erhalten und selbst zu einer Bewegung angeregt werden, die sich im Sehnerven fortsetzt. Descartes beschreibt diesen Prozeß mit Hilfe einer Analogie: *„ie desire que vous pensiés que la lumiere n'est autre chóse, dans les corps qu'on nomme lumineux, qu'vn certain mouuement, ou vne action fort promte & fort viue, qui passe vers nos yeux, par l'entremise de l'air & des autres corps transparens, en mesme façon que le mouuement ou la resistence des corps, que rencontre cet aueugle, passe vers sa main, par l'entremise de son baston.* (Denken Sie sich, das Licht eines leuchtenden Körpers sei nichts als eine sehr schnelle und lebhafte Regung, die unser Auge durch die Vermittlung der Luft und anderer durchsichtiger Körper ebenso erreicht, wie Bewegung oder Verharren der Körper dem Blinden durch die Vermittlung des Stockes bekannt werden.)"[31] Hyman versucht Descartes' Sehtheorie von dieser Spazierstock-Analogie her aufzuschlüsseln, indem er sie der älteren Theorie eines repräsentativen Bildes (in Abgrenzung von Witelos „Abbild-Theorie"), wie sie noch Kepler vertreten habe, gegenüberstellt.[32] Das beruht auf einem Mißverständnis, denn mit der Spazierstock-Analogie will Descartes nichts anderes als die Instantanität der Licht-Übertragung verdeutlichen: Wenn die Spitze des Stockes beispielsweise einen Stein berühre, so vollziehe sich die Wahrnehmung des Steins im selben Moment; analog dazu werde das vom Gegenstand ausgehende Licht im selben Moment eine Affektion der Netzhaut hervorrufen.[33] Eine weitere Analogie findet Descartes für den instantanen Vorgang, der sich bei der Bewegung im Nerven abspielt, indem er das Beispiel einer ausgespannten Schnur gibt: Wenn man an einem Ende ziehe, so bewege sich das andere Ende im selben Moment.[34] Zufällig gewählt ist dieser Vergleich keineswegs, denn es kam Descartes darauf an, diesen Vorgang mechanisch zu verstehen. Dennoch würde ein wörtliches Verständnis beider

and Brain Research in the Seventeenth Century. Proceedings of the International Symposium [. . .] in Copenhagen 18–20 August 1965. Hrsg. v. Gustav Scherz, Oxford u. a. 1968, (= Analecta Medico-Historica, 3), S. 219–224.

[31] AT VI, S. 84; (*Leisegang* (1954) [wie Anm. 1], S. 71).

[32] *Hyman* (1986) [wie Anm. 10], S. 135. Die Spazierstock-Analogie taucht bereits in der Alten Stoa bei Chrysippos auf. Dazu heißt es bei *Diogenes Laertius*: Leben und Meinungen berühmter Philosophen. Buch 1–10. A. d. Griech. übers. v. Otto Apelt. Unter Mitarbeit von Hans Günter Zekl neu hrsg. sowie mit Vorwort, Einleitung u. neuen Anm. zu Text u. Übers. versehen v. Klaus Reich, 2. Aufl., Hamburg 1967, (= Philosophische Bibliothek, 53–54), Bd. 2, S. 80 (VII, 157): *„Sie [die Seele] sehe, wenn das zwischen dem Gesicht und dem betreffenden Gegenstand befindliche Licht sich kegelförmig dehne [. . .] Die Spitze des Luftkegels befinde sich unmittelbar am Auge, die Grundfläche dagegen am gesehenen Gegenstand; wie durch einen Meldestab nun würde durch die ausgestreckte Luft das Geschaute zur Anzeige gebracht."* Demnach wird sowohl bei Chrysippos wie bei Descartes die Spazierstock-Analogie benutzt, um den Vorgang zwischen Objekt und Auge zu erklären. Vgl. auch *Crombie* (1967) [wie Anm. 11], S. 8.

[33] In einem Brief an Regnier für Pollot vom April oder Mai 1638 fügt Descartes erläuternd hinzu, daß sich die Bewegung zwar nicht in ein und demselben Augenblick vollziehe, daß man sie jedoch am einen Ende des Stocks genau zu dem Zeitpunkt spüre, wenn sie am anderen Ende ausgelöst werde. Laut AT II, S. 34 datiert der Brief vom März 1638 und ist an einen unbekannten Empfänger gerichtet. In einer neueren Edition der Werke von Descartes: Oeuvres Philosophiques, 3 Bde. Hrsg. v. *Ferdinand Alquié*, Paris 1963–1973, (= Collections classiques Garnier) wird dieser Irrtum korrigiert. Vgl. dort Bd. 2, S. 57.

[34] AT VI, S. 111; (*Leisegang* (1954) [wie Anm. 1], S. 88).

Analogien in eine falsche Richtung führen.[35] Dafür spricht die Tatsache, daß Descartes nicht eine Bewegung des ganzen Nerven annahm, sondern nur kleinerer Strukturen – der Markfäden –, die sich neben dem Spiritus animalis in feinen Röhrchen befänden, deren bündelweise Anordnung den Nerven ausmachte. Die Fädchen seien für den afferenten Signalfluß zuständig, also für die der Wahrnehmung zu Grunde liegenden Prozesse. Werde die Haut durch Berührung oder die Netzhaut durch Lichtstrahlen gereizt, so würden die Fädchen automatisch bewegt und dadurch die Information zum Gehirn geleitet. Die Funktion des Spiritus animalis bei diesem afferenten Weg bestehe darin, die Nervenröhrchen aufzublähen und offenzuhalten, damit die Markfäden sich bei ihren Bewegungen nicht gegenseitig blockierten und dadurch die Weiterleitung der Information unterbunden würde. Mit der Bewegung selbst habe er nichts zu tun, sei demnach nicht der Träger der afferenten Information und erleide auch keinerlei Veränderung. Ausdrücklich weist Descartes darauf hin, *„que ce sont les petits filets, dont la substance interieure de ces Nerfs est composée, qui seruent aus sens.* (Die kleinen Fädchen, aus denen die Substanz im Innern des Nervs besteht, dienen den Empfindungen.)"[36] Damit war der erste Schritt zu einer post-galenischen Neurophysiologie getan, denn der efferente Spiritus-Fluß zur Netzhaut oder zur Kristallinse war in diesem Modell nicht mehr notwendig. Die weiteren Schritte sind daraus im Prinzip ableitbar.

Den efferenten Anteil des Nervenflusses ordnete Descartes ausschließlich der Motorik zu; das Substrat hierfür ist der Spiritus animalis, der zum Teil in der Epiphyse gespeichert werde, aber auch überall in den Ventrikeln des Gehirns verteilt sei und über die Nerven in die Peripherie des Körpers zu den Muskeln fließe.[37] Dafür setzte er bestimmte von der Epiphyse kontrollierte Steuerungsprinzipien voraus, die darin bestehen, daß diese sich zu einer intendierten Bewegung des rechten Arms beispielsweise ein wenig nach rechts neige, um den Fluß des Spiritus animalis zu den Muskeln des entsprechenden Arms zu ermöglichen. Dieser Vorgang werde entweder durch afferente Signale oder auf Weisung der Seele ausgelöst. Dadurch würden bestimmte Klappen in den Nervenröhrchen geöffnet, die den Fluß in Gang setzten. Mit der Annahme der Epiphyse als hauptsächlichem Sitz der Seele sowie als steuernde Schaltstelle zwischen Wahrnehmung und Bewegung konnte Descartes einen vollständigen Regelkreislauf von Afferenz und Efferenz entwerfen, wobei er jedoch die damals geläufige Unterscheidung von motorischen und sensiblen Nerven zurückwies und auf der ausschließlich gemischten Funktion beharrte. Keineswegs sollte man diese Annahme als einen Irrtum auffassen, der aus einem mangelnden Verständnis resultiert. Ihre Notwendigkeit ergibt sich aus der Überlegung, daß Descartes ansonsten vor dem Dilemma gestanden hätte zu erklären,

[35] Vgl. dazu *Bruce Stansfield Eastwood*: Descartes on Refraction. Scientific versus Rhetorical Method. Isis 75 (1984), 481–502, wo es heißt: „Descartes's Dioptrics make much more sense when seen as an essay in the rhetoric of persuasive reason rather than an attempt at demonstration" (ebd., S. 501). Eastwood bezieht sich dabei vor allem auf die beiden ersten Kapitel über die Transmission des Lichts und die Refraktion. Plausibel wird diese These, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die ‚Dioptrique' nicht zuletzt als ein Lehrbuch für Linsenschleifer konzipiert war.

