

# Neue Episteme: Die biokybernetische Konfiguration der Technowissenschaftskultur

Jutta Weber

„(...) die Kybernetik ist der größte Bissen aus der Frucht vom Baum der Erkenntnis, den die Menschheit in den letzten zweitausend Jahren zu sich genommen hat.“

Gregory Bateson

„Störend wirkt das anscheinend freie Planen und Handeln des Menschen. Aber neuerdings hat die Wissenschaft sich auch dieses Feldes der menschlichen Existenz bemächtigt. Sie unternimmt die streng methodische Erforschung und Planung der möglichen Zukunft des handelnden Menschen. Sie verrechnet die Information über das, was als Planbares auf den Menschen zukommt.“

Martin Heidegger

Mit Technik schließen wir uns die Welt auf. Sie bestimmt wesentlich unser Wirklichkeitsverständnis. Der Weltzugang und das Wirklichkeitsverständnis einer Epoche gestalten sich je nach dominanter Wissenskultur und technischer Rationalität auf sehr unterschiedliche Weise. Die Grundlagen für unsere heutige Wissenskultur bildeten sich entscheidend in den 1930er und 1940er Jahren mit der Entstehung von Systemtheorie (u. a. Bertalanffy 1927; 1940) und Kybernetik (u. a. Wiener 1948; Shannon 1948). Zwar spielten Konzepte wie Steuerung, Feedback oder Homöostase schon früher in den Wissenschaften durchaus eine Rolle, doch erst mit der Wende zu einer systemrationalen Logik wird der schon seit dem 19. Jahrhundert schwelende Streit zwischen Vitalismus und Mechanizismus (Osietzki 1998; 2002; Penzlin 2000; Weber 2003b) obsolet. Es lösen sich alte Gegensätze von Lebendigem und Totem, Organismus und Maschine, Gesetzmäßigkeit und Zufall auf. Diese neue Systemrationalität zeichnet sich durch ihr Interesse für Muster und Strukturen bzw. Organisation aus, durch die Kopplung von Organismus und Maschine über den System- und Verhaltensbegriff, durch die Abwendung vom Energiebegriff und durch die Hinwendung zu Prozessen der Informationsspeicherung, -verarbeitung und -übertragung. Systemtheorie und Kybernetik bilden die Basis einer qualitativ neuen Wissensordnung (Foucault 1966). Die von Norbert Wiener (1948) und Claude Shannon (1948) entwickelte Informations- und Kommunikationstheorie ermöglichte die

„Betrachtung der Regelung und Informationsübermittlung in den Maschinen und in den Lebewesen oder auch in sozialen Strukturen unter einheitlichem Gesichtspunkt. Man abstrahiert von den technischen, biologischen oder sozialen Spezifika der

Systeme und analysiert die allen gemeinsamen Prinzipien der Regelung und der Nachrichtenübermittlung mit einheitlicher Methodik.“ (Penzlin 2000, 496)

Kybernetik wie Systemtheorie, aber auch *operations research* oder Spieltheorie zielen darauf ab, übergreifende Ordnungen zu erkennen (Haraway 1991) oder zu konzipieren. Nicht von ungefähr arbeiten diese neuen Wissensfelder und Frühformen der Technowissenschaft (vgl. Haraway 1997; Weber 2003b; Nordmann 2004) interdisziplinär, unorthodox, praxisorientiert und gerne auch eklektizistisch. Gleichzeitig wendet sich dieser neue Ansatz von der (vitalistischen) Frage nach der intrinsischen Beschaffenheit des Organischen, nach der immanenten Logik des Lebendigen und nach einer möglichen grundsätzlichen Differenz von Lebewesen und Maschine ab. Der Vitalismus hatte noch Zweifel, ob es angemessen sei, das Organische nach der Maschine, nach der jeweils herrschenden technischen Rationalität zu modellieren. Mit Systemtheorie und Kybernetik werden essentialistische Fragen, etwa die Kardinalsfrage nach einer möglichen intrinsischen Differenz von Lebendigem und Totem, in einer Systemlogik ruhiggestellt, die Organismus wie Maschine als *black box* konzeptionalisiert. Die Biokybernetik verzichtet darauf, nach den immanenten Eigenschaften von Organismen und anderen Systemen zu fragen, und bereitet so den Boden nicht nur für konstruktivistische Ansätze, sondern auch für eine postmoderne Kritik des Essentialismus (Weber 2003b; Lafontaine 2007).

