

Peter Ruben

Geschichtliche Bildung und theoretisches Konzept
der klassischen bürgerlichen Naturanschauung¹

Inhalt

Praktische und theoretische Naturaneignung.....	2
Bürgerliche Emanzipation und Naturanschauung.....	11
Die historische Bildung der klassischen Naturanschauung.....	23

Philosophiegeschichte ist als bedingter und bewirkender Zusammenhang kein autonomer Vorgang. Die Bewegung des philosophischen Denkens ist direkt durch die praktische gesellschaftliche Entwicklung bestimmt, deren Reflexion und Antizipation sie ist. Wenn daher geschichtlich besondere Epochen der Naturphilosophie in ihrer Eigenart zu erfassen sind, so sind sie aus der entsprechenden Besonderheit der *praktischen* Naturaneignung der jeweiligen historischen Periode zu entwickeln.

¹ Erstveröffentlichung in: Naturphilosophie – von der Spekulation zur Wissenschaft. Hg. v. H. Hörz / R. Löther / S. Wollgast. Berlin: Akademie-Verlag 1969. S. 15–65. Druckfehler wurden vom Autor korrigiert und eine leichte Anpassung an die gegenwärtige Orthographie vorgenommen.

Praktische und theoretische Naturaneignung

Eingangs der Diskussion des Naturbildes der heutigen Physik erklärt Heisenberg, es könne angenommen werden, „daß die Veränderungen in den Grundlagen der modernen Naturwissenschaft ein Anzeichen sind für tiefgehende Veränderungen in den Fundamenten unseres Daseins, . . .“².

Diese bemerkenswerte Feststellung eines führenden zeitgenössischen Physikers läßt sich bei sinnvoller Interpretation des Ausdrucks „Fundamente unseres Daseins“ zum Programm der Darstellung geschichtlich bestimmter Naturbilder erheben. Je nach der Interpretation steht man auf dem Boden des historischen Materialismus oder nicht. Für *diesen* ist die *Arbeit* das entscheidende „Fundament unseres Daseins“. Um also eine spezifische Naturanschauung näher zu bestimmen, muß vom Standpunkt des dialektisch-historischen Materialismus die geschichtlich reale Arbeit der entsprechenden Epoche den Ausgang der Untersuchung bilden. Dabei ist sicher nicht sonderlich zu betonen, daß *die* Arbeit, die „Arbeit als solche“, abstrakte Bestimmung ist, also gerade der konkreten Geschichtlichkeit bar ist, um die es eben geht.

Für unseren Zusammenhang ist nun wesentlich, daß historisch reale Arbeit stets ein *spezifisches* Verhalten der Arbeitenden zur Natur darstellt. In der reinen Agrikultur ist die Natur dem Menschen in anderer Weise gegenständlich als in der industriellen Produktion. Dies aber bedingt auch die Verschiedenheit der entsprechenden theoretischen Reproduktion der Natur. Eben in der Spezifik der praktischen Naturaneignung liegt sowohl die besondere Bestimmtheit der Forderung nach dem Naturbild wie dessen geschichtliche Schranke.

Bevor wir uns den speziellen Eigenschaften der Arbeit unter frühkapitalistischen Bedingungen, die die praktische Voraussetzung des klassischen bürgerlichen Naturbildes darstellen, zuwenden, seien einige Bemerkungen zum Problem der Naturphilosophie überhaupt vorgetragen. Sie werden vor allem zu dem Zweck formuliert, den hier eingenommenen Standpunkt, daß die Arbeit in ihrer historischen Realität die Basis der jeweiligen Naturanschauung sei, allgemein deutlicher zu machen. Damit wird zugleich ein geeigneter Zugang zur Problematik der klassischen bürgerlichen Naturvorstellung gewonnen.

Zu Beginn sei die Gretchenfrage gestellt: Welchen Sinn kann eine Naturphilosophie neben der *exakten* (d. h. *mathematisch* betriebenen) Naturwissenschaft haben? Der

² W. Heisenberg, Das Naturbild der heutigen Physik, Hamburg 1955, S. 7.

Antwort kann man nicht ausweichen, wenn rechtens philosophische Probleme der Naturwissenschaften studiert werden sollen. Die hier zu gebende Antwort wird nicht umfassend sein, sondern nur knapp darstellen, wodurch die philosophische Reflexion der einzelnen Naturerkenntnis zu einer unabweisbaren Notwendigkeit wird. Dabei werden wir wiederum von der menschlichen Arbeit ausgehen, wobei sie uns nun nicht in der Beziehung theoretischer Gegenstand ist, ein historisch bestimmtes Naturverhalten der Arbeitenden zu repräsentieren. Vielmehr haben wir zu sehen, wie *aus der Arbeit* die Notwendigkeit der philosophischen Aneignung der Natur erwächst.

Alle Arbeit ist Zwecke setzende und verwirklichende Tätigkeit, in der sich tätiges Subjekt und betätigtes Objekt zu einem Prozeß zusammenschließen. Da Tätigkeit nur Arbeit ist, insofern sie durch *bewußte* Zwecksetzung vermittelt wird, die Definition des Zweckes aber die Identifikation des zum Objekt der Arbeit gemachten Gegenstandes erfordert, muß sich der Tätige gegen sein Objekt auch als „reiner Beobachter“ verhalten. Ein Maurer etwa muß erkennen, daß Mörtel und Ziegel vorliegen. Mit Humus und Erdbeeren läßt sich der Zweck seiner Tätigkeit, das Haus, nicht verwirklichen. Er muß also die bestimmten, ihm vorliegenden Dinge als Elemente besonderer Mengen aufweisen. (Wenn hier vom *reinen Beobachterverhältnis* gesprochen wird, so ist gerade dieses Tun gemeint.)

In diesem reinen Beobachterverhältnis ist gerade der Standpunkt eingenommen, die äußeren Gegenstände nicht zu ergreifen, nicht zu bewirken, nicht zu betätigen. Sie sollen vielmehr in ihrer Unabhängigkeit (Objektivität), in ihrer Äußerlichkeit erhalten werden. Der Widerstreit gegen die äußeren Objekte, das sinnlich-gegenständliche Tun an ihnen soll gerade ausgeschlossen bleiben. Indem dieser in der Arbeit *notwendig* enthaltene Standpunkt zur Wirklichkeit theoretisch reflektiert wird, erscheint er als Gesetz vom ausgeschlossenen logischen Widerspruch. Indem es zum Grundprinzip des theoretischen Verhaltens erhoben wird, ist dies Verhalten gerade das besondere der Logik und Mathematik. Ihm erscheint damit das sinnlich-gegenständliche Ding als *Relation* von „Ding“ und „Eigenschaft“; der sinnlich-konkrete Zusammenhang wird als abstrakter reflektiert. Die Abstraktion ist daher die auf diesem Standpunkt vollzogene Methode der theoretischen Naturaneignung.

Insofern nun das naturwissenschaftliche Erkennen (allgemein: das *einzelwissenschaftliche*) seine Aussagen durch *Messung* kontrolliert, enthält es notwendig jenen Standpunkt, ist es also notwendig mathematischer Natur. Der praktische Meßvorgang setzt die Definition von Relationen voraus; ohne ihr Vorhandensein kann nicht gemes-

sen werden. Wenn von der Mathematik nicht die für einen einzelwissenschaftlichen Bereich gültigen Relationen geliefert werden, so muß der Einzelwissenschaftler selbst zum Mathematiker werden. (Dies war zum Beispiel die charakteristische Ausgangslage für die klassische Mechanik.) Wird etwa ausgesagt, Achilles habe eine größere Geschwindigkeit als die Schildkröte, so scheint über die Wahrheit dieses Satzes nicht viel Denkens nötig. Wird zugleich erklärt, die Fallgeschwindigkeit richte sich nach dem Gewicht der fallenden Dinge, so scheint auch diese Aussage unmittelbar anschauliche Wahrheit zu besitzen. Wenn nun beide Aussagen, die gemeinsam den Ausdruck „Geschwindigkeit“ verwenden, durch Messung auf ihre Wahrheit geprüft werden sollen, so muß eine Relation gefunden werden, die diese Messung ermöglicht.

Die Mathematik als solche behandelt etwa Beziehungen von der Art $y = ax$ (beziehungsweise $dy = adx$), wobei sie die diesen zukommenden Eigenschaften möglichst umfassend zusammenstellt. Dabei sind die Symbole y , x , a Repräsentanten von Objekten, die durch Abstraktion bestimmt werden. Indem die Geschwindigkeit als *meßbare* Eigenschaft charakterisiert wird, erfolgt die Definition gerade dadurch, daß die Objekte der angegebenen Relation *physikalische* Bedeutung erhalten: $s = v t$ (beziehungsweise $ds = v dt$), wobei s den Raum in einer Dimension, t die Zeit repräsentiert. Die Geschwindigkeit v ist somit als funktionaler Zusammenhang von Raum und Zeit erklärt, also eine eindeutige Zuordnung gegeben. Damit ist der praktische Zweck, die Messung, erreichbar. Auf die scheinbar mühelosste Weise durch Ersetzen von y , x , a mittels s , t , v ist dies gelungen.

In der wirklichen Geschichte der klassischen Mechanik hat sich dieser Vorgang genau in entgegengesetzter Weise vollzogen (das ist jener Vorgang, der die Geburt der modernen Wissenschaft bedeutet).

Wichtig ist zunächst vor allem, daß statt eines abstrakten Objekts nun ein objektiv-reales den Gegenstand ausmacht, über den mit der Aussage $v = s/t$ (bzw. $v = ds/dt$) gesprochen wird. In diesem Übergang ist der Übergang zur Philosophie enthalten. Wie erfahren wir, daß Eigenschaften wie Raum und Zeit existieren? Woher also nehmen wir das Recht, die mathematische Beziehung $y = ax$ (beziehungsweise $dy = adx$) als ein Modell für den Zusammenhang von Raum und Zeit zu behaupten?

Daß es einen Raum, daß es eine Zeit gibt, erfahren wir gerade dadurch, daß wir aus dem reinen Beobachterverhältnis zu den objektiv-realen Dingen, zu den Dingen *außer* uns hinausgehen, daß wir an ihnen *sinnlich-gegenständlich tätig* werden. Wir müssen uns in Bewegung versetzen, die Dinge ergreifen, sie bearbeiten, um das Nebeneinander

(den Raum) und das Nacheinander (die Zeit) als wirkliche, d. h. wirkende Beziehungen der Dinge außer uns zu erfahren. Das heißt, wir müssen den Standpunkt verlassen, die Dinge in ihrer bloßen Äußerlichkeit zu belassen, sie in ihrer Unabhängigkeit (Objektivität) zu erhalten. Indem wir etwas an ihnen tun, machen wir sie zu *unseren* Gegenständen, verändern wir sie, verwandeln wir sie zum *inneren* Moment der Tätigkeit; wir widerstreiten ihnen. Der Widerstreit gegen die Dinge ist der Standpunkt, der bei diesem Übergang aus dem reinen Beobachterverhältnis in das sinnlich-gegenständliche Tun in der Tat eingenommen wird. Ohne dieses Tun wissen wir nichts von Raum und Zeit, von Ursache und Wirkung etc. Hier gilt mithin der Widerstreit als eingeschlossen, als unabdingbare Voraussetzung der realen Erfahrung. Der Standpunkt des mathematischen Verhaltens zur Wirklichkeit ist in diesem Übergang aufgehoben im Hegelschen Sinne: er wird sowohl vorausgesetzt wie negiert und bleibt in der physikalischen Erkenntnis erhalten. *Der Übergang vom Ausschließen zum Einschließen des Widerstreits ist also nichts anderes als die allgemeine Bestimmtheit der Arbeit, aus der Identifikation ihres Gegenstandes zur tätigen Veränderung eben dieses Gegenstandes überzugehen und umgekehrt.* Das Prinzip des ausgeschlossenen logischen Widerspruches ist daher nicht das absolute Prinzip des theoretischen Verhaltens, sondern seine notwendige, nicht hinreichende Bedingung. Indem das theoretische Verhalten unter Voraussetzung des Übergangs zum sinnlich-gegenständlichen Tun an den Dingen das Wesen dieser in dem nun wirkenden Gegensatz des Tätigen zu ihnen denkt, unterstellt es gerade den Widerstreit.

Als theoretisches Prinzip ausgesprochen (d. h. als Gesetz des dialektischen Widerspruches) ist der Widerstreit Grundprinzip des philosophischen Verhaltens zur Wirklichkeit. Philosophie ist also nicht *allgemeine* Reflexion der Wirklichkeit *schlechthin* (dies ist die Mathematik in ihrer Weise ebenfalls), sondern sie reflektiert das Allgemeine unter Voraussetzung des Widerstreits als eingeschlossenen (während die Mathematik eben dies Allgemeine unter Voraussetzung des Widerstreits als ausgeschlossenen reflektiert). Aus dieser Bestimmung folgt die entscheidende Konsequenz: *Die Philosophie abstrahiert nicht!* Die Abstraktion ist nicht die Methode des theoretischen Verhaltens, sofern es Philosophie ist; Abstrahieren und Ausschließen des Widerstreits sind äquivalente Bestimmungen. Wohl verallgemeinert die Philosophie. Abstraktion und Verallgemeinerung aber sind nicht identisch.³

³ Man muß K. Schröter (siehe: Kleine Enzyklopädie MATHEMATIK, Leipzig 1965, Kap. Mathematik und Gesellschaft) hinsichtlich seiner Bemerkungen zum Problem der Abstraktion entschieden zustimmen. Damit wird nämlich erst möglich, die Frage nach der philosophischen Methode als Gretchenfrage zu stellen: Heißt *philosophisch* zu denken, daß *abstrakt* gedacht wird? Wo dies bejaht wird, wird die Philosophie zur Mathesis universalis; man mathematisiert, statt zu philosophieren! Daß diese Konsequenz

Worin besteht die allgemeine Erfahrung, die wir beim Übergang aus der reinen Beobachtung (dieser Ausdruck – das sei nochmals betont – steht für das mathematische *Verhalten* zur Wirklichkeit) in das sinnlich-gegenständliche Tun gewinnen? Indem wir an den Dingen außer uns etwas tun (gleichgültig was wir im Besonderen am besonderen Objekt, was wir im *Allgemeinen* tun), schließen wir uns mit ihnen zu *einem* Prozeß zusammen, der uns *wie* die Dinge als seine Momente enthält und beider bedarf, um überhaupt Prozeß zu sein. Indem wir den Dingen widerstreiten, erfahren wir, daß sie uns widerstreiten. Indem wir unsere Macht gegen sie wenden, erfahren wir die Macht der natürlichen Dinge. Wir erfahren, daß sie noch etwas anderes sind als Modellbelegungen. In der praktischen Tätigkeit erfahren wir die Wirkungsfähigkeit der von uns zu unserem Objekt gemachten Natur. Aber – und dies ist die grundlegende Feststellung – diese Erfahrung basiert auf dem in der Tätigkeit vollzogenen Widerstreit gegen die natürlichen Dinge; wir erfahren sie nur als Gegensatz zu uns selbst. Das heißt: *Der Inhalt dieser Erfahrung ist abhängig von der Art und Weise, in der wir uns gegen die Natur wenden.* Er ist also durch die geschichtlich bestimmte Weise unseres Herangehens an die Natur beschränkt und präformiert. Die primitive Reflexion erklärt die Macht der Natur als Beseeltheit der Dinge, die entwickeltere erklärt sie als Gott, den ersten Bewegten. Erst eine Menschheit, die praktisch zur tatsächlichen Unterwerfung der Natur übergegangen ist, vermag deren Wirkungsfähigkeit unter dem Begriff der Selbstbewegung zu denken, d. h. den dialektischen Widerspruch als Grund aller Bewegung zu bestimmen.

Es ist also die sinnlich-gegenständliche Erfahrung der Macht der natürlichen Dinge gegen uns, die gestattet, von Kraft, Masse, Energie, Ursache, Wirkung etc. in der Einzelwissenschaft zu sprechen. Die *allgemeine* Bestimmtheit dieser Erfahrung ist das *philosophische* Element in der einzelwissenschaftlichen Erkenntnis. Es tritt sofort in Erscheinung, wenn nach dem „Wesen der Kraft“ etc. gefragt wird. Die Frage will die Philosophie. Etwas anderes ist, ob der Fragende der Philosophie mächtig ist. Die Frage ist unvermeidlich, sobald aus der mathematischen Relation in die Realität der sinnlich-gegenständlichen Dinge übergegangen wird. „. . .“, nicht alle Wahrheiten, die sich auf die Körperwelt beziehen, lassen sich aus bloß arithmetischen und geometrischen Axio-

unvermeidlich ist, hat allerdings schon Hegel (und im Ansatz Diderot) ausführlich dargelegt. Man muß daher die Konzeption Hegels wirklich ernst nehmen, sie unter *Voraussetzung* der Resultate der modernen mathematischen Grundlagenforschung erneut durchdenken. Hegel hat ja die Gretchenfrage gestellt. Er kam letzten Endes mit der Abstraktion nicht zu Recht wegen seines Idealismus, keineswegs aber aus Gründen mathematischer Kenntnislosigkeit.

men. . . abnehmen, sondern es müssen andere über Ursache und Wirkung, Tätigkeit und Leiden hinzukommen, um von der Ordnung der Dinge Rechenschaft zu geben."⁴

Wir stellen also fest: Indem die Naturwissenschaft die *tätige* Erfahrung zur unabdingbaren Basis hat, enthält sie als besondere Voraussetzung die allgemeine Bestimmtheit allen Tuns. Indem sie diese für sich zum Gegenstande des Denkens erhebt, verwandelt sie sich in Naturphilosophie. In ihr werden die Begriffe nicht durch Abstraktion erklärt. Es wird nicht gesagt, was *der* Raum oder *die* Zeit ist. Vielmehr wird unter Voraussetzung des Raumes die Zeit als dessen Negation erkannt und umgekehrt. Die Naturphilosophie denkt also den Zusammenhang nicht in seiner Äußerlichkeit, d. h. nicht als Relation, sondern in seiner Innerlichkeit, d. h. als sich selbst erzeugenden und bestimmenden Prozeß. Sie kann daher auch ihre Bestimmungen nicht in der Weise der mathematischen Demonstration entwickeln, sondern ist *an die natürliche Sprache gebunden*. Der Übergang von der Mathematik zur Philosophie ist der Übergang vom Abstrakten zum Konkreten. Es ist daher sinnvoll, im Gegensatz zur Abstraktion die philosophische Methode Konkretion zu nennen. „Physik und Naturphilosophie unterscheiden sich . . . nicht wie Wahrnehmen und Denken voneinander, sondern nur *durch die Art und Weise des Denkens* . . .“⁵ Die Aussagen der Naturphilosophie (wie die mathematischen Relationen) werden in der Naturwissenschaft auf ihre *gegenständliche* Wahrheit⁶ geprüft. Damit ist die Naturphilosophie ebenso Voraussetzung wie Folge der einzelwissenschaftlichen Naturerkenntnis; sie ist mit dieser sozusagen in einem Regelkreis ver-

⁴ G. W. Leibniz, Hauptschriften zur Grundlegung der Philosophie, 1. Bd., Leipzig 1924, S. 270.