[36] AT VI, S. 111; (Leisegang (1954) [wie Anm. 1], S. 88).

[37] Descartes hat bekanntlich Sektionen an Tieren vorgenommen, wie auch gelegentlich bei Sektionen am Menschen im Anatomischen Theater in Leiden zugeschaut. Bei einer Gelegenheit war er enttäuscht, daß der Anatom Adriaan van Valcher ihm keine Epiphyse bei einer menschlichen Leiche präsentieren konnte und darüber hinaus eingestand, noch nie bei einer Sektion die Epiphyse gefunden zu haben. In einem Brief an Mersenne vom 1. 4. 1640 begründet er das damit, daß nach Eintreten des Todes zu lange gewartet werde, bis die Anatomen den Schädel eröffnen (AT III, S. 49).

auf welche Weise die im Prinzip identisch aussehenden Nerven – nach seiner eigenen Annahme handelt es sich ja um Röhrchen, die Markfasern und Spiritus animalis enthalten – zwei Gruppen mit gänzlich unterschiedlichen Funktionen bilden könnten.[38]

Auf Grund der Funktionsbestimmung der Epiphyse stellt sich die Frage, wie das Abbild eines Gegenstandes, repräsentiert durch einen mechanischen Zug im Sehnerven, zur Epiphyse gelangen soll. Hatte Descartes aus seinen anatomischen Beobachtungen gefolgert, daß sie als einzig unpaarig angelegter Teil des Gehirns der Hauptsitz der Seele und der Ort der funktionellen Einheit von Körper und Seele sein müsse, so wußte er ebensowohl, daß die Sehnerven nicht direkt zur Epiphyse hinziehen. Betrachtet man die Abbildung, die der ‚Dioptrique' nach Entwürfen Descartes' beigegeben wurden, so erkennt man, daß die Optikus-Bahnen im Chiasma opticum ohne Kreuzung verlaufen und als Tractus optici dann an den Seitenventrikeln enden (vgl. Abb. 2). Im Kommentar zu dieser Abbildung wird die Erörterung an der entscheidenden Stelle abgebrochen. Zwar heißt es zunächst, daß die äußeren Punkte X, Y, V ein entsprechend umgekehrtes Bild R, S, T auf der Netzhaut hervorriefen und die Weiterleitung mittels mechanischen Zugs erfolge: „*D'où il est manifeste qu'il se forme derechef vne peinture 789, assés semblable aux obiets V, X, Y, en la superficie interieure du cerueau qui regarde ses concauités. Et de là ie pourois encores la transporter iusques a vne certaine petite glande, qui se trouue enuiron le milieu de ces concauités, & est proprement le siege du sens commun.* (Daraus folgt, daß sich in der inneren Fläche des Gehirns, die seinen Höhlungen zugekehrt ist, von neuem ein Bild 789 formt, das den Gegenständen V, X, Y ähnlich ist. Von hier könnte ich das Bild noch bis zu einer bestimmten kleinen Drüse geleiten, die sich ungefähr in der Mitte der Höhlungen des Gehirns befindet und die der Sitz des allgemeinen Empfindungsvermögens ist.)"[39] Doch eben das hat Descartes an dieser Stelle nicht getan, womöglich aus gutem Grund, denn es war seinerzeit durchaus bekannt, daß die Seitenventrikel mit der Epiphyse, die zwischen dem vorderen und hinteren Ventrikel gelegen ist, in keiner direkten Verbindung stehen. In ‚L'Homme' greift Descartes die Frage nach der Vermittlung des letzten Wegstücks auf und modifiziert nun sein Modell des afferenten Nervenzugs, indem er auf den Spiritus animalis zurückgreift. „*Et que, comme les diuerses façons dont les tuyaux 2, 4, 6, sont ouuerts, tracent vne figure qui se rapporte à celle de l'objet A B C, sur la superficie interieure de cerueau: ainsi celle dont les esprits sortent des points a, b, c, la tracent sur la superficie de cette glande.* (Und genauso, wie die verschiedenen Arten, auf die die Röhren 2, 4, 6 (am inneren Ende des Sehnerven) geöffnet sind, auf der inneren Oberfläche des Gehirns eine Figur zeichnen, die sich auf diejenige des Objektes A B C bezieht, genauso zeichnet die Art, auf die die Spiritus von den Punkten a, b, c ausgehen, sie (die Figur) auf der Oberfläche dieser Drüse ab.)"[40] Aus der Abbildung zu dieser Passage geht

[38] Analog hierzu verhält es sich mit Descartes' Zurückweisung der Harveyschen Theorie der Herzbewegung. E. Mendelsohn weist darauf hin, daß diese Zurückweisung keineswegs auf einem Mißverständnis beruhe: „*Descartes fully understood Harvey's concept and rejected it because it ran counter to the metaphysical position that he had adopted and the interest he had in using the Harveian concept of circulation to support the mechanical world view for which he was battling*"; vgl. *Everett Mendelsohn*: The political anatomy of controversy in the sciences. in: Scientific controversies: case studies in the resolution and closure of disputes in science and technology. Hrsg. v. *H. Tristram Engelhardt Jr.* und *Arthur L. Caplan*, Cambridge MA 1987, S. 93–124, hier S. 103.

[39] AT VI, S. 129; (*Leisegang* (1954) [wie Anm. 1], S. 97f.).

[40] AT XI, S. 176. (*Rothschuh* (1969) [wie Anm. 1], S. 108). Es ist erwähnenswert, daß Descartes in ‚L'Homme' das im Nerven transformierte Bild als ‚figure' bezeichnete, während er es in der ‚Dioptrique' noch „peinture" nannte. In ‚Les passions de l'âme' benutzte er das Wort „image".

hervor (vgl. Abb. 3),[41] daß eine Verbindung zwischen den inneren Enden der Tractus optici an den Seitenventrikeln und der Epiphyse besteht. Die Frage ist nun, wie man sich den efferenten Fluß des Spiritus animalis vorzustellen hat. Ohne daß diese Stelle eindeutig zu interpretieren ist, kann dieser efferente Vorgang durchaus plausibel erklärt werden: Durch den mechanischen Zug in den Nerven öffnen sich die Klappen der Verbindungsröhrchen von der Epiphyse zu den Nerven, so daß der Spiritus animalis in Richtung Peripherie abfließen kann. Dadurch kommt es in der Epiphyse zu einer Drucksenkung und gleichsam einer Zustandsänderung, die mit dem Abbild korreliert, was die Seele sozusagen bemerkt und damit der Wahrnehmungsvorgang ausgelöst wird. In ‚Les passions de l'âme' kommt Descartes noch einmal auf die Vorgänge in den Hirnventrikeln zurück: *„Ainsi, par exemple, si nous voyons quelque animal venir vers nous, la lumiere refleschie de son corps en peint deux images, une en chacun de nos yeux; & ces deux images en forment deux autres, par l'entremise des nerfs optiques, dans la superficie interieure du cerveau, qui regarde ses concavitez; puis de là, par l'entremise des esprits dont ces cavitez sont remplies, ces images rayonnent en telle forte vers la petite glande que ces esprits environnent, que le mouvement qui compose chaque point de l'une des images, tend vers le mesme point de la glande, vers lequel tend le mouvement qui forme le point de l'autre image, lequel represente la mesme partie de cet animal.* (Wenn wir zum Beispiel ein Tier auf uns zukommen sehen, malt das Licht, das von seinem Körper reflektiert wird, zwei Bilder von ihm, eines in jedem unserer Augen. Diese beiden Bilder bilden davon zwei weitere mittels der optischen Nerven auf der Innenwand unseres Gehirns ab. Von da aus strahlen diese Bilder durch Vermittlung der Lebensgeister, von denen diese Kammern erfüllt sind, derart gegen die kleine Drüse, welche von Lebensgeistern umgeben ist, daß die Bewegung, die jeden Punkt von einem jeden dieser Bilder darstellt, auf denselben Punkt dieser Drüse zielt, den die Bewegung, die den Punkt des anderen Bildes wiedergibt, anzielt, und so denselben Teil des Tieres darstellt.)"[42] Zwar ist dieser Stelle eindeutig zu entnehmen, daß der Spiritus animalis an der Vermittlung des letzten Wegstücks beteiligt sei, doch nun ist keine Rede mehr davon, daß der Spiritus unmittelbar aus der Drüse herausfließt, sondern nur noch davon, daß er die Ventrikel ausfüllt und die Drüse umfließt. Nach diesen Angaben, die immerhin Descartes' letztes autorisiertes Wort zu diesem Problem darstellen, ist nicht mehr recht nachvollziehbar, wie er sich den funktionalen Charakter dieses Prozeßes gedacht hat. Zweifelsohne ergibt sich diese Unklarheit aus der Differenz zwischen dem anatomischen Befund und dem physiologischen Konzept,[43] die Descartes selbst empfunden haben muß, denn es ist ganz und gar ungewöhnlich, daß er ein und denselben Vorgang an drei verschiedenen Stellen jeweils – wenn auch nur um Nuancen – unterschiedlich erklärt. Vergleicht man diesen schwierigen Punkt des cartesischen Modells mit seiner Theorie der Herzbewegung oder der Annahme von

[41] Man sollte berücksichtigen, daß Descartes die Abbildungen zu ‚L'Homme' nicht zu verantworten hatte, weil sie erst nach seinem Tode entstanden sind und bis auf zwei Ausnahmen nicht auf den von ihm selbst angefertigten, bereits damals unauffindbaren Skizzen beruhten. Vgl. *Rothschuh*, a.a.O., S. 31f.