Das Credo der allmählich entstehenden Wissenskultur ist nun weniger eines der Wahrheit und der objektiven Repräsentation von Welt, sondern orientiert sich an der Idee der Machbarkeit, des *social engineering*, der Vorhersage durch Auswertung und Extrapolation vergangenen Verhaltens, aber auch der Neugestaltung bzw. der Konstruktion von Welt(en). In ihr ist die Frage der Kontrolle zentral, wenn auch manchmal noch die Idee umfassender Aufklärung aufblitzt. So heißt es auf dem Buchdeckel einer populärwissenschaftlichen Einführung in die Kybernetik aus den 1970er Jahren:

„Kybernetik: sie ergründet die Gesetzmäßigkeiten des menschlichen Handelns und der Abläufe von Geschehnissen aller Art. Sie dient dem Krieg, in dem sie Bomber und Raketen lenkt. Sie dient dem Frieden, denn sie hilft die Grundprobleme der Welt besser lösen. (...) Sie steigert die Fähigkeit des Menschen zu denken, zu erkennen, zu planen, zu organisieren, zu verwalten, zu beherrschen.“ (Jursa 1971, o.P.)

Die Obsession umfassender Kontrolle und perfekter Planung, wie sie sich in den Schemata und Schautafeln diverser Regelkreisläufe ausdrückte, die alles – von der Flugbahn des Jagdbombers bis zum rationalen Wirtschaften der Hausfrau in ihrer Frankfurter Küche – erklären sollten, scheint heute verschwunden. Der Glaube, die Probleme der Massengesellschaft und der Demokratie durch maschinelle Planung bzw. Supercomputer lösen zu können, ist ebenso überholt wie eine ungebrochene Euphorie für künstliche Intelligenz und totale Kontrolle. Die Kybernetik erscheint heute als vorübergegangene Epoche und historischer Abschnitt, als paradigmatische Wissenschaft des Kalten Krieges, die in den 1970er Jahren ihr Ende fand. Sie ist in unserer Alltagskultur nicht mehr unmittelbar präsent – sieht man von den Begriffen des Cyberspace und des Cyborg ab – und kaum ein wissenschaftliches Institut führt noch den Begriff der Kybernetik im Namen.

„Yet cybernetics did not disappear altogether; rather, it flowed over a broad alluvial plain of intellectual inquiry, at once everywhere and nowhere. In a sense it is more important than ever, although more for (...) the general framework it pioneered than for contributions as a discrete field of inquiry.“ (Hayles 2010, 145; vgl. auch Hagner/Hörl 2008)

## Die biokybernetische Systemlogik: Planung, Kontrolle und Simulation

1930 schrieb Ernst Cassirer in seinem Aufsatz *Form und Technik*:

„Wenn man den Maßstab für die Bedeutung der einzelnen Teilgebiete der menschlichen Kultur in erster Linie ihrer realen Wirksamkeit entnimmt, wenn man den Wert dieser Gebiete nach der Größe ihrer unmittelbaren Leistung bestimmt, so ist kaum ein Zweifel daran erlaubt, daß, mit diesem Maße gemessen, die Technik im Aufbau unserer gegenwärtigen Kultur den ersten Rang behauptet.“ (Cassirer 1985 [1930], 39)

Doch bis heute ist die Bedeutung der modernen Technowissenschaften und der ihr zugrunde liegenden Rationalität(en) ihrer eigenen Kultur kaum gegenwärtig. Zwar titulieren wir uns abwechselnd als Informationsgesellschaft, Wissens- oder Netzgesellschaft, doch ein Verständnis unseres spezifischen technowissenschaftlichen *Weltzugangs* und der uns regierenden technowissenschaftlichen Rationalität bleibt eher randständig, obwohl erst dies eine Diskussion oder Reversion derselben ermöglichen würde. Eher kaprizieren sich gesellschaftliche Diskussionen auf die (angeblichen) Effekte neuer Medien – von der Fernseh-, Sucht- über ‚verrohende‘ Computerspiele bis zum ‚Arabischen Frühling‘ mithilfe der *social media*.