⁵ G. W. F. Hegel, System der Philosophie. Zweiter Teil. Die Naturphilosophie, Stuttgart 1942, S. 32.

⁶ Bei der hier angedeuteten Konzeption des Verhältnisses von Mathematik und Philosophie spielt natürlich der Wahrheitsbegriff eine fundamentale Rolle. Man kann die bekannte Definition des Aristoteles durchaus nicht als die schlechthin materialistische, also *philosophische* Bestimmung der Wahrheit ausgeben. Tatsächlich enthält sie implizit die Bestimmung des ausgeschlossenen logischen Widerspruchs. Ein „Sachverhalt“ im Sinne der aristotelischen Definition „ist“ entweder oder „ist nicht“, d. h. als logische Identität bestimmt. Aber damit ist gerade der Standpunkt der Philosophie (ein Sachverhalt ist zugleich und ist nicht) ausgeschlossen. Die aristotelische Definition ist tatsächlich vielmehr der mathematische Begriff der Wahrheit, und zwar unter Voraussetzung des klassischen Standpunktes der aktualen Unendlichkeit. Man muß nur den Absolutheitsanspruch in der Philosophie wie in der Mathematik aufheben (d. h. die unsinnige Vorstellung einer obersten oder „allgemeinsten“ Wissenschaft, die selbstverständlich nur *einen* Thron zu verteilen hat, den je nach Geschmack dann *entweder* die Philosophie *oder* die Mathematik einnimmt), d. h. die Wissenschaft selbst als sich bewegendes Ganzes begreifen, um aus der Einseitigkeit der aristotelischen Definition, d. h. die Wahrheit als abstrakte, zur konkreten Auffassung zu gelangen.

Die Wahrheit in der Einzelwissenschaft hat notwendig unterschiedene Momente im Gegensatz zu der in der Mathematik. Aussagen über „Tatsachen“ sind etwas anderes als schlechthin mathematische Aussagen. Eine „Tatsache“ wird im Sinne der experimentellen Einzelwissenschaft stets durch logisch präformiertes Tun an der realen Sache bestimmt (hierin ist der rationale Kern des Operationalismus zu sehen). Damit aber wird die Wahrheit der Aussage über die „Tatsache“ notwendig relativ. Diese Relativierung der Wahrheit im sinnlich Gegenständlichen ist die Bestätigung der Erklärung der dialektischen Philosophie, daß eine „Sache“ der objektiven Realität zugleich ist und nicht ist. Eine solche Relativierung der Wahrheit kann und braucht innerhalb der Mathematik nicht zugelassen zu werden. Aber daher ist es auch sinnvoll, für die Wahrheit der Aussagen über „Tatsachen“ einen spezifischen Ausdruck zu verwenden, den von Marx geprägten: „gegenständliche Wahrheit“.

knüpft. Jede naturwissenschaftliche Aussage unterstellt bereits philosophische Naturanschauung; zugleich wird ihre experimentelle Prüfung auch zur Entscheidung der Zulänglichkeit der unterstellten Philosophie.

Alle Arbeit ist stets Arbeit in gesellschaftlichen Strukturen. Die natürlichen Dinge werden nie anders als im und vermittels des sozialen Zusammenhanges angeeignet. Erst unter der Anwendung *sozial bestimmter* Macht also wird uns die Macht der Natur gegenständlich. Es ist daher ganz einsichtig, daß die naturphilosophischen Konzeptionen den sozialen Stempel der Zeit tragen, die sie hervorbringt. Dem vermittels der hierarchischen feudalen Pyramide gegen die Natur agierenden mittelalterlichen Menschen ist diese als geistig Konkretes gerade jener aristotelisch-scholastische Kosmos, dem Gott vorsteht, wie der Papst der Christenheit. Die atomistische Konzeption ihrerseits ist Ausdruck der tatsächlichen sozialen Struktur, die das Individuum in der einfachen Warenproduktion erfährt. Da die Macht der Natur eben nur vermittels der angewendeten menschlichen Macht gegenständlich wird, ist der menschliche Schein an der Wirkungsfähigkeit der Natur (das so genannte anthropologische Element) mitnichten als etwas bloß Negatives aufzufassen. Es ist vielmehr das Positive darin zu sehen, daß *der Mensch selbst Naturwesen* ist, daher seine menschliche Qualität als Moment des Zusammenhanges der Natur nicht verschwinden kann. Daß sich eine Epoche gegen das „anthropologische Element“ in der Naturbeschreibung wendet, ist nicht als Ausdruck der absoluten Nichtmenschlichkeit der Natur zu nehmen, sondern vielmehr als Ausdruck jener geschichtlichen Stufe der Natur des Menschen, in der die äußere Natur zwar schon als der allgemeine Gegenstand, jedoch als solcher noch außerhalb der menschlichen Beherrschung bestimmt ist. Die geforderte *Nichtmenschlichkeit der Natur* ist daher nur der Ausdruck der im sozialen Zusammenhang erfahrenen *Nichtnatürlichkeit des Menschen*, d. h. seine Menschlichkeit als entfremdete. Solange die Menschen ihre eigene Macht nicht als menschliche Selbstbestimmung erfahren können, solange also ihre soziale Qualität in der Entfremdung verharrt, bleibt ihnen die Auffassung der Natur als sich selbst bestimmende, sich selbst bewegende verschlossen.

Das mittelalterliche Individuum erfährt die soziale Macht als Gewalt des Lehnsherrn; dieser ist die Quelle seiner Aktion. So erscheint ihm die Quelle der natürlichen Aktion als Gott – und zwar als der leibhaftige, persönliche Gott. Dem Waren produzierenden Individuum erscheint die soziale Macht nicht mehr in personalisierter Form, weil sie in der Tat erst im Austausch gegenständlich wird. Sie ist zur Sache verflüchtigt, von der der Austauschende wie an unsichtbaren Fäden hin und her gezerrt wird. In der Waren-

produktion handelt er tatsächlich wie ein von außen bewirkter Körper; er erfährt sein Verhalten durch den Markt geregelt. Und genau in dieser Weise werden die Atome konzipiert: Elemente, die zu keiner Selbstbestimmung fähig nur „äußeren Kräften“ gehorchen. Die gesellschaftlichen Beziehungen werden also in der Reflexion natürlicher Zusammenhänge stets mitgedacht, eben weil diese praktisch nur vermittels jener gegenseitlich werden.

Wir reden hier nicht einem primitiven Mechanismus der Abhängigkeit der Naturerklärung von spezifischen gesellschaftlichen Interessen und Strukturen das Wort. Allein, man kann nicht so tun, als hätte das Wissen von der Natur nichts mit der sozialen Qualität eben derjenigen zu schaffen, die dieses Wissen erzeugen. Die soziale Determiniertheit der Arbeit und also der praktischen Naturaneignung gehört entschieden mit zu den „Fundamenten unseres Daseins“, die Heisenberg so tiefgründig mit den Grundlagen der Naturwissenschaft verknüpft. Die Vorstellung von der „Klassenunabhängigkeit der Naturwissenschaft“ ist zu undifferenziert, zu wenig inhaltsvoll, als daß sie den wirklichen Zusammenhang von gesellschaftlicher Bestimmtheit der Naturaneignung und der daraus resultierenden Naturerklärung zu erfassen vermag. Streng genommen ist *allein die Mathematik* (und Logik) vom Charakter jener „Klassenunabhängigkeit“. Dies gerade deshalb, weil sie Erkenntnis der Wirklichkeit unabhängig von deren sinnlich-konkreter Gegenständlichkeit darstellt. Diese aber offenbart sich im Tun, und *das Tun ist jenseits der reinen Objektivität*, ist Entfaltung der Parteilichkeit des Handelnden gegen sein Objekt. Daher ist von einer „rein objektiven“ Naturwissenschaft (und *Einzelwissenschaft* überhaupt) keineswegs zu reden. Es ist falsch zu sagen, daß die Natur in den Naturwissenschaften unabhängig vom Menschen erklärt wird. Gilt dieser Satz, dann freilich ist die Naturwissenschaft „klassenunabhängig“, aber nur, weil sie schon als menschenunabhängig vorausgesetzt ist. Wenn wir diesen Satz ablehnen – das sei betont –, so ist die Naturwissenschaft nicht von der Geschichtlichkeit des Menschen lösbar, ist ihre jeweilige historische Höhe vielmehr Ausdruck der errungenen Menschlichkeit.

Der Schein der Unabhängigkeit kommt einerseits durch das Unverständnis des mathematischen Verhaltens zur Wirklichkeit, mithin der Funktion der Mathematik in den Einzelwissenschaften herein, andererseits ist die Fiktion einer vom Menschen unabhängigen Natur zutiefst Ausdruck der sozialen Entfremdung, in der ebenso auch die Natur auf entfremdete Weise ergriffen wird. Daraus entspringt jene unsinnige Kluft zwischen den Natur- und „Geistes“-Wissenschaften (worin der Mensch als nichtnatürlicher Geist festgehalten bleibt), die manchmal von Marxisten als „prinzipieller Unterschied“ zwi-

schen Natur- und Gesellschaftswissenschaften reproduziert wird. Die gedankliche Aufhebung dieser metaphysischen Trennung wird möglich, sobald die Aufhebung der bürgerlichen Gesellschaft gedacht werden kann. Diese Gesellschaft *ist* in der Tat jenes verkehrte Verhältnis zur Natur, das verkehrte Naturbewußtsein nur seine Reflexion. Die Philosophie der Arbeiterklasse setzt notwendig ein anderes Naturbewußtsein: „Daß das physische und geistige Leben des Menschen mit der Natur zusammenhängt, hat keinen anderen Sinn, als daß die Natur mit sich selbst zusammenhängt, denn der Mensch ist ein Teil der Natur.“⁷

Daß der Mensch als „ein Teil der Natur“ gedacht werden kann, unterstellt die praktische Voraussetzung, daß die natürlichen Dinge als *Arbeitsmittel* in die durch das Wertverhältnis beherrschte Produktion eingehen. Eben dadurch wird die Produktion industriell und gesellschaftlich. Und genau damit ist der Beginn der Überwindung des bloßen Gegensatzes von Mensch und Natur gesetzt.

„Die *Industrie* ist das *wirkliche* geschichtliche Verhältnis der Natur und daher der Naturwissenschaft zum Menschen; wird sie daher als *exoterische* Enthüllung der menschlichen *Wesenskräfte* gefasst, so wird auch das *menschliche* Wesen der Natur oder das *natürliche* Wesen des Menschen verstanden, daher die Naturwissenschaft ihre abstrakt materielle oder vielmehr idealistische Richtung verlieren und die Basis der *menschlichen* Wissenschaft werden... Die *gesellschaftliche* Wirklichkeit der Natur und die menschliche Naturwissenschaft oder die *natürliche Wissenschaft vom Menschen* sind identische Ausdrücke.“⁸ Die Vorstellung von der Naturwissenschaft, daß sie die Natur unabhängig vom Menschen zum Gegenstand hätte, ist Rudiment des klassischen bürgerlichen Naturbildes. Als marxistische Auffassung zu gelten, kann sie angesichts der von Marx selbst gegebenen Bestimmung nicht ernsthaft beanspruchen.

⁷ K. Marx, Zur Kritik der Nationalökonomie, Ökonomisch-philosophische Manuskripte, in: K. Marx/F. Engels, Kleine ökonomische Schriften, Berlin 1955, S. 103.

⁸ Ebenda, S. 136f.

Bürgerliche Emanzipation und Naturanschauung

Die geschichtlich bestimmte Basis des klassischen Naturbildes ist das sich entfaltende Kapitalverhältnis, also nicht der gereifte industrielle Kapitalismus, sondern dessen Genesis. Mit der industriellen Revolution in England und der politischen in Frankreich ist auch der Höhepunkt der klassischen Naturanschauung gewonnen. Die Naturphilosophie der deutschen Klassik gehört daher nicht mehr zum hier zu behandelnden Gegenstand.

Unter den Bedingungen der feudalen Gesellschaft hat sich als Resultat der erweiterten und intensivierten Zirkulation die Geldwirtschaft zu Beginn der hier zu betrachtenden Epoche voll ausgebildet. Wie nun Geld und Ware zu Kapital werden, das ist der soziale Inhalt der Periode, die das klassische Naturbild erzeugt. Wir haben daher einerseits die grundsätzliche Stellung zur Natur zu erfassen, die dem in der einfachen Warenproduktion agierenden Individuum eigen ist. Andererseits sind die historisch bestimmten Etappen der Verwandlung des Wertverhältnisses in das des Kapitals als ebenso bestimmte Perioden der Bildung der klassischen Naturanschauung zu ergreifen.

Im Unterschied zum feudal agierenden Individuum, dem die Natur allein in der besonderen Beziehung, Grund und Boden zu sein, Gegenstand ist, sind in der einfachen Warenproduktion die natürlichen Dinge nicht mehr in jener Einseitigkeit gegenständlich.⁹ Nicht als einzelne stoffliche Qualität, sondern als Träger, als „Substanz“ des Wertes sind sie unterstellt. Ist das Naturding als Ware behandelt, so ist gerade die völlige Gleichgültigkeit gegen jeden besonderen Ausdruck der Natur entwickelt, d. h. das besondere Interesse, alle Naturdinge als Gebrauchswerte zu verwenden. Allein dieses Dasein als Gebrauchswert unterstellt der Kaufmann den natürlichen Dingen, um seinen Zweck, den Tauschwert, zu realisieren. Darin ist eine fundamentale Eigenschaft des praktischen Naturverhaltens in der einfachen Warenproduktion zu sehen, die eine völlige Revolution in der Weise der Naturbewältigung durch die Menschen enthält.

Ist das Naturding als Gebrauchswert bestimmt, so ist seine Eigenschaft, „natürlich“ zu sein, gerade als Gegensatz des „Menschlichen“ erklärt. Und damit ist die „Natur“ überhaupt erst als ein Allgemeines menschlicher Gegenstand. Zugleich sind die natürlichen Dinge Gebrauchswerte nur, insofern sie die Möglichkeit des Tauschwertes enthal-

⁹ Es können hier nur einige Grundzüge grob skizziert werden. Eine Detail-Untersuchung liegt außerhalb des Rahmens dieser Darstellung.

ten. Damit aber ist das Tun an ihnen nicht mehr unter dem Zweck der bloßen Reproduktion der bestehenden menschlichen Natur gesetzt, sondern es wird ein wesentlich „außernatürlicher“, ein spezifisch menschlicher Zweck verfolgt. Mit anderen Worten: Die einfache Warenproduktion enthält die volle Entgegensetzung des Menschen zur Natur. Das „gemütliche Knechtschaftsverhältnis“ ist aufgehoben.

In der theoretischen Reflexion wird diese praktische Entgegensetzung in der Weise ausgesprochen, daß die natürlichen Dinge gottlos, bloße Sachen, Dinge überhaupt darstellen. Die Natur verwandelt sich für das Bewußtsein aus einer beseelten Wirklichkeit, einer handgreiflichen Gottheit in eine geistlose Sache, weil der Zweck der menschlichen Tätigkeit in der neuen Stufe menschlicher Entwicklung, eben der einfachen Warenproduktion, der Tauschwert ist, der kein Zweck der Natur, sondern allein einer des Menschen ist. Weil die natürlichen Dinge hier nur die Vermittlung eines kreisrelationalen Zusammenhanges ermöglichen, dessen Beginn *und* Ende *allein* der Mensch ist, so erscheinen sie dem Bewußtsein als „tote“ Sachen. In dieser Haltung aber liegt die grundsätzliche Möglichkeit für das Denken, von „Körpern“ schlechthin zu sprechen, die natürlichen Dinge also unabhängig von aller besonderen Stofflichkeit zu behandeln. Der klassische „Körper-Begriff“ beruht auf dieser grundlegenden sozialen Voraussetzung der einfachen Warenproduktion. Er ist die theoretische Reflexion der im Gebrauchswert gegenständlichen geistlosen Natursache.

Eine weitere wichtige Feststellung betrifft die im Austausch erfahrene Existenz des Wertgesetzes, die möglich wird, sobald der Handel über die bloße Räuberei hinaus ist, sich also in festen, geregelten Beziehungen etabliert hat. Damit erfährt das Individuum in seiner alltäglichen Praxis die Unmöglichkeit der Schöpfung aus dem Nichts. Dem allein Agrikulturarbeit leistenden feudalen Bauern ist jene Schöpfung unmittelbare Alltagserfahrung: er erntet ein Vielfaches der Saatmenge. Der austauschende Kaufmann aber erhält Äquivalente. Indem die einfache Warenproduktion gesellschaftlich bestimmenden Charakter annimmt, gewinnt die Ablehnung der Schöpfung aus dem Nichts für das Bewußtsein axiomatischen Charakter. Sie wird dann nicht mehr diskutiert, sondern als Voraussetzung des Schließens behandelt. „Wenn wir aber anerkennen, daß unmöglich aus Nichts Etwas werden kann, dann gilt der Satz: Aus Nichts wird Nichts, . . . als eine ewige Wahrheit, welche . . . ein Axiom genannt wird.“¹⁰

Es ist selbstverständlich, daß die Behandlung der natürlichen Dinge als „tote“ Sachen einerseits, die Ablehnung der Schöpfung aus dem Nichts andererseits zwei Momente

¹⁰ R. Descartes, Die Prinzipien der Philosophie, Berlin 1965, S. 17.

ein und derselben Sache sind. Sie drücken beide die soziale Dominanz des Wertverhältnisses aus.