[42] AT XI, S. 355f.; (*René Descartes*: Die Leidenschaften der Seele. Hrsg. u. übers. v. Klaus Hammacher. Französisch-deutsch. Hamburg 1984, (= Philosophische Bibliothek, 345), S. 59f.).

[43] Vgl. *Karl Eduard Rothschuh*: Descartes, Stensen und der Discours sur l'anatomie du cerveau (1665). In: Steno and Brain Research in the 17th Century. [Wie Anm. 30], S. 49–57. Er meint, daß Descartes aus den *„Erfahrungsquellen wie jeder Systematiker nur das übernahm, was in sein System paßte"* (ebd., S. 53). Jedoch vermag ich Rothschuh nur mit Einschränkungen zu folgen, wenn er weiter schreibt, daß Descartes *„sein System der Natur und der Körperwelt, soweit er es veröffentlicht hat, durchaus für gesichert und nicht nur für denkmöglich und hypothetisch [hielt]; sonst hätte er nicht wiederholt in Briefen und Schriften auf seine Präparationen und Experimente verwiesen"* (ebd., S. 54).

ausschließlich senso-motorischen Nerven, so ist an dieser Stelle nicht ohne weiteres vorauszusetzen, daß Descartes präzise anatomische Angaben bzw. Beobachtungen einfach geopfert habe, weil sie nicht zu seinen Grundpostulaten passten. Im Gegenteil meine ich, daß hier eine Unsicherheit entstand, die Descartes auch und gerade auf Grund seiner eigenen anatomischen Erfahrungen nicht auflösen konnte.[44] Eine Bestätigung für diese Annahme sind Descartes' zu verschiedenen Zeiten geäußerten Vorbehalte, seine Studien zum Menschen zu publizieren, weil er noch nicht genügend Klarheit habe, was in der Richtung auszulegen ist, daß er seine vorausgegangenen Veröffentlichungen eher als Provisorium ansah.[45]

Wenn bis hierher die Stationen der Signalübertragung (also die Anatomie) und die Funktionsweise dieses Prozesses (Physiologie) aufgezeigt wurden, so stellt sich nun die Frage nach der Natur dieser Information, also nach dem Abbild bzw. dessen Korrelat im Sehnerven und im Gehirn, und es gehört zu Descartes' bemerkenswertesten Erkenntnissen, daß er die Information mit dem an das anatomische Substrat gebundenen physischen Prozeß für identisch hält. Eingedenk der anatomischen Unstimmigkeiten bedeutet das im einzelnen, daß die mechanische Transformation im Sehnerven das Netzhautbild als eine Art Kopie nochmals auf der Innenfläche des Gehirns darstelle und dadurch ein Muster auf die Oberfläche der Epiphyse projiziere: „*Or, encores que cete peinture, en passant ainsi iusques au dedans de nostre teste, retiene tousiours quelque chose de la resemblance des obiets dont elle procede, il ne se faut point toutesfois persuader, ainsi que ie vous ay desia tantost assés fait entendre, que ce soit par le moyen de cete resemblance qu'elle face que nous les sentons, comme s'il y auoit derechef d'autres yeux en nostre cerueau, auec lesquels nous la pussions aperceuoir; mais plutost, que ce sont les mouuemens par lesquels elle est composée, qui, agissans immediatement contre nostre ame.* (Wenn nun auch dieses Bild, das auf diese Weise ins Innere unseres Kopfes gelangt, immer noch eine Ähnlichkeit mit den Gegenständen behält, von denen es ausgeht, so darf man sich doch, wie ich es Ihnen ja schon verständlich genug gemacht habe, die Sache nicht so vorstellen, als ob es noch andere Augen in unserem Gehirn gäbe, durch die wir sie wahrnehmen könnten. Es sind vielmehr die Bewegungen, aus denen sich das Bild zusammensetzt, die unmittelbar auf unsere Seele wirken.)"[46] Die Anregung der Seele vollzieht sich demnach nicht direkt durch das Objekt bzw. dessen Abbild, sondern durch den Vorgang im Gehirn. Ähnlich wie Kepler argumentiert Descartes gegen die optischen Bildchen im Sehnerven mit der Unmöglichkeit, zu erklären, wie ein Abbild des Gegenstandes von diesem gebildet werden sollte, wie dieses das Sinnesorgan passieren und das Gehirn erreichen könnte. Doch während Kepler die Sehtheorie aufteilte in einen optischen und in einen physiologischen, für ihn unklaren Vorgang, dabei jedoch die prinzipielle Kongruenz zwischen beiden

[44] In den von Leibniz tradierten „Excerpta anatomica" findet sich die Zeichnung eines Schafshirns von Descartes' Hand (vgl. die Abbildung 11 in AT XI, nach S. 634). In der Legende zu dieser Zeichnung (ebd., S. 579) schreibt Descartes, daß die Sehnerven sich an der Wand des Vorderventrikels vereinigen. Das steht völlig im Widerspruch zu den Ausführungen in ‚L'Homme' und ‚Dioptrique'.

[45] Daß Descartes seine Beschäftigung mit der Biologie als eine Art „work in progress" ansah, geht aus dem vierten Teil der „Principia philosophiae" hervor, wo er darauf hinweist, noch einen fünften Teil über die lebendigen Geschöpfe und einen sechsten über den Menschen schreiben zu wollen: „*Sed quia nondum omnia, de quibus in iis agere vellem, mihi planè perspecta sunt, nec scio an satis unquam otii habiturus sim ad ipsas absolvendas, ne priores idcirco diutius retineam, vel quid in iis desideretur, quod ad alias reservârim, pauca qaedam de sensuum objectis hîc subjungam.* (Da ich jedoch noch nicht über alles, was hier zu behandeln sein wird, im klaren bin, und nicht weiß, ob ich dazu noch die genügende Muße behalten werde, so möchte ich deshalb die vier ersten nicht länger zurückhalten.)" (AT VIII/1, S. 315; *Descartes* (1961) [wie Anm. 4], S. 236).

[46] AT VI, S. 130; (*Leisegang* (1954) [wie Anm. 1], S. 99).

unterstellte, sucht Descartes diese Band zu zerschneiden, indem er die prinzipielle Ähnlichkeit des Bildes vom Gegenstand mit der Wahrnehmung selbst abstreitet: *„au lieu que nous deuons considerer qu'il y a plusieurs autres choses que des images, qui peuuent exciter nostre pensée; comme, par exemple, les signes & les paroles, qui ne resemblent en aucune façon aux choses qu'elles signifient.* (Statt dessen müssen wir beachten, daß es noch andere Dinge als Bilder gibt, die unser Denken anregen können, zum Beispiel die Zeichen und die Worte, die in keiner Weise den Dingen gleichen, die sie bezeichnen.)"[47] Als Beispiel nehme man einen Kupferstich an, der Wälder, Menschen, Städte etc. darstellt, selbst jedoch alles andere als den Gegenständen ähnlich sei, die Seele jedoch genau diese Gegenstände in ihm zu erkennen vermöge. Deswegen komme es darauf an, daß die Seele die allgemeinen Eigenschaften und Bedeutungen der Gegenstände wahrnehmen könne und nicht deren Ähnlichkeit mit dem Abbild. Diese Differenzierung unterstreicht den aktiven Aspekt der Wahrnehmung, der vor allem durch das, was im Gedächtnis als Erfahrung oder Wissen gespeichert ist und von der Seele „abgerufen" werden kann, geprägt ist. Die Integration unterschiedlicher sensorieller Reize ermöglicht das Erkennen beispielsweise eines Baums in realiter oder auf einem Kupferstich ebenso, wie beim Lesen des Wortes Baum oder wenn man das Rascheln der Blätter bei nächtlichem Wind hört. Diese Integration versteht Descartes als eine Handlung der Seele, die von den objektiven physikalischen Bedingungen nur bedingt abhängig ist.