Über die kybernetische Wende nachzudenken, heißt aber gerade, prägnant die Verschiebungen in einer Wissensordnung, somit von Epistemologien und Ontologien zu verstehen und über die Analyse einzelner Artefakte und historisch spezifischer Entwicklungen hinauszugehen (Weber 2003b). Das ermöglicht es, zumindest ansatzweise zu begreifen, was es heißt, in der heutigen Technowissenschaftskultur zu leben, für welche die (bio-)kybernetische Wende wesentlich ist.

Zentrale Bausteine dieser neuen Wissensordnung sind – wie schon erwähnt – eine wirkmächtige Analogisierung von Organismus und Maschine als integriertes, informationsverarbeitendes System (Haraway 1991; Hayles 1999b) und die Fokussierung auf das beobachtbare Verhalten von Systemen, das zum *Blackboxing* nicht nur der Maschine, sondern auch des Menschen führt:

„Cybernetics was a circuit-reductionist model where behavior was always understood as purposeful and intentional. Both ally and enemy were fundamentally rational and calculating entities that played on a mechanized battlefield, well-versed in strategy, tactics, and maneuver. Humans and objects could only be known in terms of their observable functions. Under the gaze of such inquiry, human intentionality was the same as the self-regulation of machines.“ (Crandall 2005, 3)

Für Formalisierung, Modellierung und Management von biologischen, sozialen und technischen Systemen nutzt man die Idee systemübergreifender Strukturen, arbeitet man mit Feedback-Prozessen und der Auswertung vergangener Prozesse, in der Hoffnung, Aussagen über die Zukunft machen zu können. Man will mit Hilfe von Simulation und Szenariotechniken auf der Grundlage von Statistik und probabilistischen Verfahren Zukunft steuern (Crandall 2005; Pickering 2007; Crogan 2011). Die kybernetische Wissenskultur operiert dabei im Rahmen einer Ontologie, in der Welt *a priori* und auf spezifische Weise als manipulierbar und vorhersehbar angesehen wird. Dementsprechend ist für die

Kybernetik erster Ordnung und ihren Gründervater Norbert Wiener der Zufall auch der größte Feind des kybernetischen Projekts (Weber 2004/05). Der Wunsch, zukünftige Ereignisse projizieren und damit planen zu können, entstand nicht zuletzt aus dem militärischen Kontext der Kybernetik. Eines der bekanntesten Projekte ist Norbert Wiens ‚Anti-Aircraft Predictor‘, den er gegen Ende des 2. Weltkriegs entwickelte und der die Flugbahnen feindlicher Kampfflugzeuge möglichst genau berechnen bzw. vorhersagen sollte, um die Flugabwehr zu perfektionieren (Galison 1994; Hayles 1999b; Pickering 2007; Crogan 2011).

Das Projekt konnte zwar bis Kriegsende nicht realisiert werden, aber in diesem und ähnlichen Vorhaben – wie etwa der *Machina Speculatrix* bzw. der mechanischen Schildkröte des britischen Neurophysiologen Grey Walter – wurden die Grundlagen geschaffen für die Idee der Echtzeitverfolgung von Verhalten, für verteilte interaktive Simulationen und für die Anwendung von Szenariotechniken. Diese Technologien ermöglichten zumindest partiell das Gefühl, die Zukunft kontrollieren zu können (Crandall 2005), sich aber auch einen umfassenden, wenn nicht panoptischen Überblick verschaffen zu können. Der militärische Ursprung der Kybernetik hat einige TheoretikerInnen (Haraway 1991; Edwards 1996; Crogan 2011) zu der Frage veranlasst, inwieweit der Kybernetik und den ihr nachfolgenden Technowissenschaften eine agonale Orientierung innewohnt – „deriving from a world built on confrontation and oppositional tactics, of tactical moves and countermoves“ (Crandall 2005, 3). Wenn ein universaler agonaler Grundzug biokybernetischer Technowissenschaften auch fraglich ist, lässt sich doch ein solcher für den *Military-Entertainment-Complex* (Lenoir 2000) bzw. *Military-Industry-Media-Entertainment Complex* (Der Derian 2009) ausmachen. Hier teilen sich Simulationen von Kriegsoperationen genauso wie Kriegscomputerspiele eine Ontologie, in welcher der Feind sich primär als probabilistisches System darstellt und mit Hilfe von statistischen Methoden, Echtzeitverfolgung, schneller Informationsverarbeitung, Simulation und einer umfassenden visuellen Kontrolle auszuschalten ist. Die langfristige Perspektive dabei ist: „finding, tracking, and targeting virtually in real time any significant element moving on the face of the earth“ (Crandall 2005, 4).