Was schließlich als dritte wichtige Feststellung zu formulieren ist (und was die neuere europäische Entwicklung grundsätzlich von der antiken unterscheidet), ist die Tatsache, daß die einfache Warenproduktion in der neueren europäischen Entwicklung *nicht* auf Sklavenarbeit beruht. Dadurch ist die Verwendung von Maschinen, deren Produktion in der antiken Gesellschaft wesentlich als Luxusgeschäft betrieben wurde, für die produktive Arbeit möglich. Was die Instrumentenbauer, Uhrmacher, Mühlenbauer, Erfinder, die „mechanici“, ihren antiken Kollegen voraushaben, ist die Möglichkeit, ihre Erzeugnisse mit Gewinn zu verkaufen, also aus dem Maschinenbau ein Gewerbe zu machen. Die technischen Geräte, die automatischen Instrumente (meist Spielzeug) der hellenistischen und arabischen Gelehrten erregen noch heute unsere Bewunderung. Was ihnen fehlte, war eine Klasse, willens, die Resultate ihrer individuellen Fähigkeiten in produktive Fähigkeiten der Gesellschaft, d. h. in gesellschaftliche Produktivkräfte zu verwandeln.

Wir können hier nicht auf die Frage eingehen, warum in der mittelalterlichen Gesellschaft gerade eine solche Klasse heranreifte. Es sei aber auf die theoretischen Darlegungen von Marx und Engels über die spezifische Rolle des privaten Grundeigentums für die Bildung des Kapitalverhältnisses verwiesen.¹¹

Es genügt hier festzuhalten, daß mit der grundsätzlich neuen sozialen Stellung jener „mechanici“ die Möglichkeit gegeben ist, zur *experimentellen* Naturaneignung überzugehen. Es sind diese *mechanici*, die im engeren Sinne die Geburt der modernen Naturwissenschaft verwirklichen. Wichtig ist in diesem Zusammenhang vor allem auch, daß die *mechanici* ein wesentlich anderes Verhältnis zur Mathematik besitzen als die Theoretiker einer Gesellschaft, die wegen ihrer auf Sklavenarbeit gegründeten Existenz gerade die Verachtung der manuellen Arbeit zur sozialen Norm erhebt. Den *mechanici* ist die Mathematik nicht insofern wesentlicher Gegenstand, als sie mit der Erzeugung eines deduktiven Systems das Paradigma einer ewig unveränderlichen Weltordnung (das gerade ist das Interesse Platons) bietet, sondern sie soll ihnen vielmehr dienen, die manuelle Arbeit mittels Konstruktion von Maschinen zu erleichtern, zu verbilligen, zu intensivieren. Daher wenden sie sie nicht von den wirklichen, natürlichen Körpern, die nie geometrische Verhältnisse sinnlich-gegenständlich darstellen, ab (und bleiben mithin

¹¹ Vgl. K. Marx, Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie, Berlin 1953, zu den Formen des Grundeigentums. Auch im Marx-Engels Briefwechsel, in: K. Marx/F. Engels, Werke, Bd. 28, Berlin 1963, S. 246–247, 250–261 finden sich wichtige Hinweise zu diesem Problem.

vor der Infinitesimalrechnung stehen), sondern diesen gerade zu. Mit den *mechanici* ist eine philosophische Haltung gegenüber der Mathematik gegeben, die gegen die platonisch-euklidische Position die demokritisch-archimedische wendet – freilich um den Preis der logischen Strenge. Dies enthält eine konstituierende Komponente des klassischen bürgerlichen Naturbildes, das gegen die scholastische Einheit von Theologie und Logik die Einheit von Philosophie und rechnender Mathematik kehrt.

In der einfachen Warenproduktion sind die natürlichen Dinge zwar in der allgemeinen Bestimmung, Substanz des Tauschwertes zu sein, unterstellt, aber *das Wertverhältnis hat sich noch nicht die eigentliche Produktion unterworfen*. Objektive und subjektive Bedingungen der Arbeit werden selbst noch nicht getauscht, weil sie noch nicht getrennt sind. Solange diese Trennung nicht vollzogen ist, das Wertverhältnis also auf die Zirkulationssphäre beschränkt bleibt, liegt das Zustandekommen des Gebrauchswertes *außerhalb* des Gesichtsfeldes. Es ist zwar gleichgültig, welche besondere Stofflichkeit die Dinge haben, aber daß sie eine besitzen, ist unabdingbare Voraussetzung. In der einfachen Warenproduktion bleibt der Gebrauchswert eine rein äußerliche Voraussetzung: das natürliche Ding läßt sich nur verkaufen, wenn es ein Bedürfnis befriedigt. Die *Produktion* des Dinges geht den *Austauschenden* nichts an.

Diese wesentliche Tatsache, daß Produktion und Konsumtion – Anfang und Ende der Zirkulation – nicht dem Wertverhältnis unterworfen sind, reflektiert das theoretische Verhalten als die absolute Festigkeit der natürlichen Dinge gegen uns. Wie der Austauschende den Gebrauchswert schlechthin voraussetzen muß, um tauschen zu können, also von der „An-sich-Existenz“, d. h. der ohne sein Zutun zustande gebrachten Existenz der Waren ausgehen muß, so werden in der theoretischen Naturaneignung die natürlichen Dinge als „an sich“ fest und bestehend unterstellt. Diese absolute Festigkeit der Dinge gegen uns gehört zum theoretischen Grundkonzept der klassischen Naturanschauung. Es ist dafür ganz gleichgültig, ob es sich um idealistische oder materialistische Ausbildungen handelt (etwa um Monaden oder Atome). Damit aber ist das klassische bürgerliche Naturbild wesentlich metaphysisch: Ist das Naturding „an sich“ fest und bestehend, so ist es zugleich bar jeder Selbstbewegung; die Bewegung aber kann nur Veränderung der Beziehungen sein, welche die Dinge zu anderen *außer* ihnen haben.

Diese metaphysische Konstruktion reflektiert das in der Tat metaphysische Verhalten zur Natur, das in der einfachen Warenproduktion gesetzt ist. Die menschliche Entwicklung ist erst zur totalen Entgegensetzung gegen die Natur gelangt, jedoch noch nicht zur

Überwindung dieses Gegensatzes geschritten. Gerade damit ist der geschichtliche Augenblick eingetreten, in dem die klassische Interpretation der Natur möglich und notwendig wird. Einerseits fehlt in der eigentlichen Produktion die Bedingung des *theoretischen* Verhaltens zur Natur (nämlich die durch das Wertverhältnis gesetzte *vermittelte* Naturaneignung), indem sie noch auf der unvermittelten Einheit der objektiven und subjektiven Arbeitsbedingungen beruht, sich daher mit einer unvermittelten Anschauung der Natur begnügt. Andererseits ist das theoretische Verhalten durch die Beschränktheit seiner Basis (nämlich die Herrschaft des Wertverhältnisses allein in der Zirkulations-sphäre) selbst der Einseitigkeit verhaftet. Es muß im praktischen Naturverhalten erst eine grundsätzliche Änderung erzeugt werden, so daß die Aufhebung jener Vorstellung von der absoluten Festigkeit der Dinge möglich wird.

Sie wird durch den Übergang zur industriellen Arbeit möglich, die die Trennung der objektiven und subjektiven Bedingungen der Produktion voraussetzt, d. h. ihre Verwandlung in Kapital und Lohnarbeit. Die Arbeit muß selbst allgemeine werden, damit das Zustandekommen der natürlichen Dinge zum theoretischen Problem werden kann. Mit A. Smith erfolgt diese Wendung. Auf ihn fußend, kann Hegel die naturphilosophische Konsequenz ziehen: „Die Schwierigkeit, d. i. die einseitige Annahme des theoretischen Bewußtseins, daß die natürlichen Dinge uns gegenüber beharrend und undurchdringlich seien, wird direkt widerlegt durch das praktische Verhalten, in welchem dieser absolut idealistische Glauben liegt, daß die einzelnen Dinge nichts an sich sind...“¹²

In der einfachen Warenproduktion bleibt die Entgegensetzung von Mensch und Natur starr, unveränderlich. Die Überwindung des Gegensatzes kann nicht produziert werden, weil die natürlichen Dinge nur als Gebrauchswerte allgemein sind, nicht aber als Arbeitsmittel. „Die Umwälzung der Produktionsweise nimmt in der Manufaktur die Arbeitskraft zum Ausgangspunkt, in der großen Industrie das Arbeitsmittel . . . die Werkzeugmaschine, ist es, wovon die industrielle Revolution im 18. Jahrhundert ausgeht.“¹³

Wir können mithin die klassische bürgerliche Naturanschauung als die dem Handelsbürgertum eigene theoretische Naturaneignung bestimmen. Es bleibt noch anzumerken, daß die Bourgeoisie als Handelsbürgertum – eben wegen der fehlenden Unterwerfung der Produktion unter die Wertbeziehung – nicht die alleinige Repräsentantin der Gesellschaft sein kann. Demgemäß reflektiert sich auch die praktische Dualität von

¹² G. W. F. Hegel, Die Naturphilosophie, a. a. O., S. 42.

¹³ K. Marx, Das Kapital, Bd. I, in: K. Marx/F. Engels, Werke, Bd. 23, Berlin 1962, S. 391, 393.

Bourgeoisie und Feudaladel in der Konzeption des klassischen Naturbildes, die jedoch analog der sozialen Bewegung zunehmend aufgehoben wird.

Indem wir die klassische bürgerliche Naturauffassung allgemein als handelsbürgerliche theoretische Naturaneignung gekennzeichnet haben, ergeben sich deren geschichtliche Perioden unmittelbar aus den Stufen der Entwicklung des Handelskapitals. Im Großen und Ganzen lassen sich drei Schwerpunkte angeben.

In der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts vollzog sich der entscheidende Vorgang der Lösung des „Geschäfts“ von der Persönlichkeit des Kaufmanns in gesellschaftlich bestimmendem Maß. Damit ist der eigentliche Beginn der Versachlichung der sozialen Verhältnisse gesetzt. Aus der Handelstätigkeit löst sich das Kapital der „Firma“ vom individuellen Vermögen; die „Firma“ wird zur selbständigen Rechtsperson. Exakte Bilanzierung, genaue Gewinnabrechnung, geplante Handelsoperation sind die notwendigen Bedingungen der Existenz der „Firma“. Damit ist die oben skizzierte Grundbeziehung zur Natur auf einer ersten Stufe explizit entwickelt.

Die Schranke dieser ersten Stufe besteht vor allem darin, daß die Warenzirkulation Vermittlung *feudaler* Bedürfnisse ist. Indem das Handelskapital zwischen diesen Bedürfnissen vermittelt, damit die feudalen Gewalten ausplündert, setzt es sie zugleich als Bedingung der Kapitalakkumulation voraus. Es bleibt daher an die Existenz der feudalen Gewalten gebunden, muß diese als Gegenstand seiner Prellerei verteidigen. Das Kapital erscheint so selbst noch in feudaler Hülle (*patrizisches* Handelskapital). Das Kapital wird zwar als sachliche Gewalt etabliert, zugleich aber noch feudal genossen. Das Geschäft, die „Firma“ hat daher noch wesentlich den Zweck, dem Kaufmann die Verwandlung in einen feudalen Grundherrn zu gestatten. In diesem Widerspruch, die feudalen Gewalten ruinieren zu müssen und sie zugleich vor dem Ruin zu bewahren, geht das patrizische Handelskapital als eine *verschwindende* Voraussetzung des entwickelten Kapitalverhältnisses zugrunde.

Die Renaissance-Ideologie ist die getreue Reflexion dieses Widerspruches. Da das Bürgertum als moderne Kapitalistenklasse erst in der Entstehung begriffen ist, das Patriziat nur eine verschwindende Bedingung dieser Klasse, so kann in der Renaissance von einem bürgerlichen Klassenbewußtsein im eigentlichen Sinne keine Rede sein. Alle gewohnten ideologischen Beziehungen erscheinen in ihr vielmehr durcheinander geworfen und nicht mehr gültig. Der historisch reaktionäre Platon wird gegen Aristoteles progressiv rezipiert, der nicht minder reaktionäre Pythagoras avanciert zum Paten der umstürzlerischen Unendlichkeitsidee. Der Status nascendi der Bourgeoisie in der ge-

schichtlichen Gestalt des Patriziats ist die soziale Bedingung. Dies zeigt einmal mehr, daß die Philosophie keine aparte, von den gesellschaftlichen Verhältnissen losgelöste Geschichte hat.

Im Naturbild der Epoche finden wir einerseits die Versachlichung der natürlichen Dinge für das Bewußtsein ausgedrückt in der These von der Unendlichkeit der Welt, die G. Bruno zur Vielheit der Welten steigert. So wird Gott weiter und weiter aus der Natur entfernt, sie daher dem Menschen als sein eigenstes Objekt näher und näher gebracht. Andererseits aber bleibt sie dem Bewußtsein wesentlich Gegenstand des Ergötzens, des intellektuellen Genusses. Die Natur soll als geordnetes, geregeltes Bauwerk angeschaut werden; sie als ein Dasein in *exakten Proportionen* zu erweisen, ist das Bedürfnis der theoretischen Naturaneignung. Das Naturbild ist *künstlerisch* wie die Kunst Reproduktion der Natur. Es ist die einzigartige Periode, in der Künstler auch Mathematiker sind und umgekehrt.

Das Naturbild des Zeitalters ist vor allem *antiaristotelisch*, d. h. gegen die von der Kurie sanktionierte scholastische Interpretation des Aristoteles gerichtet. Unter Voraussetzung dieser alles durchdringenden Opposition werden Auffassungen formuliert, die nur zum Teil für das entwickelte klassische Naturbild Geltung erlangen. Besonders die großartigen Ansätze dialektischen Denkens gehen wieder weitgehend verloren. Dies erklärt sich wesentlich daher, daß sie stark in mystischen und magischen Gedankengängen verwickelt sind, die der sich entfaltenden rationalen Wissenschaft von der Natur in dieser Form nicht mehr dienen können.

Um 1600 erreicht die handelskapitalistische Entwicklung eine höhere Stufe, die in der Gründung der ostindischen Kompanien der Niederländer und Engländer sichtbaren Ausdruck findet. Mit dem Übergang zur Aktiengesellschaft besitzt das Handelskapital nun eine *rein bürgerliche* Grundlage. Nicht mehr die Vermittlung feudalen Genusses, sondern des *bürgerlichen Konsums* ist Inhalt der Handelstätigkeit, die schrankenlose Reichtumsanhäufung daher die Intention: Reichtum zum Zwecke des Reichtums. Gegen den aristokratischen Charakter des patrizischen Handelskapitals erscheint der neue demokratisch; sein politischer Inhalt ist damit auch antihabsburgisch, auf die Herstellung des nationalen Marktes gerichtet. Das neue Handelskapital übernimmt selbst die Organisation der kolonialen Ausbeutung. Es sichert seine Kolonien durch Ansiedlung ackerbauender Bevölkerung aus dem Mutterland, wozu das patrizische Kapital nicht fähig ist.

Für diese Stufe ist darüber hinaus wichtig, daß in ihr zugleich eine höhere Stufe der Warenproduktion gefordert ist und mit der *vollen Ausbildung* der Manufaktur realisiert

wird. Die Tendenz zur Manufaktur ist der Warenproduktion überhaupt immanent. Was jedoch den spezifischen Charakter der manufakturrellen Produktion dieser neuen Stufe ausmacht, ist die massenhafte Existenz der freien Arbeitskraft. Mit der Expropriation der Landbevölkerung ist auch die Vernichtung der feudalen Zunftschranken vollzogen, so daß sowohl Arbeitskräfte in großer Menge kombiniert wie für beliebige gewerbliche Zwecke eingesetzt werden können. So wird die Vereinigung von Handel und Manufaktur möglich, die ein wichtiges Kennzeichen der neuen Stufe des Handelskapitals darstellt. Damit bedarf das Bürgertum einer Rationalisierung der Gütererzeugung, denn es lebt von der Zirkulation der Massenartikel.

Für unseren Zusammenhang ist nun wesentlich, daß mit der Erzeugung des Reichtums zum Zwecke des Reichtums nicht mehr der Genuß der Natur, sondern die *Macht über sie* zum Anliegen der theoretischen Naturaneignung wird. Nicht das Ergötzen, sondern der *Nutzen* ist deren Bestimmung. „Wissen ist Macht!“ lautet F. Bacons Parole. Indem er den bisherigen Stand der Wissenschaft prüft, findet er: „Man stellt bei genauer Prüfung fest, daß zahlenmäßig viel, wertmäßig wenig Neues und Gutes dabei herauskommt . . . Die ganze Überlieferung . . . bringt nur Lehrer und Schüler hervor, aber keinen Erfinder . . .“¹⁴

Die Wissenschaft soll also Nutzen bringen, ihr „Neues“ vor allem „wertmäßig“ sein. Diese Grundtendenz ist genau die Reflexion der neuen Stufe des praktischen Naturverhaltens, zugleich aber die bedingende Voraussetzung für die eigentliche Geburt der modernen Naturwissenschaft, die jetzt vollzogen wird. Die Epoche sucht ganz allgemein nach *sicherer*, d. h. *verwertbarer* Erkenntnis. Daher wird das Problem der wissenschaftlichen Methode zum Angelpunkt der theoretischen Naturaneignung. In dieser unmittelbar praktischen Wendung des Naturerkennens wird die aus der Renaissance überkommene antiaristotelische Haltung zugespitzt. Bacon wendet sich direkt dem klassischen Materialismus der Antike zu, hebt Demokrit hervor. Galilei erklärt: „Seine Anhänger haben dem Aristoteles die Autorität verliehen, nicht er hat sie sich angemäßt oder genommen . . . Ehe sie am Himmel des Aristoteles etwas ändern lassen, leugnen sie dreist, was sie am Himmel der Natur erblicken.“¹⁵

Daß der „Himmel der Natur“ zum Kriterium erhoben ist, d. h. die *messende* Beobachtung, nicht die *bewundernde*, wird sozial durch die Interessen der neuen Handelsbourgeoisie gesichert. Diese Interessen sind es auch, die, indem sie den Prozeß gegen

¹⁴ F. Bacon, Das neue Organon, Berlin 1962, S. 7.

¹⁵ G. Galilei, zitiert nach: W. Heisenberg, Das Naturbild der heutigen Physik, a. a. O., S. 71.

Galilei sehr richtig gegen sich gerichtet deuten, der galileischen Physik in den Ländern des neuen Handelskapitals Achtung und Geltung verschaffen.