Mit der Skizzierung dieser beiden Ansätze stellt sich die Frage, welche Begründungsstrategie Descartes wählte, um die Postulate der mechanischen Nervenleitung und der wahrnehmenden Seele abzusichern. Daß er sich dabei keineswegs für metaphysische Annahmen entschied, sondern auf empirische Anhaltspunkte rekurrierte, zeigt den Stellenwert von Beobachtung und Experiment in seinem systematischen Entwurf: sie werden nicht losgelöst von diesem eingeführt, sondern dienen zur Bestätigung der Theorie. Mit dieser Absicht beschreibt und deutet er zwei bereits seit der Antike bekannte optische Phänomene: das Druckphosphen und das Nachbild.

Wie wir bereits gesehen haben, war auch für Kepler noch die Erklärung des Phosphens eng mit der Theorie vom Licht im Auge verknüpft, doch auf das Phänomen der leuchtenden Augen mancher Nachttiere hatte er sich nicht weiter eingelassen. Im Unterschied dazu findet sich in der ‚Dioptrique' eine Passage, die das gesamte Fundament der cartesischen Optik gesprengt hätte, wenn sie zu einer konsequenten Anwendung geführt hätte: *„ainsy faut il auoüer que les obiects de la veüe peuuent estre sentis, non seulement par le moyen de l'action qui, estant en eux, tend vers les yeux, mais aussy par le moyen de celle qui, estant dans les yeux, tend vers eux. Toutefois, pour ce que cete action n'est autre chose que la lumiere, il faut remarquer qu'il n'y a que ceux qui peuuent voir pendant les tenebres de la nuit, comme les chats, dans les yeux desquels elle se trouue; & que, pour l'ordinaire des hommes, ils ne voyent que par l'action qui vient des obiects: car l'experience nous monstre que ces obiects doiuent estre lumineux ou illuminés pour estre veus, & non point nos yeux pour les voir.* (So muß man annehmen, daß die vom Auge wahrgenommenen Gegenstände nicht nur durch ihre eigene Bewegung zum Auge hin, sondern auch durch die von den Augen ausgehende und sich auf sie richtende Bewegung wahrgenommen werden können. Auch diese ist nichts anderes als das Licht. Jedoch muß man dazu bemerken, daß sie nur bei solchen Augen existieren, die während der Dunkelheit sehen können, wie die der Katzen. Der Mensch dagegen ist für gewöhnlich nur fähig, durch die Bewegung zu sehen, die von den Gegenständen ausgeht, denn die

[47] a.a.O., S. 112; (S. 89).

Erfahrung zeigt uns, daß die Gegenstände und nicht unsere Augen leuchtend oder beleuchtet sein müssen, um von uns gesehen zu werden.)"[48] In gewisser Weise demonstrieren diese Sätze ein Dilemma, in das sich Descartes mit einer Erweiterung seiner Spazierstock-Analogie hineinmanövriert hat: *„car, comme nostre aueugle peut sentir les corps qui sont autour de luy, non seulement par l'action de ces corps, lors qu'ils se meuuent contre son baston, mais aussy par celle de sa main, lors qu'ils ne font que luy resister.* (Unser Blinder fühlt die Körper, die ihn umgeben, nicht nur durch die Bewegung der Körper selbst, wenn sie sich vor dem Stock bewegen, sondern auch durch die Bewegung der Hand, wenn die Körper dem Stock widerstehen.)"[49] In diesem Zusammenhang bietet sich die Emissions-Theorie geradezu an. Als ob er dann jedoch eingestehen wollte, daß er den Bogen des Analogisierens nun überspannt habe, fügt er hinzu: *„Mais, pour ce qu'il y a grande difference entre le baston de cet aueugle & l'air ou les autres corps transparens, par l'entremise desquels nous voyons, il faut que ie me serue encores icy d'vne autre comparaison.* (Da aber doch ein zu großer Unterschied zwischen dem Stock des Blinden und der Luft oder anderen durchsichtigen Körpern besteht, durch deren Vermittlung wir sehen, muß ich mich jetzt eines anderen Vergleiches bedienen.)"[50] Wie dem auch sei, man kann diese Stelle entweder so auffassen, daß sie nur ein belangloses Tribut an die damals noch allgemein akzeptierte Meinung vom Licht im Auge war, oder daß Descartes tatsächlich einen divergenten optischen Mechanismus bei Menschen und Nachttieren annahm. Für die erstere Lesart spricht, daß sie völlig isoliert steht in Descartes' Oeuvre und daß sie der mechanistischen Theorie diametral entgegensteht. Es wäre nur konsequent gewesen, wenn er dann auch das Phosphen mit dem Licht im Auge erklärt hätte, doch ganz im Gegenteil: *„sans qu'il doiue, en tout cela, y auoir aucune resemblance entre les idées qu'elle conçoit, & les mouuemens qui causent ces idées. Ce que vous croirés facilement, si vous remarqués qu'il semble a ceux qui reçoiuent quelque blessure dans l'oeil, qu'ils voyent vne infinité de feux & d'esclairs deuant eux, nonobstant qu'ils ferment les yeux, ou bien qu'ils soyent en lieu fort obscur; en sorte que ce sentiment ne peut estre attribué qu'a la seule force du coup, laquelle meut les petits filets du nerf optique, ainsi que feroit vne violente lumiere.* (Dabei braucht man bei alle dem keine Ähnlichkeit zwischen Vorstellungen, die die Seele empfängt, und der Bewegung, die diese Vorstellung hervorruft, zu bestehen. Das werden Sie sofort glauben, wenn Sie daran denken, daß es denen, deren Auge eine Verletzung erleidet, scheint, als sähen sie vor sich lauter Feuer oder Blitze, auch wenn sie dabei das Auge geschlossen halten oder sich in einem dunklen Zimmer befinden. So kann diese Empfindung allein von der Kraft des Schlages herrühren, die die kleinen Fädchen des optischen Nervs so wie ein helles Licht bewegt.)"[51] Diese scheinbar einfache Erklärung ist ein unmittelbares Resultat der mechanistischen Interpretation des Netzhautbildes. Damit hat Descartes nicht nur die Annahme vom Licht im Auge unnötig gemacht, sondern auch die Tatsache ausgenutzt, daß unterschiedliche Reize – Licht und mechanische Manipulation – die prinzipiell gleiche Wahrnehmung hervorrufen. Somit wird es evident, daß die Seele durch ein Erregungsmuster im Nerven angeregt wird und nicht direkt durch die Abbilder der äußeren Gegenstände. Die Bedeutung dieses Phänomens für die cartesische Sehtheorie ist enorm, denn es bietet nicht nur einen Beweis für die Descartes so kostbare Auseinanderdividierung von Gegenstand und Wahrnehmung, sondern wertet auch den Anteil der Seele beim Wahrnehmungsvorgang entscheidend

[48] a.a.O., S. 86; (S. 71f.).
[49] a.a.O., S. 85f.; (S. 71).
[50] a.a.O., S. 86; (S. 72).
[51] a.a.O., S. 131; (S. 99).

auf. Die Entscheidung nämlich, ob die Lichtwahrnehmung tatsächlich durch äußeres Licht oder durch einen mechanischen Reiz induziert wird, ist auf Grund der Bewegungen im Nerven nicht zu treffen, sondern nur auf dem Boden eines seelischen Lernprozesses – also der Erfahrung –, der sich dem Zugriff des mechanistischen Erklärungsmodus entzieht.