Abbildung 1 Grey Walter mit seiner Frau Vivian, Sohn Timothy und Roboter Elsie (de Latil 1953)

Grundlegende Voraussetzungen für diese neue Wissenskultur der Informationsverarbeitung, Planung und (agonalen) Kontrolle sind der Bruch mit der repräsentationalistischen Logik (Haraway 1991; Pickering 2008) und die Verschiebung von der Disziplin zur Kontrolle. Erst damit können Virtualität, Echtzeit und Simulation den zentralen Stellenwert einnehmen, den sie heute haben. Mit dieser Ausrichtung verschiebt sich der Fokus von der klassischen Vermessung von Mensch und Natur hin zu Projektion und Kontrolle des Verhaltens von organischen, technischen und sozialen Systemen.

## Biokybernetik 2. Ordnung: Rauschen, Spontaneität und Performanz

*Die Kybernetik ist tot. Lang lebe die Kybernetik:* Als Begriff verschwunden, leben die Kybernetik bzw. zentrale Momente ihrer Epistemologie und Ontologie in aktuellen Technowissenschaften wie Informatik, Robotik, Neuro- oder Nanotechnologie fort. Auch heute sind Informationsspeicherung, -verarbeitung und -übertragung sowie die Orientierung an systemübergreifenden Mustern und Strukturen zentraler Gegenstand und wichtiges Werkzeug der Technowissenschaften. Gleichzeitig lässt sich seit den 1980er Jahren eine Verschiebung der kybernetischen Logik konstatieren: Während Information, Feedback, Homöostase und System(-Umwelt-Kopplung) wesentliche Pfeiler aktueller technowissenschaftlicher Logik bleiben, gilt nun Konzepten wie Selbstorganisation, Spontaneität, Emergenz und das dynamische Verhalten von offenen Systemen größere Aufmerksamkeit. Hatte die klassische Kybernetik verstanden, dass Kontrolle weder zu statisch noch zu zentralistisch organisiert sein darf, um dynamisches Verhalten adäquat beschreiben zu können, so galten ihr doch gleichzeitig Unordnung, Rauschen und Unvorhersehbarkeit als zu eliminierende Erzfeinde (Wiener 1950; vgl. auch Weber 2004/05). Die Kybernetik zweiter Ordnung, wie sie von Heinz von Foerster, Humberto Maturana, Ilya Prigone, Isabelle Stengers und anderen entwickelt wurde, interessiert sich dagegen sehr für Spontaneität, für Fragen der Unvorhersehbarkeit, für die Evolution und Mechanismen des Werdens – und damit für entgrenzende Denkformen.

Bei der Untersuchung der lebendigen Natur rückt der Aspekt der Neuerung in den Mittelpunkt, der für eine Forschung genutzt werden soll, die auch nichtdeterministische, komplexe Systeme berechenbar macht. Durch den Fokus auf offene, dynamische Systeme gestaltet sich die Übertragung von informationstheoretischen Konzepten auf biologische Vorgänge noch effizienter. Die Molekularbiologie, die lange mit hierarchischen Organisationsmodellen und anti-teleologischen Vorstellungen gearbeitet hatte, nähert sich in den 1980er Jahren zunehmend der kybernetischen Logik der Wechselwirkung, des Feedback und des Austausches (Kay 1994; Keller 1998) an, so dass sich eine Konvergenz neuerer Technowissenschaften wie Genetik, Informatik, Robotik und Neurowissenschaften abzeichnet.