Das großartigste Resultat der Renaissance-Naturanschauung, das kopernikanische Weltbild, wird durch die Ausbildung einer neuen Bewegungslehre physikalisch wirklich gesichert. Der Kampf gegen die hispanisierte katholische Reaktion erfordert ideologisch, die kopernikanische These aus dem halb geduldeten Dasein einer mathematischen Hypothese in physikalische Wahrheit zu verwandeln. Solange die Erde Mittelpunkt der Welt ist, kann der päpstliche Thron nicht als Mittelpunkt der Erde aufgehoben sein. Es ist ganz wesentlich, die erstaunliche Einsicht Galileis, des Begründers der modernen Wissenschaft, in den Zusammenhang von sozialen Interessen und Aussagen über Natureigenschaften festzuhalten. Die spätbürgerliche Naturwissenschaft hat dieses galileische Erbe vergessen. Bei Diskussion des Autoritätsanspruches der Bibel stellt Galilei die Frage: „Daher frage ich, warum wünschen wir, daß sie (die Bibel — *P. R.*) sich, wenn sie von der Sonne, von der Erde spricht, so zutreffend geäußert habe?“¹⁶

Diese Frage nach der Ursache des Wunsches, daß sich die Bibel zutreffend geäußert haben möge, ist bereits die nach den empirischen Grundlagen der Ideologie, fordert also eine rationale Analyse der Gesellschaft. Mit der Geburt der modernen Naturwissenschaft wird also *zugleich* eine moderne Gesellschaftswissenschaft angestrebt. Freilich kann sie erst in der marxistischen Theorie entwickelt ausgebildet werden.

Nun ist das ptolemäische Weltbild nicht nur Reflexion der sozialen Ordnung, sondern ebenso auch Ausdruck der bisherigen physikalischen Erfahrung. Es beruht auf der Voraussetzung, daß alle Körper gemäß ihrem Gewicht fallen. Die physikalische Wahrheit der kopernikanischen These muß daher mit der Analyse der Fallgeschwindigkeit entschieden werden. Diese kann nur experimentell zu einem sicheren Resultat führen, zu eben dem, daß die ptolemäische Voraussetzung falsch ist. Damit aber ist das Bemühen um die physikalische Begründung des kopernikanischen Weltbildes in einem der Erzeugungsakte der modernen Naturwissenschaft, ihre erste Gestalt, die Mechanik. Diese zeitweilige Identität von Naturwissenschaft und Mechanik bildet eines der Hauptmomente des klassischen Naturbildes. Newton, auf Kepler und Galilei fußend, vollendet die erste Stufe in der Ausbildung der Punktmechanik. Damit besitzt das neue Naturbild eine exakte einzelwissenschaftliche Grundlage; das ptolemäische Weltbild ist verschwunden.

¹⁶ Ebenda, S. 62.

Die schrankenlose Entfaltung des rein bürgerlichen Handelskapitals besonders in den Ländern, in denen mit dem Sieg der Revolution auch die Beteiligung der Bourgeoisie an der politischen Macht gesichert ist, führt einerseits zur Gefährdung der objektiven Bedingungen der Manufakturproduktion, andererseits zu einer Periode erbitterter Handelskriege zwischen den konkurrierenden nationalen Bürgerklassen. Die rücksichtslose Abholzung der englischen Wälder für die Bedürfnisse des Schiffbaus und der Eisenproduktion bedingt, daß in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts zunehmend Eisenwerke stillgelegt werden. So wird das Bedürfnis nach der industriellen Revolution entfacht. 1709 wird die längst bekannte Steinkohle erstmals zur Eisenerzeugung verwendet, 1735 erstmalig Koks aus Steinkohle gewonnen. Mit der Entfaltung der industriellen Revolution aber wird das Handelskapital überhaupt als dominierende Kapitalform abgelöst. Dieses Moment der geschichtlichen Entwicklung kann daher außerhalb unserer Betrachtung bleiben.¹⁷

Der tatsächliche Fortschritt *innerhalb* der Positionen des klassischen Naturbildes vollzieht sich vielmehr unter den sozialen Bedingungen, die im Gefolge der Konkurrenz der nationalen Handelskapitalien eintreten. Während das patrizische Handelskapital vornehmlich ein italienisch-deutsches Verhältnis war, handelt es sich nun vor allem um ein englisch-französisches. Das englische Handelskapital kann über das französische vor allem wegen seiner Möglichkeit siegen, die Kolonien mit freier, gewerbetreibender Bevölkerung zu besiedeln. Dies bleibt dem französischen Bürgertum im wesentlichen versagt, und zwar deswegen, weil das Bündnis von Königtum und Bourgeoisie in Frankreich zu einer europäischen Hegemonie geführt hat, die es dem französischen König erlaubte, sich wieder mit den Feudalherren zu arrangieren. Gegen das Edikt von Nantes (d. h. das Bündnis von Bürgertum und König) wird die Aufhebung des Edikts (d. h. das Bündnis von Adel und König) gerichtet. Aber dadurch wird die soziale Basis des französischen Handelskapitals entschieden geschwächt (400.000 Hugenotten emigrieren, die geschicktesten Handwerker), die Einheit von Handel und Manufaktur verzögert, die Notwendigkeit der industriellen Revolution hinausgeschoben. Das zunächst sehr bescheidene englische Handelskapital kann den stärkeren Konkurrenten auf den zweiten Platz verweisen.

Indem nun andererseits die englischen Kolonisten selbst – aber ohne jeden feudalen Zopf – zu Konkurrenten des Mutterlandes werden, werden sie zugleich zu Bundesgenossen Frankreichs. Das französische Königtum wird – widerwillig zwar – in dieses

¹⁷ Als theoretisches Problem tritt die industrielle Revolution innerhalb des klassischen Naturbildes nicht auf.

Bündnis hineingetrieben und bringt damit gerade die revolutionäre Partei im eigenen Land hervor. Die Bourgeoisie kämpft nun nicht mehr mit dem Adel gegen den König oder mit dem König gegen den Adel, sondern mit den Bauern gegen die *Feudalität überhaupt*, also um den ausschließlichen Besitz der politischen Macht. Die politische Revolution bedarf nicht mehr des religiösen Banners. Sie übernimmt die Maximen der Menschen- und Bürgerrechte als ihr ideologisches Banner.¹⁸

Damit ist eine neue Situation für die Ausbildung der klassischen Naturanschauung gegeben. Die endgültige Befreiung von jeglichem theologischen Ballast steht auf der Tagesordnung; das klassische Naturbild vollendet seine *atheistische* Konsequenz. Das Programm Voltaires: „Ecrasez l'infame!“ wird von Laplace abgeschlossen: „Sire, je n'avais pas besoin de cette hypothèse.“ Damit ist der Höhepunkt und Abschluß des klassischen bürgerlichen Naturbildes erreicht.

Der Ausgangspunkt für die Entwicklung der Naturanschauung auf dieser Stufe wird an Newton gewonnen. Aber die Franzosen üben sich nicht in der sterilen Anbetung Newtons wie dessen englische Nachfolger, sondern nehmen genau die Interpretation der Gravitation vor, die Newton unter keinen Umständen zulassen wollte, nämlich eine physikalische Wahrheit zu bedeuten. Wird dies unterstellt, so hat die Theologie jede naturwissenschaftliche Autorität verloren. Aber um die Vernichtung der Theologie, die die wichtigste ideologische Waffe des französischen Absolutismus ist, geht es den Aufklärern vor allem. Daher können sie nur den voltaireisierten Newton gebrauchen. Der Triumph Newtons in Frankreich gegen den in der Vermittlung Malebranches auch für die Konservativen akzeptabel gewordenen Descartes ist vollkommen, als Maupertuis (1736/1737) mit seiner Lappland-Expedition durch Meridianmessung die Voraussage bestätigt, daß die Erde an den Polen abgeplattet sei (nach der Wirbeltheorie des Descartes müßte sie dort verlängert sein).

Die Mechanik wird nun als Systemmechanik zu einem ersten Abschluß gebracht, der in Gestalt des Lagrange-Formalismus noch heute verwendet wird. Diese Tätigkeit erfolgt nicht allein in der bloßen Übernahme Newtons, sondern zugleich in Weiterbildung der kontinentalen Voraussetzungen. Schon Mersenne hatte mit der Aufgabe, den Schwingungsmittelpunkt eines physikalischen Pendels zu bestimmen, den Anlaß zur Behandlung der Systemmechanik gegeben. Huygens hatte eine erste Lösung formuliert und sein großer Schüler Leibniz das mathematische Instrument geschaffen, mit dem

¹⁸ Für die Entwicklung dieser Periodisierung hat F. Mehrings Arbeit *Weltkrach und Weltmarkt* (in: *Gesammelte Schriften*, Bd. 7, Berlin 1965, S. 405ff.) die Grundlage gegeben.

Maupertuis, d'Alembert, Lagrange, Laplace nun fortschreiten können. Die Fluxionsrechnung Newtons bleibt allein in England geheiligtes Wissenschaftsgut der Nation.

Zugleich mit der Vollendung der klassischen Naturanschauung setzt eine Entwicklung ein, die dessen Aufhebung mit zweierlei Möglichkeiten bedeutet. Auf der einen Seite sind insbesondere bei d'Alembert Tendenzen kantischer Natur angelegt. Bei ihm leuchtet schon die spätere positivistische Aufhebung des klassischen Standpunktes auf. Die Kehrseite des naturwissenschaftlichen Kampfes gegen die Annahme „metaphysischer Wesenheiten“ besteht darin, die Philosophie überhaupt zu negieren, sobald sie ernsthaft darauf besteht, etwas anderes als Mathematik zu sein, also das Kind mit dem Bade auszuschütten. Diese Kehrseite wird dominant, sobald das Bürgertum mit der erlangenen politischen Macht dem Proletariat als konservative Klasse entgentreten muß.

Die andere Richtung der Aufhebung des klassischen Standpunktes ist mit Diderot verbunden. Hier handelt es sich um die erneute Gewinnung der dialektischen Philosophie, aber unter Voraussetzung der naturwissenschaftlichen Resultate. Diderot sieht sehr deutlich das Verhältnis von Mathematik und Philosophie als den Angelpunkt, den theoretischen Ausgangspunkt, von dem eine neue Vorstellung von der Philosophie zu gewinnen ist. Das klassische Naturbild hat sich gerade so entwickelt, daß die Naturerkenntnis zunächst von der Philosophie auf die Mathematik orientiert worden ist, dann aber, indem sie mathematische Naturerkenntnis wird, scheint ihr die Philosophie sinnlos. D'Alembert wie Diderot sind aber nur Ansätze für die Zukunft.

Die historische Bildung der klassischen Naturanschauung

Entsprechend der angegebenen Periodisierung seien nun wichtige Entwicklungslinien der klassischen bürgerlichen Naturphilosophie dargestellt. Dabei wird besonderes Schwergewicht auf die Ausbildung des so genannten mechanischen Materialismus gelegt werden.

Mit der einsetzenden Verselbständigung des Handelskapitals gegen seine persönlichen Träger, d. h. mit der *Versachlichung* der *sozialen Beziehungen*, wird zugleich die *Objektivierung der Natur* als Gegenstand der theoretischen Aneignung vollzogen. Es ist einleuchtend, daß dieser Prozeß mit der Negation der gegebenen Voraussetzungen beginnen muß. Zur Gewinnung neuer Ansätze spielt die Rezeption antiken Gedankengutes eine fundamentale Rolle. Der theoretische Grundaussdruck, der die Objektivierung der Natur, ihre Bestimmung zum menschlichen, allgemeinen Gegenstand enthält (damit ebenso sehr auch die Individualisierung des Menschen), ist die Unendlichkeitsvorstellung. Sie wird in der für die Renaissance charakteristischen Eigenart durch den Kusaner theoretisch ausgebildet.

Die hier zu beschreibende Periode umfaßt, wenn wir vom Erscheinungsjahr der „docta ignorantia“ bis zu dem des „Novum Organon“ rechnen, 180 Jahre, nämlich die Zeit zwischen 1440 und 1620. Es ist die Vorbereitungsperiode der modernen Naturwissenschaft, die in den Planetengesetzen Keplers Höhepunkt und Abschluß findet.

Nikolaus von Kues (1401–1464), der deutsche Fischersohn aus der Umgebung von Trier und Kardinal der römischen Kurie, eröffnet das neue Zeitalter des philosophischen Denkens. Seine wichtigsten Themen sind die menschliche Erkenntnis und die Einheit der Welt, die allerdings noch im scholastischen Gewande des Verhältnisses Gottes zur Welt behandelt wird. Von einer Naturphilosophie im Besonderen ist noch keine Rede. Ein restauratives Moment in der Philosophie des Kusaners ist unverkennbar. Die „concordantia catholica“ bleibt ihm innerstes Bedürfnis. Aber dieser konservative Zug ist keineswegs reaktionär im Sinne der Restauration streng feudaler Zustände (es liegt hier ebensowenig eine „aristokratische Reaktion“ vor wie in der klassischen deutschen Philosophie, mit deren sozialer Stellung die des Kusaners in hohem Maße vergleichbar ist). Kues reflektiert in seinem Konservatismus vielmehr die soziale Stellung der *neuen* Klasse, des Patriziats. Diese will die Restauration des *sacrum imperium*, weil es den staatlichen Schutz seiner Zirkulationswege braucht. Es will zugleich den staatlichen Schutz als *sacrum imperium* (und nicht als nationalen Absolutismus), weil es feudale

Bedürfnisse vermittelt. Der Traum vom wiederhergestellten römischen Kaisertum beruht also auf den sehr realen Interessen des patrizischen Handelsbürgertums (das ist zugleich der Traum von der „concordantia catholica“). Er bleibt eben deswegen unreal, weil das Patriziat eine verschwindende Bedingung des modernen Bürgertums ist, also die eigentliche Bourgeoisie vielmehr im Gegensatz und in der Vernichtung des Patriziats sich bildet. Sie wird damit auch erst in der Tat antifeudal. Andererseits ist die moderne Bourgeoisie ohne das Patriziat unmöglich. Dies ist die soziale Grundlage, auf der der Konservatismus des Kusaners verständlich ist, den er überhaupt mit dem Humanismus der Renaissance teilt.

Theoretisch ist nun entscheidend, daß Nikolaus von Kues sein restauratives Anliegen gerade durch eine Revolution im philosophischen Denken realisiert. Die Gegensätze, die er so gern vereinigt sehen möchte, fallen allein im Unendlichen zusammen! Die Dinge haben sich also so gestaltet, daß die concordantia catholica nur gedacht werden kann, indem die *coincidentia oppositorum* gedacht wird. Damit ist der Kusaner über alle Scholastik hinaus und erzeugt den Grundton der gesamten Renaissance-Philosophie, dialektisches Begreifen zu bilden, die Wirklichkeit als entstehende, nicht als abstraktes Sein zu bestimmen.

Der Kusaner geht (wie später Hegel) von der Endlichkeit des Verstandes aus, der eben wegen dieser Endlichkeit nicht die Einheit der Welt zu bestimmen vermag. „Mit Hilfe der Ähnlichkeitsbeziehung kann... ein endlicher Geist die Wahrheit der Dinge nicht genau erreichen. Die Wahrheit ist nämlich kein Mehr und kein Weniger . . . Der Geist . . ., der nicht die Wahrheit ist, erfaßt die Wahrheit niemals so genau, daß sie nicht ins Unendliche immer genauer erfaßt werden könnte.“¹⁹

Sofern also der Verstand von Äquivalenzrelationen ausgeht, kann er nur auf dem Prinzip des ausgeschlossenen Widerspruches beharren. „Über allem diskursiven Vermögen des Verstandes schauen wir demnach in einer nicht ergreifenden Weise die Unendlichkeit der absoluten Größe . . .“²⁰

Daher weiß der Geist, der seines Nichtwissens bewußt ist. Moderner ausgedrückt besagt die Lehre des Kusaners vom Nichtwissen, daß die logisch-mathematische Vorgehensweise des Denkens (das ist ihm das Wissen) als eine besondere zu bestimmen ist. Und indem sie als besondere begriffen wird, indem sich also das Wissen als Nichtwissen erweist, ist das Bewußtsein über die logische Bestimmtheit hinaus und eigentlich philosophisch. Man nehme nur den „Schauens“-Begriff des Kusaners, halte ihn gegen

¹⁹ N. v. Kues, Die belehrte Unwissenheit, Berlin 1964, S. 15.

²⁰ Ebenda, S. 19.

den des „begreifenden Denkens“ von Hegel oder den des „Verstehens“ von Dilthey, konfrontiere also die Diskussion in der heutigen Wissenschaftstheorie über das Verhältnis von „Erklärung“ und „Verstehen“ mit der Grundlegung des philosophischen Denkens durch den Kusaner, so ist die Modernität seines Denkens jenseits aller Zweifel.

Was Nikolaus v. Kues insbesondere von seinen Nachfahren unterscheidet, ist sein positives Verhältnis zur Mathematik, zum Experiment. Mit der Darstellung des Zusammenfalls der Gegensätze am Verhältnis des „Geraden“ und „Krummen“ ist er zum Initiator der Infinitesimalrechnung geworden (wie bei Kepler deutlich ist). Seine Betonung der Mathematik überhaupt wird zum bleibenden Bestand der Naturwissenschaft. Dabei muß betont werden, daß Kues dem mathematischen Denken weit tiefere Bedeutung zugemessen hat, als das später im entwickelten klassischen Naturbild (bei dem sich Mathematik auf Rechnen reduziert) der Fall ist.

„Und zwar vermute ich, daß das lateinische Wort mens – Geist – von mensurare – vom Messen – herzuleiten ist.“²¹ „Jede proportionale Beziehung bedeutet Übereinstimmung in einem Punkt und zugleich Verschiedenheit. Sie läßt sich deshalb ohne Zahlenverhältnis nicht denken. Die Zahl umschließt also alles, was zueinander in proportionale Beziehung gebracht werden kann. Nicht nur bei der Quantität findet sich also die Zahl, sondern . . . bei allem, das ... in Übereinstimmung stehen und sich unterscheiden kann.“²²

Nikolaus von Kues begründet also die *Universalität* der Mathematik. Mit diesen Leistungen steht er in einer Linie mit der Entfaltung der frühen deutschen Wissenschaft, die in Peurbach (1423–1461) und vor allem in Regiomontanus (1436–1476) so großartigen Ausdruck findet. Sie errichtet 1471 die erste deutsche Sternwarte in Nürnberg, erhebt die Astronomie zur selbständigen Wissenschaft, emanzipiert die Trigonometrie direkt aus der arabischen Überlieferung von der Astronomie, gibt mit den „Ephemeriden“ die erste wissenschaftliche Zeitschrift überhaupt heraus.