Als weitere Konsequenz dieser subjektiven Lichterscheinung ergibt sich, daß der Reiz auf ein spezifisches Sinnesorgan auch nur eine diesem gemäße Empfindung auslösen kann: Licht oder ein Schlag auf das Auge lösen eine Lichtempfindung aus; Töne oder ein Schlag auf das Ohr lösen eine akustische Empfindung aus. Dagegen wird ein Schlag auf ein anderes Körperteil ein Gefühl des Schmerzes hervorrufen.[52] Dieser Umstand ist nach Descartes auf unterschiedliche Bewegungsmuster in den jeweiligen Nerven zurückzuführen.[53]

Das bereits von Aristoteles beschriebene Nachbild[54] führt Descartes auf ein Nachschwanken der kleinen Fasern des Sehnervs nach einem intensiven Lichteindruck zurück: „*Mais l'agitation, qui est encores en eux aprés que les yeux sont fermés, n'estant plus assés grande pour representer cete forte lumiere qui l'a causée, represente des couleurs moins viues. Et ces couleurs se changent en s'affoiblissant, ce qui monstre que leur nature ne consiste qu'en la diuersité du mouuement, & n'est point autre que ie l'ay cy dessus supposée.* (Aber die Erregung, die noch in den Augen ist, nachdem sie geschlossen wurden, ist nicht mehr groß genug, um das grelle Licht, das sie verursachte, darzustellen, und so stellte es weniger lebhafte Farben dar. Daß diese Farben sich verändern, wenn sie schwächer werden, zeigt, daß ihr Wesen nur in der verschiedenen Bewegung besteht, und gerade das hatte ich ja angenommen.)"[55] Damit hat Descartes die zentralen Punkte seiner Sehtheorie beisammen: Die Information ist identisch mit dem Prozeß im Gehirn bzw. in den Hirnnerven, und eben dieser Prozeß wird von der Seele wahrgenommen. Dabei ist die Intensität der Wahrnehmung proportional zu der Heftigkeit der Bewegungen im Sehnerven, doch bei der Zuordnung handelt es sich ausschließlich um einen seelischen Prozeß.

Mit dieser Analyse des Sehvorgangs kann Descartes schließlich die verschiedenen Qualitäten der Wahrnehmung, also Licht, Farbe, Lage, Distanz, Größe und Form, erklären.[56] Zum Verständnis der Farbwahrnehmung geht er davon aus, daß die verschiedenen Farben eines Gegenstandes nichts anderes seien als unterschiedliche Bewegungen, die von ihnen ausgingen, wodurch konsequenterweise auch unterschiedliche Bewegungen in den Fasern des Sehnervs ausgelöst würden.[57]

[52] a.a.O., S. 130f.

[53] Zweifelsohne handelt es sich hierbei um eine frühe Formulierung des Müllerschen „Gesetzes der spezifischen Sinnesenergie", nur hat Descartes im Gegensatz zu dem deutschen Physiologen keine weiteren Konsequenzen daraus gezogen. Vgl. auch *Crombie* (1967) [wie Anm. 11], S. 78.

[54] *Aristoteles*: Über Träume, 459b. In: Die Lehrschriften, Bd. VI/2; Kleine Schriften zur Seelenkunde. Hrsg. u. übers. v. Paul Gohlke, 2. Aufl., Paderborn 1953.

[55] AT VI, S. 131f.; (*Leisegang* (1954) [wie Anm. 1], S. 100).

[56] a.a.O., S. 130.

[57] Auch an dieser Stelle benutzt Descartes die Spazierstock-Analogie: Dem Blinden erschienen die Unterschiede zwischen Baum, Stein, Gras etc. nicht geringer als uns die unterschiedlichen Farben. Worauf es ihm hier ankommt, ist die Ursache der Unterschiede: „*& toutefois que ces differences ne sont autre chose, en tous ces corps, que les diuerses façons de mouuoir, ou de resister aux mouuemens de ce baston.* (In jedem Falle bestehen diese Unterschiede bei sämtlichen Körpern in nichts anderem als in den verschiedenen Arten der Bewegung oder des Widerstandes gegen die Bewegungen des Stockes" (a.a.O., S. 85; (S. 71). Auch hier kann also keine Rede davon sein, daß die Wahrnehmung mit der Spazierstock-Analogie erklärt zu werden versucht wird.

Komplexer verhält es sich mit der Erklärung des perspektivischen Sehens. Zunächst stellt Descartes sich die Frage, wieso das Auflösungsvermögen des Auges trotz Formveränderung der Kristallinse bei größer werdender Distanz des Objekts schlechter werde und verdeutlicht das am Beispiel einer Wiese, die aus der Distanz betrachtet wesentlich bunter aussehe, als aus der Nähe. Die Antwort geht von der Überlegung aus, daß bei größerer Entfernung und damit weiterer Pupille und kleinerer Wölbung der Linse (Fernakkomodation) die Lichtstrahlen auf einen kleineren Bezirk der Netzhaut fallen als bei Nahakkomodation – vorausgesetzt natürlich, daß man ein bestimmtes Objekt zu erkennen versucht. Folglich werden auch weniger Markfasern erregt, und damit ist die Wahrnehmung des Objekts weniger differenziert, das heißt sowohl feine Strukturen wie Farbnuancen sind nicht zu erkennen. Anders gesagt kann für Descartes ein wahrgenommenes Objekt nicht mehr Elemente enthalten, als Markfasern gereizt werden, denn jede einzelne Markfaser kann auch nur eine Information an die Seele weitergeben, wenn man davon ausgeht, daß die Stärke des mechanischen Zugs gleichbleibt.[58] Mit der Bestimmung der Größe des erregten Bezirks auf der Netzhaut ist die eigentliche Grundlage des perspektivischen Sehens jedoch keineswegs geschaffen. Um Distanz, Größe und Form eines Gegenstandes richtig einzuschätzen, und das heißt: die einzelnen Elemente des gesamten Bildes der Umwelt in ein richtiges Verhältnis zueinander zu setzen – rekurriert Descartes auf die Seele, wobei er hervorhebt, daß die Kenntnis oder Vorstellung eines im Raum gelegenen Gegenstandes vor allem auf dem Vergleich mit anderen Modalitäten beruhe: beispielsweise wird die Distanz eines Gegenstands in Beziehung zu seiner Größe und im Vergleich zu anderen Gegenständen geschätzt. Daneben wird die Wahrnehmung durch die vorhandene Kenntnis, die man von der Größe eines Gegenstands hat, beeinflußt, so daß man etwa einen weit entfernten Baum nicht für kleiner hält als ein Kleinkind, das vor einem steht.[59] „Kenntnis und Vorstellung" sind die zentralen Begriffe zur Erklärung des perspektivischen Sehens, die den Abschluß der cartesischen Sehtheorie bildet. Neu war diese Erkenntnis keineswegs, denn schon der Araber Alhazen hatte zum Verständnis der Tiefenwahrnehmung eine „virtus distinctiva" des Gemeinschaftssinns (ultimum sentiens) eingeführt. Dabei spielten auch für ihn Kenntnis, Erfahrung und Beurteilung eine zentrale Rolle.[60] Ein detaillierter Vergleich der Positionen Alhazens und Descartes' würde zu weit führen, doch ist der wesentliche Unterschied weniger auf einen physiologischen denn auf einen psychologischen Grund zurückzuführen. Für Alhazen war die Frage, ob der „beurteilte" sinnliche Eindruck prinzipiell dem Bewußtsein zugänglich wäre, völlig irrelevant.[61] Im Gegensatz dazu ist für Descartes kein seelischer Vorgang denkbar, dessen man sich nicht auch – wenigstens virtuell – gegenwärtig ist. Demnach ist Alhazens Erklärung des perspektivischen Sehens von der späteren Theorie Keplers und vom mechanistischen Modell völlig unberührt geblieben; nur die Konzeption der Seele trennt Descartes von Alhazen. Der Weg zu dieser Konzeption hat jedoch seinen Ausgangspunkt gerade bei der Anwendung mechanistischer Prinzipien. Wenn es sich in ihrem Kontext als ein vergebliches Unterfangen erweist, zwischen

[58] Zurecht charakterisiert Pastore die Korrelation als *„the psychophysical postulate, which generally asserts a one-to-one correlation between the series of sensory perceptions and the corresponding series of brain events in the ‚seat of sensation'."* (*Pastore* (1971) [wie Anm. 2], S. 21).

[59] AT VI, S. 138–141.

[60] Vgl. dazu *Hans Bauer*: Die Psychologie Alhazens. Münster 1911, (= Beiträge zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters, 10,5), S. 49–60; *Gary C. Hatfield* und *William Epstein*: The Sensory Core and the Medieval Foundations of Early Modern Perceptual Theory. Isis 70 (1979), 363–384, hier S. 368–371.