Über die Schule von Nürnberg einerseits und die Universität Bologna (das Zentrum der italienischen Astronomie und Mathematik) andererseits führt der Weg direkt zu Kopernikus (1473–1543), dem Repräsentanten der blühenden polnischen Renaissance. In seinem Todesjahr erscheint „De revolutionibus orbium caelestium“, die theoretische Umstülpung des Kosmos. Dieses Lebenswerk des Kopernikus wird zu einer Zeit publiziert, in der die revolutionäre Phase zum Abschluß gekommen ist, die hispanisierte ka-

²¹ N. v. Kues, Der Laie über den Geist, zitiert nach: K. Vorländer, Philosophie des Mittelalters, Hamburg 1964, S. 247.

²² N. v. Kues, Die belehrte Unwissenheit, a. a. O., S. 9.

tholische Reaktion sich zum Vormarsch anschickt (drei Jahre zuvor ist der Jesuitenorden päpstlich sanktioniert worden). So wird des Kopernikus Werk gleichsam Abschluß und Testament der vom Kusaner nördlich der Alpen begonnenen wissenschaftlichen Bewegung. Das theoretische Interesse wird hier nun fast vollständig von der Theologie verschlungen.²³

Das Erbe des Kusaners wie das des Kopernikus wird in Italien im Kampf gegen die spanisch-katholische Reaktion auf eine höhere Stufe gehoben. Die italienische Naturphilosophie ist unmittelbar mit dem Kampf des italienischen Volkes gegen die fremdländischen Eroberer und ihren klerikalen Troß verbunden. Wohl kaum eine philosophische Schule hat einen solchen Blutzoll für ihr Denken bezahlen müssen. Giordano Bruno (1548–1600) und Lucilio Vanini (1585–1619) werden verbrannt, Tomaso Campanella muß siebenundzwanzig Jahre im spanischen Gefängnis zubringen. Es ist diese soziale Bedingtheit der italienischen Naturphilosophie, welche die revolutionäre Wendung in der Bewegung des wissenschaftlichen Denkens auslöst. Nicht Kopernikus' Lehre als mathematische Hypothese, als vernünftiger Denkansatz voller mathematischer Aufgabenstellung, sondern des Kopernikus Weltbild als *antiklerikales Banner* ist das Anliegen. Dabei proklamiert Bruno, indem er sich explizit auf den Kusaner stützt, die These von der Vielheit solcher Welten des Kopernikus.

Die italienische Naturphilosophie stützt sich auf die Resultate der Früh- und Hochrenaissance. Dadurch kann sie über die wesentlich noch am abstrakten Denken orientierte Bewegung nördlich der Alpen hinausgehen, die *sinnliche Erfahrung* und den *klassischen Materialismus der Antike* aufnehmen. B. Telesio (1508–1588), der eigentliche Begründer der italienischen Naturphilosophie, läßt direkt an die Stelle der aristotelischen Lehre die vorurteilslose empirische Erfahrung treten: Die Natur ist – bei geringster Zahl von Prinzipien – aus sich selbst zu erklären. Damit ist der Sensualismus eingeführt. Zugleich aber wird in dem Maße, in dem über die Quelle der Bewegung *jenseits* der Theologie reflektiert wird, der dialektische Ansatz des Kusaners eingeschränkt, zunehmend Metaphysik erzeugt. Für Telesio ist die Materie träge und gleichförmig; die Bewegung rührt aus dem Gegensatz der Kälte und Wärme, die von *außen* auf die Materie wirken. Beide Prinzipien sind aus dem antiken Materialismus entnommen. Das Zusammenfallen der Gegensätze wird also noch gedacht (insofern die These des Kusaners beibehalten), aber doch schon unabhängig von der an sich trägen Materie. Aus dem Kampf zwischen Kälte und Wärme – d. h. auch Kontraktion und Ausdehnung der Mate-

²³ Eine eingehendere Bestimmung der Leistung des Kopernikus kann hier nicht gegeben werden.

rie – wird der Kreislauf der Natur hergeleitet. Diese Einschränkung der Dialektik beim Übergang vom Pantheismus zum Materialismus ist charakteristisch für das bürgerliche Denken.

Bei G. Bruno findet sich der große Gedanke, die Bewegung im Sinne des kreisrelationalen Ansatzes der heutigen Kybernetik zu denken. „. . . die Vernunft . . . ist die unmittelbare bewirkende Ursache aller Naturdinge genannt worden. . . . Wie kann aber ein und dasselbe Prinzip . . . sich als innerer Teil und zugleich äußerer Teil verhalten? . . . Darauf antworte ich, daß darin nichts Unvereinbares liegt, wenn man bedenkt, daß sich die Seele im Leibe befindet wie der Steuermann auf dem Schiffe. Insofern sich dieser Steuermann zugleich mit dem Schiffe bewegt, ist er ein Teil desselben; bedenkt man aber, daß er es lenkt und bewegt, so wird er nicht als Teil des Schiffes, sondern als eine von diesem verschiedene Kraft aufgefaßt.“²⁴

Auch dies ist ein Gedanke, der in der entwickelten klassischen Naturanschauung nicht fruchtbar wird. Nach Bruno ist die Materie fähig, jede beliebige Form zu erzeugen. Ein Atom kann nicht vernichtet, nicht geschaffen werden. Auch die These von der in Monaden zergliederten Weltseele tritt bei Bruno auf; sie wird später von Leibniz übernommen.

Obwohl sich Bruno auf den Kusaner stützt, den er „Enthüller der schönsten Geheimnisse der Geometrie“ nennt, bleibt doch sein mathematisches Verständnis nicht auf der Höhe seines Vorbildes. Vergleicht man seine Zeichnung²⁵ zum Verhältnis des „Geraden“ und „Krummen“ mit der des Kusaners, so fällt auf, daß Bruno den mathematischen Kern des Gedankens nicht erfaßt. Bei Kues ist ganz deutlich das „Gerade“ als Grenzwert einer Folge von „Krummen“ sichtbar; bei Bruno muß man schon sehr gutwillig sein, aus dessen Zeichnung die erklärte Identität des „Geraden“ und „Krummen“ zu entnehmen: die mit abnehmender Krümmung zunehmende Anschmiegung des „Krummen“ an das „Gerade“ ist gerade nicht dargestellt; vielmehr stehen konzentrisch geordnete Halbkreise im gleichen Abstand voneinander dem „Geraden“ beziehungslos gegenüber. Man könnte also eher sagen, Bruno bewiese gerade gegen den Kusaner, daß „Krummes“ nicht „Gerades“ und umgekehrt sein könne. Damit ist bei Bruno eine für den *bürgerlichen* Materialismus charakteristische Haltung zu den *Grundlagenfragen* der Mathematik angelegt, nämlich Ignoranz.

Bei Campanella nimmt die italienische Naturphilosophie zum Teil phantastische Züge an (wie das Denken unter dem Einfluß der Reaktionsepoche überhaupt verstärkt zu

²⁴ G. Bruno, Von der Ursache, dem Prinzip und dem Einen, Leipzig 1955, S. 67.

²⁵ Ebenda, S. 150.

Magie und Astrologie etc. neigt). Bei ihm, der von 1568 bis 1639 lebt, ist offensichtlich das soziale Problem *vor* dem der Natur. Von den Bewohnern des „Sonnenstaates“ sagt er: „Sie preisen Ptolemäus und bewundern Kopernikus. . . Allerdings sagen sie, der eine bezahle die Rechnung der Gestirnbewegung mit Steinchen, der andere mit Bohnen, keiner aber mit echtem Geld: daher setzen sie nur imaginäres, aber kein wirkliches Geld in Umlauf.“²⁶

Ob die Welt aus dem Nichts geschaffen sei oder nicht, gilt Campanella als „höchst schwierig zu entscheiden“. Doch Gott ist unzweifelhaft, da seine alleinige Anbetung sichert, daß nicht Tyrannen angebetet werden. Wir sehen hier, daß die italienische Naturphilosophie ihren Höhepunkt überschritten hat und an der Beschränktheit ihrer sozialen Basis zugrunde geht. Die *plebejisch-bäuerlichen* Gegner der spanischen Unterdrückung *bedürfen* der Religion zur Organisation ihrer Verteidigung. Daher wird die atheistische Konsequenz notwendig zurückgenommen.

In Vanini, der nach Frankreich geht, wird die italienische Naturphilosophie zum konsequenten bürgerlichen Materialismus gewendet, also ebenfalls aufgehoben. Vanini führt die atheistische Konsequenz durch, die ihm den Scheiterhaufen einbringt.

Nördlich der Alpen findet im Gefolge der zeitweiligen Stabilisierung der Habsburgerherrschaft die wissenschaftliche Bewegung der Renaissance in der Leistung J. Keplers (1571–1630) ihren großartigen Abschluß. Obwohl jüngerer Zeitgenosse Galileis, steht er doch noch ganz im Banne der Naturauffassung, die im patrizischen Handelskapital ihre soziale Basis hat. In ihm erreicht dieses Naturbild seine Spitze: die proportionale Natur, die „schöne Harmonie“ wird bis ins Detail bestimmt. Die Anzahl, Größe und Bewegung der Bahnen im kopernikanischen System sollen *genau* angegeben werden. So ergibt sich für Kepler die Möglichkeit, die Zentralstellung der Erde noch einmal zu betonen, wenn auch nur als Stellung „mitten unter den Planeten“.

Auch bei Kepler findet sich jenes eigentümliche konservative Moment, das schon am Kusaner zu beobachten war. Für Könige, nicht für Schafhirten schaffen die Astronomen ihre Werke! Aber zugleich sind Kepler die Könige die liebsten, die „lieber mit dem Meßinstrument die Himmelsbahnen als mit dem Szepter die Völker“ regieren. Es ist charakteristisch für die großen Theoretiker des deutschen Bürgertums, revolutionäres Denken zugleich mit praktischem Bedienstetentum der herrschenden politischen Gewalt gegenüber zu vereinen.

²⁶ Th. Campanella, Der Sonnenstaat, Berlin 1955, S. 93.

„Deutschlands *revolutionäre* Vergangenheit ist . . . theoretisch. . . Das Verhältnis der verschiedenen Sphären der deutschen Gesellschaft ist . . . nicht dramatisch, sondern episch . . .

. . . In Deutschland kann *keine* Art der Knechtschaft gebrochen werden, ohne *jede* Art der Knechtschaft zu brechen . . . Die *Emanzipation des Deutschen* ist die *Emanzipation des Menschen*.“²⁷ Mit dieser Bestimmung des Wesens deutscher Zustände gibt Marx auch den Schlüssel zum Verständnis für die spezifische Stellung der deutschen Vertreter innerhalb des klassischen Naturbilds. Sie, die keine revolutionäre Klasse repräsentieren, daher kein unmittelbares praktisches Interesse zu verteidigen haben, bilden deswegen auch die Gruppe, die vornehmlich die Autorität des allgemeinen Denkens hervorhebt.

Wie der Kusaner hat Kepler hohes mathematisches Können. Von jenem übernimmt dieser die Idee des Zusammenfalls der Gegensätze im Verhältnis des „Krummen“ und „Geraden“, aber gereinigt von dem dialektisch-philosophischen Inhalt, reduziert auf das mathematische Problem. Im „Mysterium Cosmographicum“ heißt es: „Der *Cusaner* und andere erscheinen mir gerade aus dem einen Grund so göttlich groß, weil sie das Verhalten des Geraden und Krummen zueinander so hoch eingeschätzt . . . haben . . . Daher leisten jene, die den Schöpfer durch die Geschöpfe . . . zu erfassen suchen, kaum viel nützlichere Arbeit als jene, die dem Krummen durch das Gerade . . . beizukommen suchen.“²⁸

Diese naiv-tiefe Begründung der *Autonomie* des mathematischen Denkens ist nicht typisch für die klassische Naturauffassung, die eine solche Autonomie nicht kennt. (Diese wird erst von der neueren deutschen Mathematik realisiert.²⁹) Unter ihrer Voraussetzung entwickelt Kepler an einem solchen alltäglichen Gegenstand wie dem Weinfass seine Integrationsmethode, die unter dem Leitgedanken des Kusaners steht. Aber zugleich wird Kepler mit Verselbständigung der Mathematik auch zum Ahnherrn der Identifikation des Körperlichen und Quantitativen. Die von Nikolaus v. Kues proklamierte Universalität der Mathematik („Nicht nur bei der Quantität findet sich also die Zahl . . .“) wird somit wieder eingeschränkt. Der Geometrie treibende Gott tritt auf. Die Wirkungen sollen nicht aus Ursachen im Sinne der sensualistischen Induktion hergelei-

²⁷ K. Marx, Zur Kritik der Hegelschen Rechtsphilosophie. Einleitung, in: K. Marx/F. Engels, Werke, Bd. 1, Berlin 1957, S. 385–391.

²⁸ J. Kepler, zitiert nach: W. Heisenberg, Das Naturbild der heutigen Physik, a. a. O., S. 54.

²⁹ Für das klassische Naturbild ist die *unvermittelte* Einheit von Mathematik und Einzelwissenschaft charakteristisch. Den neuen Standpunkt hat Jacobi sehr schön ausgedrückt, indem er gegen Fourier erklärt, „daß das einzige Ziel der Wissenschaft die Ehre des menschlichen Geistes ist und daß unter diesem Gesichtspunkt ein Problem der Zahlen genauso wertvoll ist wie eine Frage nach dem Bau der Welt“ (vgl. auch: D. J. Struik, Abriß der Geschichte der Mathematik, Berlin 1961, S. 152–156).

tet werden, sondern a priori aus begrifflich bestimmten. Wie Einstein den würfelnden Gott ablehnt, so erklärt Kepler, daß ihn niemand überzeugen werde, Gott habe aufs Geratewohl gehandelt. Innerhalb dieser erkenntnistheoretischen Grundlagen gelingt ihm dann die Auffindung der Gesetze der Planetenbahnen, die Ellipsen sind (wie übrigens schon Kopernikus vermutet hat). „. . . was könnte Beweiskräftigeres erdacht werden als die Tatsache, daß das, was *Kopernikus* aus den Erscheinungen . . . a posteriori . . . mehr durch glücklichen Einfall als durch zuverlässiges Schluß verfahren festgestellt . . . hat, . . . durch Gründe, die a priori . . . aus der Idee der Schöpfung hergeleitet sind, aufs sicherste . . . erfaßt wird?“³⁰

Wenn auch Kepler der empirischen Forschung innerhalb seiner Erkenntnistheorie nicht viel Beachtung schenkt, so ist er tatsächlich doch auf sie angewiesen; der Fortschritt ist eben nicht allein *more geometrico*. „Tatsächlich war der entscheidende Bruch, . . . speziell in der Mechanik, . . . nur auf Grund vorangehender Entwicklungen in der Astronomie möglich. Sie gründeten sich auf mehrere Jahrtausende andauernde . . . Beobachtungen, die in einem Beobachter von unvergleichlichem Format gipfelten, in *Tycho de Brahe* . . . Es wäre abwegig gewesen, in der Physik einen *Kepler* . . . ohne *Tycho* zu erwarten . . .“³¹

1572 beobachtet Tycho eine Nova in der vermeintlichen Fixsternsphäre, womit die Vorstellung von deren Unveränderlichkeit entschieden erschüttert wird. 1576 errichtet er dann in Uraniborg das erste wissenschaftliche Institut der Neuzeit und beginnt mit seinen präzisen Beobachtungen. Ganz entgegen seiner erkenntnistheoretischen Konzeption dringt Kepler, Schüler Brahes, verzweifelt in den Meister, um die Beobachtungsergebnisse zu erlangen. 1609 kann er dann in der „Neuen Astronomie“ die Planetengesetze publizieren.

Die eigentliche Geburt der modernen Naturwissenschaft bildet den Inhalt der nun zu behandelnden Periode der theoretischen Naturaneignung. Mit der Wendung des praktischen Naturverhaltens vom künstlerischen Genuß zur praktischen Beherrschung der Natur, die die soziale Wendung vom patrizischen zum rein bürgerlichen Handelskapital reflektiert, sind auch einschneidende Konsequenzen für die weitere Ausbildung der klassischen Naturanschauung verbunden. Die Natur wird nicht mehr als Ganzes geistig reproduziert, sondern in Teilbereiche zerlegt; die natürlichen Dinge nehmen für das Bewußtsein wesentlich die Bestimmung an, einzelne zu sein. Erst in dieser Wendung *kann überhaupt* Naturerkenntnis als *Einzelwissenschaft* wirklich werden. Es ist damit

³⁰ J. Kepler, zitiert nach: W. Heisenberg, *Das Naturbild der heutigen Physik*, a. a. O., S. 58.

³¹ J. v. Neumann/O. Morgenstern, *Spieltheorie und wirtschaftliches Verhalten*, Würzburg 1961, S. 4.

aber zugleich verbunden, daß die Philosophie in dieser Wendung selbst vereinseitigt wird, als *philosophia naturalis* die Form des Werdens der Physik, speziell der Mechanik, darstellt und sich also in Einzelwissenschaft aufhebt. Philosophie, Mathematik und Physik fallen zwar noch immer zusammen, aber so, daß die *analytische Mechanik* das wirkliche Resultat wird. Erst in der klassischen deutschen Philosophie emanzipiert sich die Philosophie wieder von der Physik, erst mit Gauß emanzipiert sich die Mathematik von beiden.

Die Bewegung des naturwissenschaftlichen Denkens im 17. Jahrhundert ist gegen alle früheren Epochen von einer beispiellosen Dichte. Wir können in dieser Skizze nicht im Mindesten auch nur relative Vollständigkeit seiner Darstellung anstreben, sondern beschränken uns von vornherein vor allem auf die Mechanik und die mit ihr verbundene philosophische Problematik. Um die Wende zum 18. Jahrhundert tritt eine deutliche Pause in der Entwicklung der Wissenschaft ein, die erst in den 30er Jahren mit der glänzenden französischen Aufklärung beendet wird.

G. Galilei (1564–1642), Erbe der italienischen Naturphilosophie, wendet die in dieser enthaltenen Prinzipien direkt auf die sinnlich-gegenständliche Erkenntnis an und wird so zum Begründer der modernen Einzelwissenschaft überhaupt.³² Von wesentlicher Bedeutung ist dafür die Tradition der *künstlerischen* Naturaneignung, die in Leonardo da Vinci (1452–1519) ihre in diesem Zusammenhang wichtigste Gestaltung gefunden hat. Sie nämlich bringt Verstand und Sinnlichkeit zu einer Einheit; das experimentelle Moment der künstlerischen Naturbewältigung wird so zur Voraussetzung des einzelwissenschaftlichen Experiments, die künstlerische Reproduktion umgewandelt in die künstliche. Der Verstand schreibt dem sinnlichen Tun eindeutig die Art und Weise seines Herangehens vor, macht dieses zum *logisch bestimmten* und eben dadurch das Allgemeine sinnlich anschaulich.³³

³² Galilei kann m. E. nicht als bloßer Begründer der Dynamik gedeutet werden. In dieser wird zugleich die Einzelwissenschaft überhaupt begründet. Galileis Problem ist das des einzelwissenschaftlichen Denkens. Überall, wo ein neuer sinnlich-gegenständlicher Bereich der Wirklichkeit theoretisch angeeignet werden soll, steht man vor eben diesem Problem. Hinter mancher „Gegenstands“-Diskussion verbirgt sich die galileische Fragestellung.