[61] Ich folge hier der Interpretation von *Hatfield/Epstein*, a.a.O., S. 377.

der Wahrnehmung und den nervalen Vorgängen eine vollständige Korrelation herzustellen, so gelangt die sinnesphysiologische Analyse an ihre Grenzen. Descartes bleibt dabei jedoch nicht stehen, sondern er gelangt über die Deutung des Phosphens, des Nachbilds und der Konstanz der Wahrnehmung (realer Baum versus Kupferstich etc.) zu einer für die Sehtheorie brauchbaren Bestimmung der Seele, indem er ihren Anteil am Wahrnehmungsvorgang genau festlegt. Von dort aus ist es nur noch ein Schritt zur Formulierung der Überlegenheit der Seele über die Sinnesorgane mit dem Hinweis auf ihren Entwicklungsprozeß.[62] Das Gerüst dafür war jedoch in der Sinnesphysiologie, wie sie hauptsächlich in der ‚Dioptrique‘ entwickelt wurde, angelegt.[63]

Mein Vorschlag läuft zusammenfassend darauf hinaus, die Sehtheorie Descartes' als eine Art Zwitter zu betrachten.

Einerseits hat Descartes das Konzept einer psycho-physischen Interaktion des Sehens entwickelt, deren Stärke darin lag, den zerebralen Vorgang Schritt für Schritt nachzuvollziehen. Dabei waren einzelne Elemente seiner Theorie längst ein Bestandteil des physiologischen Diskurses. Die Idee der röhrenförmigen Nerven und des Spiritus animalis stammt ebenso aus der Antike wie das Konzept der wahrnehmenden Seele. In der physiologischen Optik konnte Descartes sich auf Kepler stützen. Die Verknüpfung dieser Elemente zu einer die mechanistischen Prinzipien anwendenden und deren Grenzen absteckenden Sehtheorie bedeutete in ihrer Vollständigkeit und Konsequenz die notwendige Ergänzung zu Keplers Theorie des inversen Netzhautbildes. Dabei steht außer Zweifel, daß die Anatomie in diesem Entwurf eher eine untergeordnete Rolle gespielt hat, was nicht bedeutet, daß sie vollständig ausgeklammert worden ist. Dennoch lief vor allem die Annahme der Epiphyse als Hauptsitz der Seele sowie ihrer steuernden Funktionen an den anatomischen Vorstellungen der damaligen Zeit vorbei, was Nicolaus Steno und Thomas Willis mit experimentellen Befunden auch belegten.[64]

Der zweite Punkt, auf den es mir ankommt, ist der Versuch Descartes', die Grenzen einer mechanistischen Physiologie im physiologischen Kontext zu bestimmen.[65] Damit ist gemeint,

[62] Diese Schlußfolgerung stellt keinen Widerspruch zu Cassirers Position dar, modifiziert sie jedoch insofern, als die cartesische Sinnesphysiologie nicht ausschließlich das Anwendungsfeld der philosophischen Analyse darstellt.

[63] Eine vergleichende Analyse von ‚L'Homme‘ würde zu weit ins Detail führen und ist für den Argumentationsgang auch nicht notwendig. Dennoch sei angemerkt, daß die in der ‚Dioptrique‘ entscheidende Festlegung der Unähnlichkeit von Gegenstand und Wahrnehmung in ‚L'Homme‘ nicht vorkommt. Dementsprechend werden auch das Phosphen und das Nachbild nicht erwähnt. Daraus folgt jedoch nicht, daß Descartes seine Meinung revidiert hätte, sondern daß er sich – gemäß seinem Vorhaben – auf die „Mechanik des Sehens“ beschränkt hat, wobei man nicht ohne Verwunderung feststellt, daß die „Mechanik“ ohne ihr psychologisches Korrelat unvollständig bleibt.

[64] Näheres dazu siehe bei *Adolf Faller*: Niels Stensen und der Cartesianismus. In: Nicolaus Steno and his Indice. Hrsg. v. Gustav Scherz, Kopenhagen 1958, (= Acta historica scientiarium naturalium et medicinalium, 15), S. 140–166; *Claudia Zrenner*: Theories of Pineal Function from Classical Antiquity to 1900: A History. Pineal Research Review 3 (1985), 1–40. Zur Wirkung Descartes' im 17. Jahrhundert vgl. auch *Rothschuh* (1969) [wie Anm. 1], S. 191–94, sowie *Georges-Berthier* (1920–21) [wie Anm. 20], S. 21–58.

[65] Von einem ganz anderen Ansatzpunkt aus versucht *Geneviève Rodis-Lewis*: Limitations of the Mechanical Model in the Cartesian Conception of the Organism. In: Descartes. Critical and Interpretative Essays. Hrsg. v. *Michael Hooker*, Baltimore 1978, S. 152–170 diese Grenzziehung aufzufassen. Sie nimmt an, daß es bei Descartes eine „innere Finalität“ gebe, die er jedoch nur für den Menschen postuliert. „*Habit is, then, a factor in either bondage or freedom; its blind mechanism equally registers noxious associations as well as those that successfully oppose them. Here is where the finality*

daß nicht das innerhalb der Metaphysik entwickelte Verständnis der Seele, sondern die mechanistische Umdeutung der Theorie des inversen Netzhautbildes den Ausgangspunkt bildete und zu einer präzisen Analyse verschiedener Phänomene des Sehens führte, die diese Grenzziehung mitbestimmte. Die Erklärung der subjektiven Lichterscheinung bei mechanischer Irritation ohne die Annahme eines im Auge entstehenden Lichts spielte dabei eine zentrale Rolle. Zwar verschwand dieses Postulat unspektakulär in Descartes' mechanistischer Physiologie, doch wurde das hinter ihm stehende Verständnis der Wahrnehmung als aktiver Prozeß in der Form bewahrt, daß ein modifiziertes Verständnis vom Zusammenhang zwischen den objektiven physikalischen Bedingungen der Umwelt und der Wahrnehmung selbst das Moment der Aktivität mit dem Konzept des ausschließlich afferenten Informationsflusses vereinigte. Mit anderen Worten: Descartes hat die Frage nach dem aktiven Anteil des Sehvorgangs umformuliert, indem er sie von der Neurophysiologie in die Psychologie transponiert hat, wodurch er die unhaltbar gewordenen Konstrukte des efferenten Lichts, des Spiritus animalis bzw. der Spezies aufgeben konnte. Erst mit diesem Schritt wurde die notwendige Ergänzung zu Keplers Theorie möglich, und erst daran anschließend wurden die Weichen gestellt für die Erörterungen im Sensualismus, die nichts anderes darstellen als eine Psychologie des Sehens. Der Weg von Malebranches Idee des psycho-physischen Parallelismus und seiner Formulierung der Wahrnehmung als Modifikation der Seele bis hin zu Berkeleys radikalem Subjektivismus ist von Descartes geebnet worden.[66] So ergibt sich ein abschließender Ausblick auf die Behandlung der Wahrnehmung in der Erkenntnistheorie, wie sie in den ‚Principia philosophiae' entwickelt wird. Dort weist Descartes auf die Schwierigkeit hin, den Wahrnehmungsvorgang richtig zu verstehen: „*Sed perdifficile est id observare, saltem circa sensus: quia nemo nostrûm est, qui non ab ineunte aetate judicârit, ea omnia quae sentiebat, esse res quasdam extra mentem suam existentes, & sensibus suis, hoc est, perceptionibus quas de illis habebat, planè similis. Adeò ut videntes, exempli gratiâ, colorem, putaverimus nos videre rem quandam extra nos positam, & planè similem ideae illi coloris, quam in nobis tunc experibamur.* (Indes ist es sehr schwer, dies innezuhalten, wenigstens in Bezug auf unsere Empfindungen, weil wir alle von Kindheit auf angenommen haben, daß alle die Dinge, die wir empfanden, eine Existenz außerhalb unseres Bewußtseins hätten, und daß sie den Empfindungen oder Ideen, die wir von ihnen bei Gelegenheit ihrer Wahrnehmung hatten, ganz ähnlich seien. Wenn wir z. B. eine Farbe sahen, meinten wir eine außer uns befindliche und eine der Idee dieser von uns wahrgenommenen Farbe ganz ähnliche Sache zu sehen.)"[67] Was in der Sinnesphysiologie als Abbild-Theorie zurückgewiesen wurde, bekommt hier den Stellenwert einer ungeprüften Annahme, die ein ernsthaftes Philosophieren, wie

peculiar to man enters in. Through his understanding of the mechanism, he masters it and is capable of enriching the programming of an animal-machine by training, as well as remedying certain deficiencies of his own body" (ebd., S. 164). Demnach führt erst die Vereinigung von Seele und Körper zu einer Limitierung des Mechanismus: „*An animal jumps into the water and swims because its machine automatically establishes equilibrium with the new environment. Man, on the contrary, ‚hesitates' and debates the issue; only those movements that he makes ‚without thinking' are perfectly appropriate*" (ebd., S. 165).

[66] *Pastore* (1971) [wie Anm. 2] eröffnet sein Buch, in dem er den Sensualismus ausführlich analysiert, konsequenterweise nicht mit einem Kapitel über Kepler, sondern über Descartes. Vgl. auch *Crombie* (1967) [wie Anm. 11], S. 84–86; *Cassirer* (1911) [wie Anm. 9], S. 554–556; sowie *Hatfield/Epstein* (1979) [wie Anm. 60], S. 374–382.

[67] AT VIII/1, S. 32; (*Descartes* (1961) [wie Anm. 4], S. 24). Zu den folgenden Ausführungen vgl. auch die sechste Meditation (AT VII, S. 71–90).

Descartes es versteht, verhindert. Stattdessen plädiert er dafür, die Wahrnehmung ausschließlich als seelischen Vorgang aufzufassen: *„Ut autem hîc quod clarum est ab eo quod obscurum distinguamus, diligentissimè est advertendum, dolorem quidem & colorem, & reliqua ejusmodi, clarè ac distinctè percipi, cùm tantummodo ut sensus, sive cogitationes, spectantur.* (Um aber hier das Klare von dem Dunkeln zu sondern, ist sorgsam zu beachten, daß der Schmerz, die Farbe und ähnliches nur dann klar und deutlich aufgefaßt werden, wenn man sie bloß als Gedanken ansieht.)"[68] Dem widerspricht nach Descartes nicht, daß es irgendetwas im Gegenstand gibt, was eine klare Empfindung in uns bewirkt, die gemeinhin als Empfindung der Farbe bezeichnet wird. Doch führe das Urteil, wonach man an den Gegenständen die Farbe wahrnehme, leicht zum Irrtum, weil keine Ähnlichkeit zwischen der im Gegenstand angenommenen Farbe und der wahrgenommenen Farbe vorausgesetzt werden könne.[69] Mit diesen Überlegungen unternimmt Descartes den Versuch, die Erkenntnisprinzipien festzulegen.[70] Der Unterschied zur Sehtheorie besteht somit in einer anderen Fragestellung, doch bleibt das Argumentationsmaterial identisch, indem der in der ‚Dioptrique' erstmals geäußerte Grundgedanke der substantiellen Unähnlichkeit hier wiederkehrt.[71] Bei einer Analyse der cartesischen Sehtheorie ist es eine Sache, Descartes' konsistentes mechanistisches Forschungsprogramm zu würdigen, das er zweifelsohne entwickelt hat, und das in seiner Nachfolge von erheblicher Wirksamkeit gewesen ist. Eine andere Sache ist es mit der Grenzziehung dieses mechanistischen Konzepts, deren Konsequenzen für Descartes selbst wie auch für eine Neuorientierung hin zur Psychologie des Sehens wirksam geworden sind.

[68] a.a.O., S. 33; (S. 25).

[69] a.a.O., S. 34.

[70] Auf die damit verbundenen Schwierigkeiten in der cartesischen Metaphysik kann hier nicht näher eingegangen werden. Vgl. dazu *Cassirer* (1911) [wie Anm. 9], S. 491–505, vor allem S. 501f.

[71] *Galison* (1984) [wie Anm. 21], S. 324 versucht eine Diskontinuität zwischen den frühen naturphilosophischen Schriften (‚Le Monde', ‚Dioptrique') und den späteren ‚Meditations' bzw. ‚Principes de la philosophie' nachzuweisen. Seine These läuft darauf hinaus, daß die Rolle der Einbildungskraft (imagination) im Zusammenspiel mit der Wahrnehmung für kognitive Prozesse im Frühwerk eine bedeutendere Rolle gespielt habe als im Spätwerk, worin dem „Verstehen" im Sinne der Ratio eine ungleich größere Bedeutung zukomme. Das Problem mit dieser Interpretation liegt darin, daß sie allzuleicht suggeriert, der frühe Descartes sei eher ein Empirist gewesen, der spätere hingegen ein Rationalist. Eine solche Unterscheidung ist auf Grund einer Analyse der Wahrnehmungstheorie jedoch unmöglich zu treffen. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang auch die Descartes-Interpretation von *Werner Kutschmann*: Der Naturwissenschaftler und sein Körper. Die Rolle der „inneren Natur" in der experimentellen Naturwissenschaft der frühen Neuzeit. Frankfurt a. M. 1986, S. 224–250, vor allem S. 245–250. Aufgrund der substantiellen Unähnlichkeit schließt er, daß Descartes eine Irreführung und Beliebigkeit der visuellen Wahrnehmung postuliert und damit eine *„Entthronung"* des Sehens als *„das königliche Primat des Bilder-Machens"* (ebd., S. 248) eingeleitet habe. Sein entscheidendes Argument für die Instrumentalisierung der Wahrnehmung ist die Spazierstock-Analogie, die er dahingehend mißversteht (vgl. Anm. 57), daß die taktile Wahrnehmung des Blinden von der visuellen Wahrnehmung nicht verschieden sei: *„Ja, mehr noch, wir sind im Grunde nichts anderes als ‚Blinde', insofern wir gegenüber dem eigentlichen Sein der Gegenstände genauso ‚blind' sind wie der Blinde gegenüber ihrem Äußeren"* (ebd., S. 247). Als eine direkte Antwort auf diese These lassen sich die ersten beide Sätze der ‚Dioptrique' lesen: *„Toute la conduite de nostre vie depend de nos sens, entre lesquels celuy de la veüe estant le plus vniuersel & le plus noble.* (Unsere ganze Lebensführung hängt von unseren Sinnen ab. Von ihnen ist der Gesichtssinn der umfassendste und edelste)" (AT VI, S. 81; (Leisegang (1954) [wie Anm. 1], S. 69)).

Summary

In his „Objections and Replies" to the „Meditations" Descartes developed a concept of sensory perception as a three-stage mechanism. Firstly, it consists of a purely mechanical process which comprises an excitation of the sensory organs leading to motion in the nerves. Secondly, he understood perception as a psychophysical interaction in which a specific signal pattern representing the surroundings is presented to the soul. Finally, in stage three, classification and judgement of the object presented complete the perceptual process.

Ernst Cassirer suggests that Descartes' conception of the soul is elucidated more precisely in his physiological writings, in which physiology is considered as a field for the application of philosophical analysis. In the present paper an attempt is made to demonstrate that Descartes' mechanistic concept of vision led to a definition of perception as an active process within the soul. Based on Kepler's theory of the inverted retinal image and a rejection of the traditional idea of light generated within the eye, Descartes arrived at the hypothesis that one must strictly differentiate between the object image and its perceptual correlate. Since the objective physical conditions do not suffice for a complete understanding of perception, a restricted validity of the mechanistic theory of vision is the consequence. Thus Descartes transposed the question of perception as an active process from neurophysiology to psychology and established its relevance within his own metaphysics, hereby laying the foundations for a psychological discussion of theories of vision in British Sensism.