³³ Dieser Zusammenhang von Kunst und Einzelwissenschaft im Status nascendi der letzteren ist keine zufällige Randerscheinung. Indem die natürlichen Dinge ihren gesetzlichen Zusammenhang sinnlich anschaulich machen sollen, müssen sie aus der Totalität ihrer Vermittlung genommen werden. In diesem Sinne werden „künstliche“ Bedingungen geschaffen. Der Verstand schreibt dem sinnlichen Tun die Ordnung vor, um die Ordnung des Gegenstandes der Tätigkeit zu erfassen. Leonardos große, für die Begründung der Einzelwissenschaft notwendige Idee war es, daß die künstlerische Produktion nicht passive Wiedergabe des Gegenstandes, sondern durch den Verstand vermittelte ist. Die Herstellung der Einheit von sinnlichem Tun und Verstand ist als Voraussetzung für die Einzelwissenschaft durch die Kunst hervorgebracht worden. Ohne Leonardo ist Galilei undenkbar.

Es ist das große Verdienst Galileis, den Weg der Objektivierung unserer Einzelerkenntnis gewiesen zu haben, d. h. die Art und Weise des Wissen schaffenden Tuns. Er hat gelehrt, wie man sich gegen die vielen äußeren Naturdinge zu verhalten hat, damit sie das Allgemeine sinnlich-gegenständlich darstellen.³⁴ „Vor allem muß man eine dem wirklichen Verhalten der Natur genau entsprechende Definition suchen und erläutern . . . Zu dieser Überzeugung sind wir . . . gekommen, besonders durch den Grund bestimmt, daß den . . . zu beweisenden Eigenschaften dasjenige genau entspricht . . . , was die Experimente den Sinnen vorführen.“³⁵

Der Verstand darf nicht irgendeine Erklärung einer Eigenschaft (wie etwa die der aristotelischen Physik: Bewegung ist das Streben nach dem natürlichen Ort) geben, sondern diese muß relevant für das Tun, „operationale Definition“ sein. Um eine Beziehung, eine Relation als „Tatsache“ zu akzeptieren, muß sie Gegenstand *logisch* bestimmten Verhaltens, d. h. eine Sache der Tat werden. Dabei erklärt Galilei das Prinzip der Einfachheit natürlicher Zusammenhänge zum Leitbild des Verstandes, wenn er an die Formulierung der Definitionen geht.³⁶

Die einfachste Annahme für die Geschwindigkeit ist die, eine Beziehung der Gleichheit von Zeit- und Raumabständen zu sein. Indem der Verstand diese Annahme vorgibt, indem also mathematisch gedacht wird, besitzt das Tun zugleich die Form, in der die Eigenschaft „Geschwindigkeit“ zu einer meßbaren, d. h. zum „Faktischen“ werden kann. Es kann mittels Augenschein (also sinnlich) geprüft werden, ob bei einem beweglichen Körper gleiche Zeitabstände stets gleichen Ortsabständen zugeordnet sind. Ist das der Fall, so hat die Bewegung des Körpers die Eigenschaft, gleichförmig (oder die einfache Geschwindigkeit) zu sein. Ist dies nicht der Fall, so ist die Geschwindigkeit in diesem Einzelfall „faktisch“ nicht vorhanden; womit sie jedoch keineswegs aufhört, *mögliche* Relation zu sein.

Mit der mathematischen Definition von Geschwindigkeit und Beschleunigung ist das ptolemäische Weltbild physikalisch der Möglichkeit nach untergraben, weil *aus dem Meinungsstreit zur Messung* übergegangen werden kann. Allein die mathematische Definition reicht nicht aus, weil nicht von abstrakten, sondern sinnlich-gegenständlichen, wirklichen, d. h. wirkenden Körpern die Rede ist. Nicht die Geschwindigkeit als solche,

³⁴ Das Experiment ist ebenso sehr subjektiv wie objektiv bestimmt. In ihm machen wir uns die Wirklichkeit in einer eindeutigen Weise gegenständlich; keineswegs ist das Experiment bloße passive Aufnahme.

³⁵ G. Galilei, zitiert so nach: W. Heisenberg, Das Naturbild der heutigen Physik, S. 76.

³⁶ Das Prinzip der Einfachheit ist philosophisch unreflektiert. Es enthält im Grunde die Forderung nach der mathematischen Relation (im „einfachsten“ Fall als *linearer* Ansatz) und der mit ihr verbundenen logischen Widerspruchsfreiheit. Zugleich ist darin das Problem des mathematischen Verhaltens zur Wirklichkeit involviert, das aber nicht gedacht wird.

sondern die *Fallgeschwindigkeit* ist das eigentliche Problem: Fallen schwere Körper schneller als leichte? Die Antwort auf diese Frage entscheidet *physikalisch* über das ptolemäische System. Um sie zu erzielen, bedarf es noch einer weiteren Überlegung zur Wirkungsfähigkeit der natürlichen Dinge. Hier ist die Philosophie gefragt. Und wie Galilei diese Überlegung anstellt, zeigt im Kern die Funktion der Philosophie in der Einzelwissenschaft.³⁷

Da Galilei nur beschränkte Mittel hat (er arbeitet z. B. mit einer Wasseruhr), so verfällt er auf die Annahme, daß die Fallbewegung nicht in ihrem Ablauf deformiert, sondern nur verlangsamt werde, läßt man sie auf der schiefen Ebene ablaufen. Darin erweist er sich als genialer Experimentator. Den Ansatz zur Vorstellung über den natürlichen Wirkungszusammenhang (und damit erst wirklich die *einzelwissenschaftliche Theorie*) gewinnt er dann wie folgt: Angenommen, eine auf einer schiefen Ebene herabrollende Kugel werde vermittels der erhaltenen Endgeschwindigkeit wieder nach oben geleitet, so darf als sicher gelten, daß sie nur so hoch steigt, als sie gefallen ist. Besäße sie eine andere Steig- als Fallhöhe, so wäre in jedem Fall die Schwere als Kraft eines Perpetuum mobile auszunutzen. Dies aber hat bisher *niemand praktisch* erreichen können. Gilt dies, so ist auch sicher, daß die Kugel, wenn sie vermittels der erreichten Endgeschwindigkeit über eine horizontale, unbegrenzte Ebene rollt, auf dieser sich „gleichförmig und immerwährend“ bewegt. Mit dem Trägheitssatz ist die neue Theorie der Bewegung wissenschaftlich begründet. (Allerdings verbleibt Galilei noch bei der Kreisbewegung als Trägheitsbahn.)

Die dargestellte Überlegung ist in ihrer *allgemeinen* Bestimmtheit philosophischer Natur. Dabei sei ausdrücklich betont, daß Galilei *praktisch* (nicht mit „ewigen Wahrheiten“) argumentiert. Aus der Feststellung, daß bisher keine Konstruktion eines Perpetuum mobile (die u. a. auch Leonardo versucht hat) gelungen ist, schließt er auf deren Unmöglichkeit. Diese wiederum wird zur *Voraussetzung* für das mechanische Gesetz der Trägheit. Die Leugnung des Perpetuum mobile ist nun aber die Behauptung der konkreten (dialektischen) Identität von Ursache und Wirkung: eine endliche Ursache kann nicht eine unendliche Wirkung haben; die Ursache bestimmt sich in der Wirkung und umgekehrt. Indem Galilei praktisch argumentiert, zeigt er den wirklichen Aus-

³⁷ Galilei ist weder großer Mathematiker noch großer Philosoph, aber er muß als Einzelwissenschaftler die Funktionen beider ausüben. Daher ist bei ihm als Begründer des einzelwissenschaftlichen Erkennens die Vermittlung von Philosophie und Mathematik unmittelbar deutlich, wenn auch auf ursprüngliche, naive Weise. Die Nachfahren setzen diese Leistung voraus, brauchen Galileis Schritte nicht explizit zu wiederholen.

gangspunkt des philosophischen Denkens wie dessen Unabdingbarkeit für die einzelwissenschaftliche Erkenntnis.³⁸

Im Experiment zeigt sich nun als Tatsache, daß alle Körper mit gleicher Schnelligkeit fallen, d. h. mit konstanter Beschleunigung. Damit ist die wesentliche physikalische Voraussetzung des ptolemäischen Systems gefallen. Die Annahme einer ruhenden Erde wird überflüssig, der Vergleich des „fallenden Apfels“ mit der Planetenbewegung möglich.

1616 hatten Aristoteliker und Jesuiten das Verbot durchgesetzt, das kopernikanische System als Wahrheit zu behaupten. 1633 fand der Prozeß gegen Galilei statt. Er vor allem führt in den Ländern der antihabsburgischen Front (also der antipäpstlichen) zu einer hohen Autorität der Physik Galileis.

In einem erstaunlichen Tempo geht nun seit etwa 1600 die Entwicklung in Naturwissenschaft und Philosophie vor allem in den Niederlanden, England und Frankreich voran. Das neue Handelskapital vermittelt Impulse, die dem patrizischen nie zur Verfügung standen. 1600 erscheint „De magnete“ von dem Engländer Gilbert (1540–1603), worin die Erde als Magnet begriffen wird. 1614 entdeckt Neper (1550–1617) die Logarithmen, womit eine erhebliche Verkürzung der Rechenzeiten verbunden ist. 1628 erkennt Harvey (1578–1658) den Blutkreislauf: das Herz läßt sich als mechanische Pumpe verstehen. 1637 wird Descartes' (1596–1650) Entdeckung der analytischen Geometrie bekannt. 1644 erfindet Torricelli (1608–1647), ein Schüler Galileis, das Quecksilberbarometer. 1654 führt Otto von Guericke (1602–1686) seine Luftpumpe vor. 1661 macht Boyle (1627–1691) im „Sceptical Chemist“ die Atomistik in Anlehnung an Gasendi (1592–1655) naturwissenschaftlich (Chemie) fruchtbar. 1673 beschreibt Huygens (1629–1695) im „Horologium oscillatorium“ seine berühmte Pendeluhr, womit zugleich die Grundlagen der Systemmechanik formuliert sind. 1684 publiziert G. W. Leibniz (1646–1716) die Differentialrechnung, die I. Newton (1643 – 1727) als Fluxionsrechnung schon 1669 besitzt. 1696 erscheint das erste Lehrbuch der Infinitesimalrechnung von l'Hospital. Die Epoche hat ihren Höhepunkt erreicht. In ihr entstehen auch die ersten modernen wissenschaftlichen Akademien: 1652 die Leopoldina, 1662 die Royal Society und 1666 die Academie Royale.

Wir wollen hier aus der Fülle der naturphilosophischen Arbeit dieser Zeit nur Descartes herausgreifen, wobei er nicht etwa als Repräsentant des Zeitalters (dies läßt sich

³⁸ Allerdings tut er dies, ohne ein Bewußtsein davon zu haben, was auch gar nicht erwartet werden kann. Eine gründlichere Analyse des Vorgehens Galileis dürfte für die Wissenschaftstheorie von kaum zu überschätzender Bedeutung sein.

nicht allein durch ihn begreifen), sondern vor allem wegen seiner mechanistischen Begründung des Naturbildes betrachtet wird. Wir müssen nochmals betonen, daß Galilei in keiner Weise als mechanistischer Denker gedeutet werden kann; die galileische Mechanik ist *nicht* mechanistisch. *Es ist die cartesische Trennung der Materie von der Bewegung* (die sich als Verhältnis von „res extensa“ und „res cogitans“ philosophisch reflektiert), *die der mechanistischen Konzeption zugrunde liegt*. Sie ist dem Renaissance-Denken, dem Galilei noch verbunden bleibt, entschieden fremd.

Mit der cartesischen Position sind Geister ein für allemal aus der Natur verbannt, aber um den schweren Preis einer dialektischen Bestimmung der materiellen Selbstbewegung. Indem Descartes Gott aus der Welt verbannt, macht er zugleich die Materie zur „toten“. Sie ist ihm die „*res extensa*“, während er in der Mathematik den leuchtendsten Beweis für die Wahrheitsfähigkeit des menschlichen Geistes sieht, sie selbst mit der *analytischen Geometrie* auf eine neue Stufe hebt. (Diese Leistung teilt er mit Fermat.) Indem daher der Geist geometrisch vorgeht, ist sein Gegenstand – die Materie – notwendig das Ausgedehnte. So nimmt *auch das spezifisch philosophische Moment* der cartesischen Physik den Charakter eines *logischen Axioms* an. Die bei Galilei aus der praktischen Tätigkeit entnommene Unmöglichkeit des Perpetuum mobile wird bei Descartes zu einer ewigen Wahrheit: „Denn es ist nach dem natürlichen Licht offenbar, daß aus Nichts nicht Etwas werden kann . . .“³⁹

Also nicht die Praxis, sondern das „natürliche Licht“ wird zur Quelle der philosophischen Aussage. Das Zeitalter der Mathesis universalis ist begründet, die Philosophie wird Metaphysik. Darin ist die Wendung des Denkens zu sehen, die zur mechanistischen Konzeption führt, mitnichten aber in der Existenz der Mechanik selbst. Die Vorstellung, daß mathematischer und physikalischer Körper sachlich nicht verschieden sind, ist Inhalt der in der mechanistischen Konzeption entwickelten theoretischen Naturaneignung. Daß die Mechanik also einen mechanistischen Schein annimmt, ist der unterstellten Philosophie geschuldet, die nicht bloßes Resultat der Einzelwissenschaft Mechanik, sondern vielmehr ebenso deren Voraussetzung in charakteristisch kartesisch-französischer Form ist. (Die Mechanik ist wesentlich ein Ergebnis der Wissenschaft Frankreichs.)

Es muß nun darauf verwiesen werden, daß (wie schon bei Kepler gezeigt) Descartes natürlich nicht seine philosophische Bestimmung der konkreten Identität von Ursache und Wirkung als „Offenbarung des natürlichen Lichts“ empfangen hat. Wie aus Briefen

³⁹ R. Descartes, Die Prinzipien der Philosophie, a. a. O., S. 7.

an Mersenne von 1629 hervorgeht, sind seine Vorstellungen über die Konstanz der „Bewegungsquantität“ unabhängig von Galilei im Zusammenhang mit Stoßversuchen, die er zu dieser Zeit in Holland vorgenommen hat, entstanden. Das philosophische Konzept der Erkenntnis widerspricht dem wirklichen Vorgehen Descartes'. Aber dieses Konzept ist deshalb noch keineswegs bloße Beigabe des einzelwissenschaftlichen Tuns. Mit der Reduktion der Materie auf die *res extensa* verschwindet für Descartes auch die Schwere! Die Wirkung wird vollständig mit der „Bewegungsquantität“ (im heutigen Sprachgebrauch: Impuls) identifiziert. So findet er weder das Fallgesetz (mit dem freien Fall hat er sich ebenfalls in Holland beschäftigt), noch kann er die von Mersenne gestellte Aufgabe der Ermittlung des Schwingungsmittelpunktes eines physikalischen Pendels lösen. Descartes ist an der Einzelwissenschaft *gescheitert*.

Wenn Mach⁴⁰ erklärt, Descartes' Lösungsversuch der Aufgabe Mersennes sei überstürzt gewesen, so ist zu sagen, nicht mangelnde Gründlichkeit, sondern die *mangelhafte Philosophie* hat ihn scheitern lassen. Wir stellen damit etwas für das Problem des Mechanizismus Wesentliches fest: *Die mechanistische Konzeption ist unfähig, die Mechanik zu schaffen!* Das „natürliche Licht“ der „angeborenen Ideen“ scheitert, wenn es zur *Begründung* der Einzelwissenschaft schreiten soll. Die mechanistische Konzeption kann sich der Mechanik erst bemächtigen, *nachdem* die einzelwissenschaftliche Theorie auf *anderen* philosophischen Grundlagen bereits geschaffen ist. Dies ist eben deswegen der Fall, weil die Einheit von Verstand und Sinnlichkeit *außerhalb* der cartesischen Philosophie liegt, aber für die Einzelwissenschaft Mechanik unabdingbare Voraussetzung ihrer Grundlegung ist. In dem Augenblick, da die mechanischen Gesetze aber *mathematisch* formuliert sind, wird die mechanistische Konzeption tatsächlich fruchtbar. Newton und Galilei also sind gefordert, damit d'Alembert, Lagrange, Laplace auftreten können.