Anschrift des Verfassers:

Dr. med. Michael Hagner
Medizinische Universität zu Lübeck
Institut für Medizin- und Wissenschaftsgeschichte
Ratzeburger Allee 160
D–2400 Lübeck 1

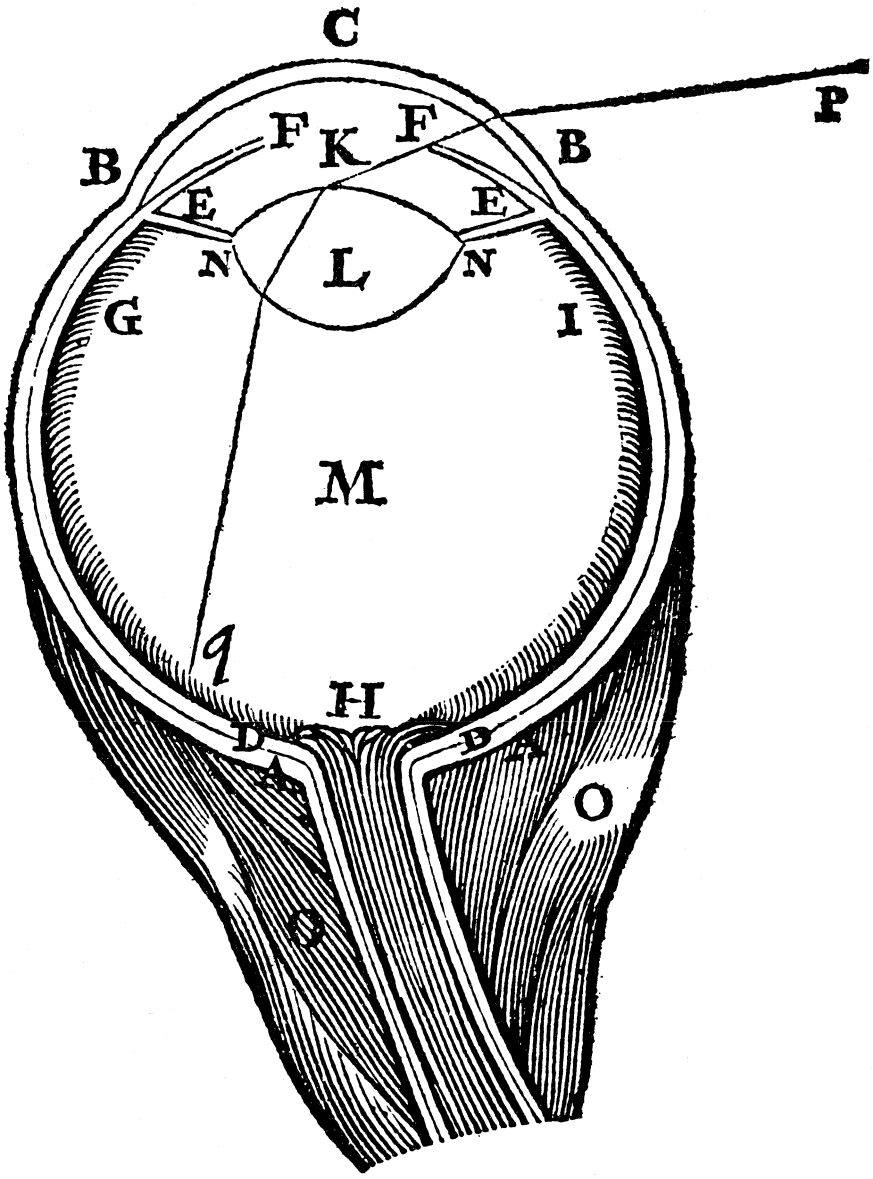

Abb. 1. Schematische Darstellung des Auges, die Descartes sowohl in der ‚Dioptrique‘ wie in ‚L'Homme‘ erläutert hat. Danach ist ABC die Sklera, der Teil BCB die Cornea. DEF als Chorioidea und GHI als Retina stellen die weiteren Häute des Auges dar. Von den flüssigen Anteilen ist K das vordere Kammerwasser, L die Kristallinse und M der Glaskörper. EF ist die Iris, E und N sind die Ziliarfasern. OO sind die Augenmuskeln, wobei Descartes anmerkte, daß es sechs oder sieben seien. Pq schließlich zeigt die dreifache Brechung der Lichtstrahlen an Cornea, Linse und Glaskörper.

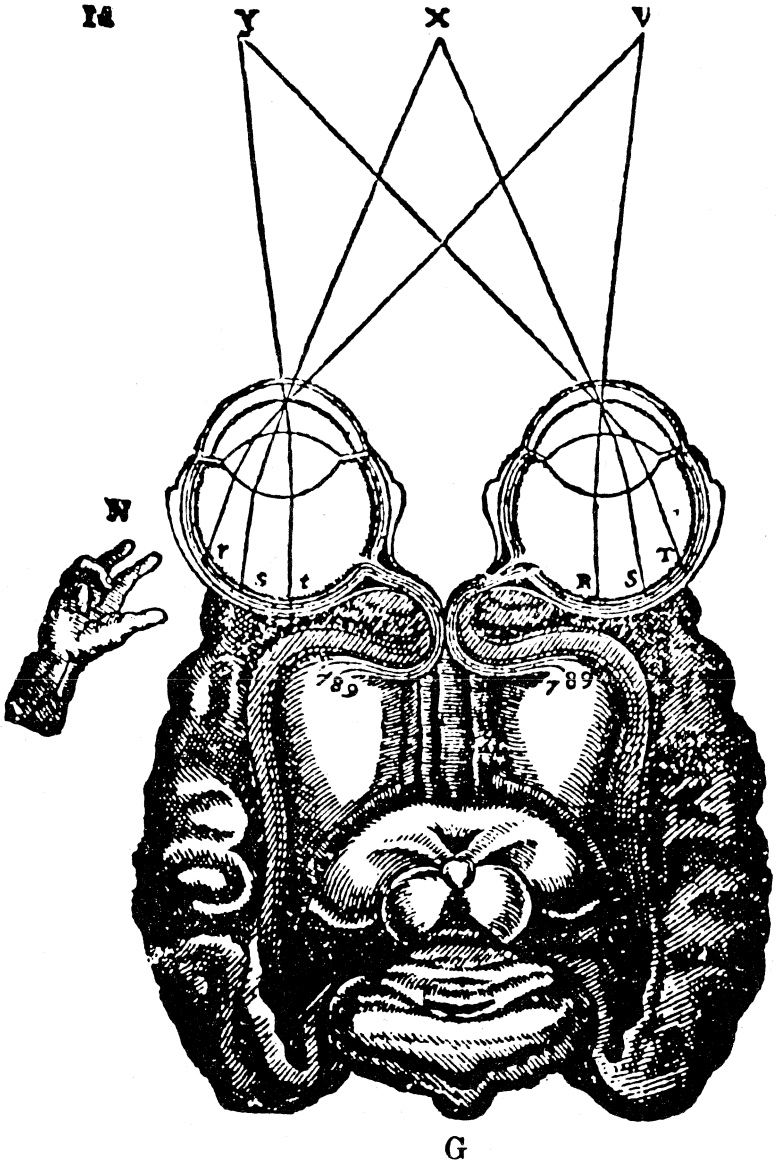

Abb. 2. Schematische Darstellung von Descartes' Sehtheorie in der ‚Dioptrique'. Auf der Netzhaut bildet sich ein umgekehrtes Abbild (r, s, t) des Gegenstands (y, x, v), das eine Bewegung der Markfäden im Optikus-Nerven auslöst. Der Weg zwischen dem inneren Ende des Nerven (7, 8, 9) und der Epiphyse, in der die Seele die Information erhält und wahrnimmt, wird hier nicht erläutert.

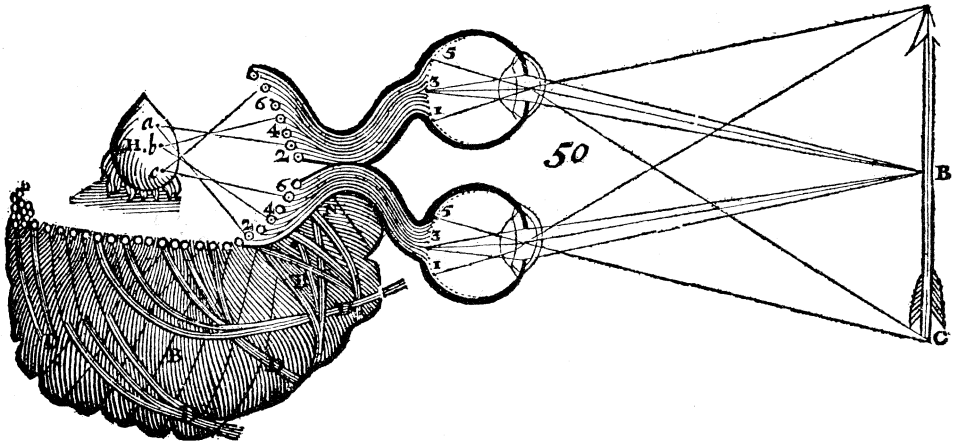

Abb. 3. Nach dem Tod von Descartes angefertigte Zeichnung zu ‚L'Homme'. Bemerkenswert ist die dem Text folgende geometrische Akkuratesse: Der auf der Netzhaut (1, 3, 5) umgekehrt abgebildete Gegenstand (A, B, C) steht in der Epiphyse wieder aufrecht (a,b,c). Entsprechend dem Text markieren die Verbindungslinien zwischen der Epiphyse und den inneren Enden des Optikus-Nerven die Röhrchen für den efferenten Fluß des Spiritus animalis.