Von der englischen bürgerlichen Philosophie wird das Erbe der italienischen Naturphilosophie, vor allem deren sensualistische Erkenntnistheorie, voll aufgenommen. *Telesio* hat bestimmend auf F. Bacon (1561–1626) und Th. Hobbes (1588–1679) gewirkt. Mit Galilei beginnt für Hobbes das „Weltalter der Physik“. Bacon will die Erfindungen aus der Zufälligkeit in die Sache der Absicht wenden. Allerdings unterliegt er bei diesem Gedanken einem prinzipiellen Irrtum bezüglich der Logik und Mathematik, der sich aus der unvermittelten antiaristotelischen Haltung ergibt. Er will neue, stets neue Erfindungen; denn sie garantieren die Macht über die Natur. Aber, so meint er, ein Syllogismus bringt nichts Neues, sondern ordnet nur Bekanntes. Daher muß die wahre Na-

⁴⁰ E. Mach, *Die Mechanik in ihrer Entwicklung*, Leipzig 1908.

turphilosophie aufhören, der Mathematik „in schmähhlicher Weise zu Magddiensten entwürdigt“ herzuhalten. Die spät bürgerliche Interpretation sieht in dieser Haltung Bacons zur Mathematik ein konservatives Moment. M. Buhr, der die Vorstellung Cassirers vom rückständigen „kategoriellen Apparat“ Bacons diskutiert, stellt daher die Frage, ob man diesen Denker *nur* vom „Novum Organon“ einschätzen darf (was selbstverständlich nicht zulässig ist).⁴¹

Wir müssen nun hervorheben, daß das *bürgerliche* Denken überhaupt das Problem der Identität von Mathematik und Philosophie *nicht* zu lösen vermag. Für seine Erkenntnistheorie ist daher das beständige Schwanken zwischen Dominanz der Philosophie *oder* der Mathematik als Inkarnation des allgemeinen Denkens typisch. Die Position Bacons gegenüber der Mathematik hat ein spezifisches Pendant in der Stellung der deutschen Klassik, vor allem Hegels (aber ins Idealistische gewendet). Die Einheit von Mathematik und Philosophie zu denken, ist allein und ausschließlich unter Voraussetzung des dialektisch-historischen Materialismus möglich, weil die diese Philosophie tragende Klasse, die der Arbeiter, kein beschränktes Verhältnis zur Natur und sich selbst mehr hat, vielmehr die volle Entwicklung des menschlichen Wesens, nämlich der Arbeit, darstellt. Damit sind Objektivität und Subjektivität menschlichen Daseins im Arbeitenden gesellschaftlich bestimmend vereinigt, die theoretische Reflexion dieser geschichtlich erzeugten Tatsache daher als Totalität des allgemeinen Denkens in der Identität von Mathematik und Philosophie möglich. Indem Marx von der Philosophie zur Ökonomie gelangt, kommt er über diese hinaus zur Mathematik; der Kreis von Philosophie, Einzelwissenschaft und Mathematik ist so wirklich geschlossen. Lafargue berichtet über Marx' Auffassung der Mathematik: „In der höheren Mathematik fand er die dialektische Bewegung in ihrer logischsten und zugleich einfachsten Form wieder; seiner Meinung nach war auch eine Wissenschaft erst dann wirklich entwickelt, wenn sie dahin gelangt war, sich der Mathematik bedienen zu können.“⁴²

Was die Stellung Bacons zur Mathematik anbelangt, so ist sie in der Tat zunächst durch einen richtigen Ausgangspunkt bestimmt: ein Syllogismus bringt nichts Neues! Was Bacon nicht sieht (und was auch die bürgerlichen Verteidiger der Mathematik nicht sehen), ist, daß der Syllogismus zur Form *praktischen Verhaltens* wird, sofern die Mathematik einzelwissenschaftliche Relevanz annimmt. Das Tun wird zur „schematischen

⁴¹ Vgl. die Einleitung von M. Buhr zur Ausgabe des „Novum Organon“, a. a. O., S. XIII.

⁴² Erinnerungen an Karl Marx, Berlin 1953, S. 155.

Operation"⁴³, und eben darin die „wirkliche“ Eigenschaft zur „faktischen“ Tatsache. Indem daher der Syllogismus mit dem praktischen Tun verbunden ist, bringt er in dieser Vermittlung in der Tat Neues. Im Übrigen ist die Stellung Bacons zur Mathematik aber auch durch folgenden Satz charakterisiert: „Denn es ist mir in den Sinn gekommen, daß in der Mathematik die Beweisführung mit Hilfe einer Maschine leicht und klar ist und daß ohne diese Hilfe alles verworrener und schwieriger scheint, als es wirklich ist.“⁴⁴

Das hat nun mit Rückständigkeit *nichts* zu tun, sondern beweist vielmehr ganz im Gegenteil eine partielle *Neueinsicht* in das Wesen der Mathematik (die bei Hegel als die reine Äußerlichkeit des Denkens auf höherer Stufe neu formuliert ist). Sie aber vermittelt auch den Grund für Bacons Haltung gegenüber der Mathematik. Er kann das menschliche Tun nicht als maschinelles auffassen, als schematische Operation. Da zugleich sein Materialismus konsequent die angeborenen Ideen ausschließt, ist kein Raum für ein materialistisches Verständnis des mathematischen Denkens. Er kann deshalb menschliches Tun nicht als schematische Operation begreifen, weil sein *bürgerlicher* Standpunkt nicht die *Arbeit* als Realisation der Menschlichkeit zu denken gestattet. Auch für ihn ist letztlich Menschsein identisch mit dem Geist, nur ist Bacons Mensch im Unterschiede zu Descartes' selbstdenkendem der *beobachtende*. „Der Mensch, Diener und Erklärer der Natur, schafft und begreift nur so viel, als er . . . beobachten kann . . .“⁴⁵

Hobbes importiert die cartesische Methode, aber ohne die Position Bacons zu vernichten. Die Erfahrungsabhängigkeit des Denkens bleibt auch für ihn bestehen. So kommt es für die englische Wissenschaft immerhin zu einer Gleichberechtigung von induktiver und deduktiver Methode. Dies ist die Bedingung für das Wirken Newtons.

Indem sich Newton auf Galilei und Kepler, auf den „fallenden Apfel“ und die Planetenbahnen, stützt, den in der Renaissance entwickelten Gedanken von der Anziehung zur mathematischen Relation fortbildet, wird er zum Vollender der Punktmechanik. 1687 erscheinen die „Mathematischen Prinzipien der Naturphilosophie“, worin die Gravitationstheorie dem kopernikanischen Weltbild die physikalische Vollendung gibt. Newton hat die Gravitation unter anderem auch in Konfrontation zur Wirbeltheorie des

⁴³ Es wird hier ein von P. Lorenzen (Einführung in die operative Logik und Mathematik, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1955) verwendeter Terminus gebraucht. M. E. ist die mit dem Namen P. Lorenzens verbundene Wendung der so genannten intuitionistischen Mathematik von außerordentlicher Bedeutung für das Erkennen des mathematischen Moments in unserem praktischen Tun. Da es immer zweckmäßiges Tun ist, so ist es geregelt und enthält daher stets das Moment der schematischen Operation. Die intuitionistische Mathematik bringt gerade das subjektive Moment der Wirklichkeit unseres Daseins hervor (mit dem Intuitionismus die intuitionistische Mathematik zu verwerfen, ist eine ganz unhaltbare Position). In P. Lorenzen nimmt sie eine materialistische Wendung, indem er von der Arbeit selbst ausgeht und die „Urintuition“ in die philosophische Rumpelkammer wirft.

⁴⁴ F. Bacon, Das neue Organon, a. a. O., S. 30.

⁴⁵ Ebenda, S. 41.

Descartes angenommen, die sich aus dessen Identifikation von Materie und Raum ergibt. Damit ist die cartesische Welt durch die Eigenschaft der „Vollheit“ charakterisiert, also auch durch Nahwirkung. Aber mittels der Wirbeltheorie bleiben die Gesetze Keplers unerklärbar.

Newtons Welt ist die „leere“, die Gravitation Fernwirkung. Dieser Gedanke der Fernwirkung bleibt dem Bewußtsein unfaßlich. So sieht Newton die Gravitation durch Gottes Willen vermittelt. Sie als eine physikalische Realität anzusehen, lehnt er entschieden ab. Er bedarf des beständigen Einwirkens Gottes auf seine Welt auch vor allem wegen der ungeklärten Beziehung von Trägheit und Schwere. So bleibt seine Lehre keineswegs unangefochten.⁴⁶

Als 1715 der „Sonnenkönig“ stirbt, ist dies zugleich ein Wendepunkt in der Geschichte des französischen Bürgertums. Seine jungen Ideologen holen sich die neuen Parolen aus England, das im Zeitalter Ludwigs XIV. als barbarisch galt. Es entfaltet sich intensiver geistiger Verkehr zwischen beiden Nationen. Die Tradition der skeptischen französischen Frühaufklärung (P. Bayle) wird mit dem englischen Materialismus verbunden, womit die entschiedene ideologische Kampfansage gegen das offizielle Christentum eine radikale Waffe erhält. Da das Bürgertum keinen Kompromiß mehr mit einer restaurativen sozialen Gruppierung eingehen kann (im französischen Absolutismus sind Adel, Klerus und Königtum zusammengeschmolzen), so ist es notwendig auf den Weg der politischen Revolution gedrängt. Daher ist die Entwicklung der bürgerlichen Ideologie zur *atheistischen* Konsequenz unvermeidlich.

Für die weitere Gestaltung des klassischen Naturbildes bedeutet dies, daß Gott als physikalische Bedingung endgültig verschwindet. Dabei handelt es sich nicht einfach um eine bloße Übernahme der englischen Naturphilosophie in der Gestalt der Theorie Newtons. Zwar wird von den Aufklärern Newton gegen Descartes ausgespielt, aber gegen dessen *Metaphysik*. Das mathematische Erbe, die cartesische deduktive Methode bleibt unangetastet und bildet vielmehr das Fundament der Rezeption Newtons. Es liegt also tatsächlich ein spezifischer Verschmelzungsprozeß vor, worin weder Descartes noch Newton als solche erhalten bleiben. Da Newton die Gravitation mathematisch formulierte, kann die cartesische Methode tatsächlich fruchtbar sein.

⁴⁶ Dies kann hier nicht näher erläutert werden. Insbesondere in Leibniz findet Newton einen entschiedenen Gegner. Diderot und Hegel diskutieren den Zusammenhang von Trägheit und Schwere, wobei Hegel mittels der dialektischen Methode auf die Identität beider schließt („Die Gravitation ist der wahrhafte . . . Begriff der materiellen Körperlichkeit“, in: Encyclopädie der philosophischen Wissenschaften, Leipzig 1949, S. 229). Erst Einstein formuliert die einzelwissenschaftliche Lösung.

Überdies knüpfen die Aufklärer auch an das Erbe von Huygens und Leibniz an, in dem die Möglichkeit der Darstellung des mechanischen Grundgesetzes als Extremalprinzip enthalten ist. Dadurch kann über Newton hinaus die Mechanik als Systemtheorie ausgebildet werden. Dies ist die Bedingung des Laplaceschen Dämons, der die klassische Zusammenfassung des Naturbildes darstellt.

Die cartesische Philosophie war durch Malebranche auch für die herrschende Klasse annehmbar geworden. In den aristokratischen Salons gehörte die Wirbeltheorie zum guten Ton. Zwischen 1700 und 1720 vermessen die Cassinis in Frankreich einen Meridianbogen, wobei sie zu dem Schluß kommen, daß die Erde nach den Polen hin verlängert sei. Die Voraussage der cartesischen Wirbeltheorie scheint so bestätigt. Die Anhänger Newtons bestreiten das Resultat. 1736/37 wird eine Expedition unter Leitung von Maupertuis (1698–1759) nach Schweden entsandt, um erneut einen Längengrad zu vermessen. Mit dem Triumph für Newtons Theorie wird Maupertuis zugleich zum berühmten „grand aplatisseur“. Die cartesische Physik muß endgültig der Newtons weichen.

Bedeutungsvoller noch als Maupertuis darf wohl die Leistung *Voltaires* (1694–1778) hinsichtlich der Rezeption Newtons in Frankreich gewertet werden. 1729 kommt er zusammen mit Montesquieu aus England zurück. 1734 erscheinen seine „Lettres sur les Anglais“ in französischer Sprache (1732 englisch), die in Paris vom Henker verbrannt werden. 1735 verfaßt er die „Eléments de la philosophie de Newton“ (der Druck wird in Frankreich verboten). Das Bild, das Voltaire von Newton entwirft, ist antikurial. „Wenn . . . Newton in Portugal geboren worden wäre und ein Dominikaner in dem Gesetz vom 'umgekehrten Verhältnis zum Quadrat der Entfernungen' eine Ketzerei gesehen hätte, dann hätte man den Ritter Isaac Newton bei einem Autodafe mit einem Sanbenito bekleidet.“⁴⁷

Newton gilt als Verbündeter. Indem also vor allem soziale Interessen ausschlaggebend für *Voltaires* Newton-Rezeption sind, geht eine entscheidende Umdeutung des Naturbildes vor sich. Newton wird auf den Mathematiker reduziert, der der cartesischen Materie neben der Ausdehnung das Prinzip der *Undurchdringlichkeit* hinzugefügt. Der Gegensatz von Metaphysik und Mathematik ist in aller Deutlichkeit ausgesprochen: „Die Metaphysik ist unterhaltsamer, oft ist sie der Roman vom Geist. In der Mathematik

⁴⁷ Voltaire, Abbé–Beichtkind–Cartesianer. Philosophisches Wörterbuch, Leipzig 1963, S. 181.

Sanbenito: Bekleidung der zur Hinrichtung geführten Opfer der Inquisition, bestehend aus einem mit Teufeln und Flammen bemalten Gewand und einer spitzen Mütze.

dagegen wird gerechnet und gemessen. Dies bedeutet ständige Anstrengung, und vielen Leuten sind sanfte Träume lieber als anstrengende Bemühungen."⁴⁸

Voltaire bemerkt klar, „daß die Physik Descartes' keinen einzigen neuen Gedanken enthält, der sich nicht als Irrtum erwies". Aber er bemerkt nicht, wie tief er selbst im cartesischen Denken gebunden ist. Er wirft Descartes ganz zu Unrecht vor, dieser wäre der Mathematik untreu geworden, hätte sich der Phantasie zugewandt. So zeigt sich die eigenartige Konstellation, daß Voltaire gegen eine Descartes-Interpretation tatsächlich im Sinne des wahren Descartes argumentiert. Dessen Bestimmung des allgemeinen Denkens bleibt vielmehr erhalten, d. h. die *Priorität der mathematisch-deduktiven Methode*. Unter der Hand ist die „Festigkeit" zur Ausdehnung hinzugekommen und die Gravitation als „Prinzip", dem die natürlichen Dinge gehorchen, eingeführt. Damit ist der cartesische Ansatz *erweitert*, aber mitnichten die cartesische Methode ausgeräumt. Der voltaireisierte Newton ist ein cartesischer Newton. Somit ist Voltaire der Initiator für die mechanistische Durchführung der Mechanik. Der reformierte Descartes aber kann deshalb so außerordentlich fruchtbar für die Mechanik werden, weil ihre Grundrelationen gegeben sind, es sich jetzt um die *logische* Entwicklung im Einzelnen handelt.

Der allgemeine Hintergrund dieser spezifischen Newton-Rezeption besteht wesentlich darin, daß Descartes dem französischen Bürgertum das eigene philosophische Bewußtsein gegeben hat, aber eben unter den Bedingungen des Gleichgewichts von Bourgeoisie und Feudaladel. Die ökonomisch-politische Dualität reflektiert sich in der Dualität von Vernunft und Glauben. Indem die französische Bourgeoisie zur ideologischen Vorbereitung der politischen Revolution schreitet, wird diese Dualität notwendig aufgehoben. Der Ausschließlichkeitsanspruch der Vernunft ist der des Bürgertums hinsichtlich der politischen Macht. Die ideologische Bewegung hat daher im Grunde mit der Seele bei Descartes über Bord zu werfen, um die Ausschließlichkeit der Vernunft zu besitzen. Gerade dies ist der intendierte Zweck der Reformation des cartesischen Gedankengutes. Lamettrie (1709–1751) meint geradezu, daß Descartes nur zur Irreführung seiner Materie noch eine Seele angehängt habe. Mittels der Rezeption der englischen Philosophie wird das cartesische Bewußtsein des französischen Bürgertums reformiert, der Vernunft die ausschließliche Autorität zuerkannt. Aber diese Vernunft *bleibt* französisch, bleibt die des Descartes.

Indem die hier betonte Identität in der Verschiedenheit der Naturanschauung cartesischer und aufklärerischer Provenienz nicht berücksichtigt wird, kann es geschehen, daß

⁴⁸ Ebenda, S. 216.

die mechanistische Behandlung der Mechanik als philosophische Intention dieser Wissenschaft überhaupt genommen wird. So kommt der trügerische Schein auf, als sei der sogenannte mechanische Materialismus der Vorherrschaft der Mechanik geschuldet.

Es muß nun hervorgehoben werden, daß der konsequente Materialismus innerhalb der französischen Aufklärung durchaus nicht so eng mit der Ausbildung der klassischen Mechanik verbunden ist, wie oft angenommen wird. Der eigentlich „mechanische“ Materialismus, d. h. der mit der Mechanik verbundene, ist von entschieden geringerer Konsequenz; er leidet unter der von Voltaire verkündeten Unvereinbarkeit von Metaphysik und Mathematik, die im Grunde schon die Abwertung der Philosophie in der mathematischen Naturwissenschaft in nuce enthält.

Wesentlich außerhalb der Mechanik findet der *klassische* Materialismus seine einzelwissenschaftliche Basis. „Mit dem Arzt *Le Roy* beginnt diese Schule, mit dem Arzt *Cabanis* erreicht sie ihren Höhepunkt, der Arzt *La Mettrie* ist ihr Zentrum.“⁴⁹ In Lamettrie und Holbach (1723–1789) sind die für das Naturbild wichtigsten Vertreter des klassischen Materialismus zu sehen. Lamettrie kommt von der Medizin her, Holbach von der deutschen technischen Tradition. Beide haben also direkt mit der mathematischen Mechanik nichts zu tun (im „System der Natur“ ist für diesen Teil Lagrange der Pate). Und eben weil sie *nicht* von der Interpretation der Erklärung Newtons, „hypotheses non fingo“, ausgehen, die Voltaire zuzuschreiben ist (Newton hatte mit ihr keineswegs eine antimetaphysische Proklamation geben wollen), kommen sie zum wirklich *konsequenten* Materialismus.

Lamettrie befreit die cartesische Konzeption von der Seele, indem er erklärt, daß „es in der Welt nur eine Substanz gibt“, die Materie. „Denn so viel er (Descartes – *P. R.*) auch über die Unterscheidung der beiden Substanzen phantasieren mag, so handelt es sich doch offenbar nur um ein Kunststück, um eine stilistische List, um den Theologen

⁴⁹ K. Marx/F. Engels, Die heilige Familie, in: Werke, Bd. 2, Berlin 1957, S. 133. Die in diesem Zusammenhang von den Klassikern gegebene Einschätzung leidet unter der zu allgemeinen Verwendung des Wortes „mechanisch“. Lamettrie z. B. hat nicht „die *Ideen für mechanische Bewegungen*“ erklärt. Es heißt bei ihm: „Alles reduziert sich auf Laute oder Wörter, die aus dem Mund des einen in das Ohr des anderen und sein Gehirn gelangen, das gleichzeitig durch die Augen die Gestalt der Körper aufnimmt, wofür diese Wörter die willkürlichen Zeichen sind.“ (J. O. de Lamettrie, Der Mensch eine Maschine, Leipzig 1965, S. 63) „Alles ist durch Zeichen bewerkstelligt worden“, lautet der entscheidende Ansatz Lamettries, über dessen Bedeutung angesichts der Informationstheorie nicht mehr zu streiten ist. Wenn man unter einer „mechanischen“ Bewegung im Sinne Lamettries einen natürlichen und meßbaren Vorgang versteht (also nicht einen, der den *speziellen* natürlichen und meßbaren Vorgang der mechanischen Bewegung bedeutet, die dem Hamilton-Prinzip gehorcht), so ist gerade der Sinn des Ansatzes deutlich. Lamettrie hat also nicht die Ideen auf „mechanische“ Bewegungen (im eigentlichen, einzelwissenschaftlichen Sinne) zurückgeführt, sondern von der Bewegung mittels *Zeichen* gesprochen, ohne die keine Idee sein kann. Dies entspricht genau dem Gedanken von der Sprache als der „materiellen Wirklichkeit“ des Denkens. Im Übrigen kommt im fraglichen Zusammenhang der Ausdruck „mechanisch“ gar nicht vor.

ein Gift einzuflößen . . ."50 Aber indem Lamettrie den Monismus begründet, wird er über die Vorstellung einer bloß ungeformten, gänzlich passiven Materie hinaus getrieben. Er erklärt, daß Materie stets mit Bewegung verbunden ist, daß sie manchmal Empfindung besitzt. Die Konzeption einer „organischen“ Materie wird entwickelt. „Ich halte das Denken für so vereinbar mit der organisch aufgebauten Materie, daß es ebenso gut eine Eigenschaft derselben zu sein scheint wie die Elektrizität, das Bewegungsvermögen, die Undurchdringlichkeit, die Ausdehnung usw.“51

Dieser Standpunkt kann und wird *nicht* auf dem Boden der „Vorherrschaft der Mechanik“ ausgebildet. Der *Arzt* ist die Bedingung des Philosophen. „Ist der Blutkreislauf zu schnell, so kann die Seele nicht schlafen. Ist die Seele zu erregt, so kann sich das Blut nicht beruhigen . . ."52

Häufig wird die Konzeption des Menschen als Maschine, wie sie von Lamettrie entworfen ist, als Inkarnation der Beschränktheit des „mechanischen“ Materialismus verstanden. Dies ist – das sei einmal deutlich gesagt – ein *Fehlurteil*. Es ist entstanden aus der Reaktion der deutschen Klassik gegen die französische Aufklärung, wobei der *Idealismus* die Bedingung dieses Urteils ist. Außerdem wird im deutschen Sprachverständnis mechanisch und maschinell häufig synonym verstanden. Wenn Lamettrie den Ausdruck „machinalement“ verwendet, so kommen deutschen Übersetzern keine Gewissensbisse, dafür den Ausdruck „mechanisch“ zu setzen.⁵³ So werden tatsächlich völlig unzulässige Assoziationen erzeugt. Eine Maschine ist in gar keinem Fall mit einem mechanischen System logisch identisch. Und von einer *solchen* Identität ist auch bei Lamettrie nicht die Rede. „Der menschliche Körper ist eine Maschine, die selbst ihre Federn aufzieht; ein lebendiges Ebenbild der unaufhörlichen Bewegung.“54

Wir haben also bei Lamettrie statt einer perfiden Reduktion des Menschlichen vielmehr die *Neuformulierung des Brunoschen Ansatzes* zu sehen. Die moderne Kyberne-

⁵⁰ La Mettrie, *Der Mensch eine Maschine*, a. a. O., S. 139.

⁵¹ Ebenda, S. 141.

⁵² Ebenda, S. 39.

⁵³ So z. B. in der hier benutzten Ausgabe S. 114f. Es sei nicht bestritten, daß die Bedeutung von „mechanisme“ und „machine“ durchaus Gemeinsames enthält. Die zugehörigen Klassen sind jedoch nicht identisch. Im Lateinischen ist ein *mechanicus* ein Handwerker, ein *machinator* ein Baumeister (auch Anstifter). Zur Unterscheidung sei hervorgehoben, daß im Ausdruck „Maschine“ eigentlich an ein System gedacht ist, das einen Zweck verwirklichen soll. Mit dem „Mechanismus“ meinen wir, daß eine Anordnung von irgendwelchen Bauelementen vorliegt, die eine *Wirkungsübertragung* gestattet. Dabei kann eine Maschine sehr einfach, ein Mechanismus sehr kompliziert sein. Dieses teleologische Moment ist es wohl augenscheinlich, was beide Ausdrücke tatsächlich voneinander in der Bedeutung unterscheidet und was schon im Lateinischen enthalten ist. Lamettrie hat es überdies in seiner Definition des Menschen deutlich betont. Die von der klassischen Mechanik behandelten Vorgänge sind aber stets reversibel, schließen daher den teleologischen Aspekt völlig aus.

⁵⁴ La Mettrie, *Der Mensch eine Maschine*, a. a. O., S. 41.

tik, indem sie Lametrie wieder ins Gespräch bringt, geht also keineswegs auf den „mechanischen“ Materialismus zurück, sondern besinnt sich vielmehr ihrer tatsächlichen historischen Entwicklung.

Daß der *konsequente* Materialismus innerhalb der theoretischen *Naturaneignung* unvermeidlich auf die maschinelle Komponente des menschlichen Daseins getrieben wird, ist auch bei Bacon – wenn auch unter anderer Voraussetzung – zu sehen gewesen. Lametrie hat keine Definition der Maschine gegeben. Er hat den Ausdruck in der gewöhnlichen Bedeutung des Französischen genommen, Werkzeug, Triebwerk, Kunstwerk, Organismus zu sein. Nicht mechanisches System, sondern sich selbst genügendes, *gesetzmäßiges*, natürliches System ist ihm die Maschine. Für Lametrie ist die Kunst „die Tochter der Natur“. „L’Homme Machine“, das ist also der keines Gottes bedürftige, sich selbst bestimmende Mensch in der Natur.

Holbach führt die Konsequenz des Materialismus weiter. Er bestimmt die Bewegung als der Materie eingepflanzt. Die Materie selbst wird (über die nur negative Bestimmung Lаметries als *nicht* nur ungeformt, passiv hinaus) als nicht etwas schlechthin Gleichartiges, sondern als Mannigfaltigkeit von Grundbestimmungen aufgefaßt. Damit ist die höchste Ausbildung des klassischen Materialismus innerhalb des bürgerlichen Naturbildes errungen. „Die Existenz der Materie ist eine Tatsache; die Existenz der Bewegung ist ebenfalls eine Tatsache.“⁵⁵

Die Selbstbewegung der Materie ist die endliche Konsequenz des klassischen bürgerlichen Naturbildes.

Die Schranke in der Auffassung der Selbstbewegung ergibt sich aus der Schranke der *bürgerlichen* Auffassung überhaupt. Der klassische Materialismus bestimmt nämlich diese Selbstbewegung nicht; *er nimmt sie als bloße „Tatsache“*, verbleibt in der rein äußerlichen Zusammenführung von Materie und Bewegung. Daher ist die Selbstbewegung mehr Proklamation als begriffenes Wissen. Der Widerspruch als Wesen der materiellen Selbstbewegung bleibt außerhalb des Denkens.

Innerhalb der theoretischen *Naturaneignung* der französischen Aufklärung entwickeln sich zwei Linien der Auflösung der klassischen bürgerlichen Konzeption, die im Verhältnis d’Alemberts (1717–1783) und Diderots (1713–1784) zueinander enthalten sind. Diese Linien verbleiben aber im Ansatz, zeigen nur die Möglichkeit der künftigen Entwicklung. Das Verhältnis d’Alembert – Diderot findet sich in spezifisch deutscher Weise in dem von Kant zu Hegel wieder, nämlich auf dem Boden des Idealismus. Das

⁵⁵ P. Th. Holbach, *System der Natur*, Berlin 1960, S. 30.

entscheidende Problem ist das des Charakters des allgemeinen Denkens, also das Verhältnis von Mathematik und Philosophie. Eine Lösung wird nicht gefunden, aber die Frage ist deutlich gestellt.

D'Alembert, führender Mathematiker des Jahrhunderts (Lehrer Lagranges), löst 1743 in seinem „Traité de dynamique“ den damals berühmten Streit der Cartesianer und Leibnizianer über das „wahre Maß“ der „bewegenden“ Kräfte (die Cartesianer betonten den Impulssatz, die Leibnizianer den Energiesatz) mit Hilfe einer wichtigen Überlegung auf. Die Konfrontation der „toten“ und „lebendigen“ Kräfte beseitigt der Sechszwanzigjährige, indem er philosophisch zur Kategorie der Wechselwirkung schreitet. Damit wird die klassische Konzeption, alles aus wirkenden Ursachen zu bestimmen, aus ihrer Einseitigkeit geworfen. Mit dem Begriff der Wechselwirkung steht die Naturauffassung an der Schwelle der *wissenschaftlichen* Dialektik. „In der endlichen Kausalität sind es Substanzen, die sich wirkend zueinander verhalten. Der *Mechanismus* besteht in dieser Äußerlichkeit der Kausalität . . . In der Wechselwirkung ist nun dieser Mechanismus aufgehoben; denn sie enthält *erstens* das *Verschwinden* jenes ursprünglichen *Beharrens* der *unmittelbaren* Substantialität, *zweitens* das *Entstehen* der *Ursache*, und damit die *Ursprünglichkeit* als durch ihre *Negation* sich mit sich selbst *vermittelnd*.“⁵⁶

Mit dem Übergang von der „endlichen Kausalität“ zur Wechselwirkung aber wird d'Alembert zugleich zum Initiator der *modernen* Gestalt der Mechanik. Das berühmte „D'Alembert-Prinzip“ ist direkte Frucht seines philosophischen Bemühens; die Systemmechanik hat erstmals abgeschlossene Form.

Auf welche Weise vollzieht d'Alembert diesen Übergang? Er erfolgt unter der Dominanz des cartesischen Erbes. Eine deutliche und klare Vorstellung von der „Kraft“ bewegter Körper soll gewonnen werden. „Wenn man von der Kraft der in Bewegung befindlichen Körper spricht, so verbindet man entweder gar keine präzisen Vorstellungen mit diesem Ausdrucke, oder man kann darunter im allgemeinen nichts anderes verstehen, als die Eigenschaft der bewegten Körper, die Hindernisse, welche ihnen begegnen, zu überwinden oder denselben Widerstand zu leisten.“⁵⁷ Die „Kraft“ bewegter Körper ist einzig aus der Größe der „Hindernisse“ zu entnehmen, sofern man nur unter dem Ausdruck „Kraft“ „nicht irgend ein vermeintliches Wesen, welches im Körper seinen Wohnsitz hat, bezeichnen will, und man sich dessen bloß als Abkürzung des Ausdrucks für eine Tatsache bedient, wie man etwa auch sagt, daß ein Körper eine doppelt

⁵⁶ G. W. F. Hegel, Wissenschaft der Logik. Zweiter Teil, Leipzig 1951, S. 202.

⁵⁷ D'Alembert, zit. aus: Vorreden und Einleitungen zu klassischen Werken der Mechanik, Leipzig 1899, S. 56.

so große ‚Geschwindigkeit‘ habe, als ein anderer, anstatt zu sagen, daß er in der gleichen Zeit einen doppelt so großen Raum durchläuft, ohne deshalb zu meinen, daß das Wort ‚Geschwindigkeit‘ ein den Körpern anhaftendes Wesen bezeichne.“⁵⁸

Indem d’Alembert die „Kraft“ auf die „Hindernisse“ bezieht und umgekehrt, ist gerade die Wechselwirkung in ihrer unmittelbar mechanischen Relevanz ausgesprochen. Und nur, weil er diese Beziehung beider zueinander im Blick hat (also nicht etwa sagt, was denn *die* Kraft sei), hat er wirklich einzelwissenschaftlichen Erfolg. Die toten“ und „lebendigen“ Kräfte (Impuls und Energie) sind nicht mehr absoluter Gegensatz, sondern im Begriff der „Hindernisse“ vermittelt. Der Streit der Cartesianer und Leibnizianer löst sich auf in die Feststellung, daß erstere ihr Maß (mv) mit Recht behaupten, wenn sie die Kraft“ nach der „Summe der Widerstände“ messen. Die Leibnizianer behaupten ihr Maß (mv^2) gleichfalls berechtigt, wenn sie nach der „absoluten Menge der Hindernisse“ messen. In dieser Unterscheidung von Summe der Widerstände (d’Alembert sieht ausdrücklich als Glieder dieser Summe die Produkte der Widerstände – mv – mit den „unendlich kleinen Zeiten“ – Δt – an) und absoluter Menge erscheint die Idee des *Grenzwertes*, die d’Alembert später für die „Enzyklopädie“ weiterentwickelt. Darin ist er den Zeitgenossen entschieden voraus. Allerdings mußte sich die Mathematik erst von der Mechanik emanzipieren, damit der Grenzwertbegriff exakt ausgearbeitet werden konnte. Die beständige Identifikation des „unendlich Kleinen“ mit sinnlich-gegenständlichen Eigenschaften ließ das Problem nicht zu logischer Reinheit kommen.

Indem d’Alembert den Kampf gegen die „metaphysischen Wesenheiten“ führt, bereitet er die Bedingungen der Trennung von Einzelwissenschaft, Mathematik und Philosophie. Aber in dieser positiven Tendenz ist zugleich das negative Moment enthalten: die Negation der Philosophie überhaupt und ihre Ersetzung in der Naturwissenschaft durch den Tatsachenfetischismus. Lagrange zieht auch sofort die entscheidende Konsequenz, von allen theologischen und metaphysischen Spekulationen als sehr prekären, nicht in die Wissenschaft gehörigen, vollständig abzusehen. Indem sich das Bürgertum sozial zur reaktionären Klasse umwandelt, wird der so gegebene Ansatz zum Positivismus umgebildet. Um ihn aufzuheben, muß der eigentliche wissenschaftstheoretische Kern, der in der Haltung d’Alemberts das Problem ausmacht, untersucht werden: Wie sind Philosophie und Mathematik in der Einzelwissenschaft vermittelt?

⁵⁸ Ebenda.

Diderot stellt im Gegensatz zu d'Alembert die Mathematik in Frage: „Als die Mathematiker die Metaphysiker in Verruf brachten, waren sie weit davon entfernt, zu denken, daß ihre ganze Wissenschaft nur eine Art Metaphysik sei.“⁵⁹

Auf die Frage, was ein Metaphysiker sei, hätten die Mathematiker geantwortet: „Das ist ein Mensch, der nichts weiß.“ Aber die Chemiker Physiker, Naturforscher überhaupt seien nun im Begriff, die Metaphysik zu rächen und eben jene Erklärung auf die Mathematiker selbst anzuwenden. Sie sagen: „Wozu dienen alle diese tiefgründigen Theorien über die Himmelskörper, . . . wenn sie . . . nicht von der Notwendigkeit befreien, den Himmel zu beobachten?“⁶⁰

Diderot führt damit Bacons Linie weiter. Betont sei, daß er durchaus kein mathematischer Dilettant war; er hat u. a. über Wahrscheinlichkeitsrechnung geschrieben. Die Anekdote über Diderots Konfrontation mit Euler, wonach ersterer sprachlos einen algebraischen Gottesbeweis durch letzteren entgegennehmen mußte, wird weder dem einen noch dem anderen gerecht.

Aber abgesehen von der eigenen mathematischen Leistung verbleibt doch das Urteil Diderots keineswegs nur negativ: „Ich weiß nicht, ob irgendeine Beziehung zwischen dem Sinn für das Spiel und dem mathematischen Genie besteht; aber es besteht gewiß viel Ähnlichkeit zwischen einem Spiel und der Mathematik. Wenn man im ersten Falle von der Ungewißheit absieht, die das Los mit sich bringt, oder wenn man mit ihr die Ungenauigkeit gleichsetzt, die im zweiten Falle die Abstraktion mit sich bringt, so kann ein Spiel als eine unbestimmte Reihe von Problemen betrachtet werden, die nach gegebenen Bedingungen zu lösen sind. Es gibt keine mathematische Frage, bei der diese Definition nicht zutreffen würde, und die ‚Sache‘ des Mathematikers hat in der Natur nicht mehr Existenz als die des Spielers.“⁶¹

Dies ist eine geniale Ahnung vom Wesen des mathematischen Verhaltens zur Wirklichkeit. Man befreie nur den Ausdruck „Spieler“ von seiner anrühigen Bedeutung, begreife ihn als den *frei seine Zwecke* setzenden und verwirklichenden Menschen, so ist der positive Sinn der Aussage Diderots deutlich. Der frei produzierende Mensch verwirklicht sich in dem Maße, in dem er die Bedingungen seiner Produktion beherrscht. Und diese Herrschaft, die auch durch die theoretische Aneignung der Bedingungen als objektive vermittelt ist, wird eben daher in dem Maße wirklich, in dem der Mensch zum Mathematiker wird, d. h. *sein Wissen* von den Bedingungen seiner Produktion *objekti-*

⁵⁹ D. Diderot, Zur Interpretation der Natur, Leipzig 1965, S. 28.

⁶⁰ Ebenda, S. 29.

⁶¹ Ebenda, S. 28.

viert. Diderot sieht das Wesen der Mathematik in der Abstraktion. Was er noch nicht sieht (und nicht sehen kann), ist *die Abstraktion als reales Moment der Arbeit*. Daher verbleibt seine Bestimmung des mathematischen Verhaltens in der genialen Ahnung, ist sie nur Möglichkeit, Ansatz für die Zukunft.

Aber Diderot ist auf dem Wege zum dialektischen Materialismus. Er will die „Denkenden“ mit den „Schaffenden“ verbinden, will eine „experimentelle Philosophie“. So kommt er in der Tat an den richtigen Ausgangspunkt der *wissenschaftlichen* Philosophie heran: die Praxis. Diderot ist kein Cartesianer mehr. Neben Bacon ist in ihm zugleich das Erbe Leibnizens (in der Vermittlung Maupertuis' und Robinets) lebendig. Mit Buffon kommt er zur Auffassung der *Natur als eines geschichtlichen Prozesses*. Es ist diese Historizität, die ihm gestattet, das Verhältnis von Philosophie und Mathematik auf einer neuen Ebene als Problem zu stellen. „Ich weiß nicht, inwiefern die Philosophen angenommen haben, daß die Materie indifferent gegenüber Bewegung und Ruhe sei. . . . Jene philosophische Annahme hat vielleicht Ähnlichkeit mit der Annahme der Mathematiker, für die es Punkte ohne irgendeine Ausdehnung . . . gibt . . .“⁶²

Diderots Naturbild ist unmittelbar der Ausgangspunkt für die Naturauffassung des dialektisch-historischen Materialismus.

⁶² D. Diderot, Philosophische Grundsätze über Materie und Bewegung, in: D. Diderot, Zur Interpretation der Natur, a. a. O., S. 95.