Zentrales Thema ist die Wechselbeziehung von Statik und Dynamik, von Kontinuität und Veränderung, von Ordnung und Chaos. Die Frage ist, ob und vor allem wie diese Bewegungen des Spontanen, die Entstehung von Neuem mathematisch-physikalisch oder auch biochemisch handhabbar bzw. beschreibbar werden, diese Wechselwirkung von Ordnung und Chaos sich gesetzmäßig beschreiben lässt. Das Moment des Spontanen, das noch im 19. Jahrhundert (und weit darüber hinaus) in lebensweltlichen Kontexten als *das* Charakteristikum des Lebendigen galt, scheint mit einem kybernetischen bzw. informationstheoretischen Verständnis des Organismus wieder interessant, weil fassbar zu werden. Insofern die Selbstorganisation universale, stabile – eben informationstheoretisch definierte – Muster der Entwicklung und des Verhaltens eines jeden Organismus

unabhängig von seiner materialen Verfasstheit garantiert, wird Spontaneität als Übergang von einem stabilen Muster zum nächsten verstanden und damit nachvollziehbar bzw. eventuell herstellbar. Als zentral erweist sich die Frage nach den Randbedingungen für emergente Prozesse:

„One should expect control strategies to concentrate on boundary conditions and interfaces, on rates of flow across boundaries – and not on the integrity of natural objects. (...) Control strategies will be formulated in terms of rates, costs of constraints, degrees of freedom. Human beings, like any other component or subsystem, must be localized in a system architecture whose basic modes of operation are probabilistic, statistical.“ (Haraway 1991, 163)

Für diese Entwicklung einer biokybernetischen Technorationalität zweiter Ordnung steht paradigmatisch die in den 1980er Jahren entstandene verhaltensbasierte Robotik. Sie kritisiert den klassischen Ansatz der Künstlichen Intelligenz, die auf die Repräsentation von Wissen durch interne Symbolverarbeitung und die Vorstellung einer mehr oder weniger entkörpernten Intelligenz setzt. Sie orientiert sich weniger an Mathematik und Logik als an Biologie und Neurowissenschaften. Sie strebt weg von Simulation und Spielwelten und hin zu robusten, materialen Systemen. Ihr Interesse gilt vor allem der strukturellen SystemUmwelt-Kopplung, der Situiertheit und Verkörperung von („lernenden“, „autonomen“) Systemen. Dieses Interesse für Kontext und „ökologische Nischen“ spezifischer Systeme hat natürlich einen Preis: den der Idee von Wahrheit, Objektivität und Wiederholbarkeit. Immer häufiger geben ForscherInnen den Anspruch an eine objektive, umfassende und widerspruchsfreie Modellierung natürlicher oder artifizieller Systeme auf (Christaller et al. 2001, 72; Pfeiffer/Scheier 1999). Mit Ansätzen wie der *subsumption architecture* in der Robotik oder genetischen Algorithmen im *Engineering* werden *bottom-up*-Prinzip, *trial & error*, *tinkering* und die Ausnutzung probabilistischer Verfahren für eine effiziente Problemlösung systematisch fruchtbar gemacht (Weber 2004/05; Erni/Fröhlich 2010). In gewisser Weise wird eine kontrollierte Simulation der Unkontrollierbarkeit angestrebt und in die dynamisierte Wissensordnung der Technowissenschaftskultur integriert.

## Körper, Kontrollgesellschaft & Biopolitik im Zeitalter der Technoscience

Im Zuge dieser Entwicklung wandeln sich auch die Visionen von der planbaren, technokratisch-organisierten Steuerung von Mensch, Technik und Gesellschaft in Richtung offener Technologien der Selbststeuerung und des Selbstmanagements. Letztendlich haben wir es hier mit einer erweiterten und flexibilisierten biokybernetischen Logik zu tun, die mehr auf flache Hierarchien und Mechanismen des *bottom-up* setzt, die im sozialen Bereich manchmal mit Demokratisierung verwechselt werden. Ulrich Bröckling hat darauf aufmerksam gemacht, wie Konzepte der Selbst- und Fremdbeobachtung sowie des Feedback im Sinne der Beobachtung von eigenem und Gruppenverhalten schon seit den 1950er Jahren zu Selbsttechnologien ausgebaut wurden. Die Responsivität menschlicher Kommunikation wurde „formalisiert und in eine wissenschaftlich reflektierte, methodisch ausgearbeitete und professionell angeleitete Technologie transformiert“ (Bröckling 2008, 343). Jenseits früher gruppenspezifischer Experimente werden spätestens seit den 1990er Jahren neue rückgekoppelte, standardisierte Lernformen für das *Human Resource Management* nutzbar gemacht, das durch ein ubiquitäres, perfektioniertes System der Evaluationen, Befragungen und allseitigen Beurteilungen – vermittelt durch Datenbanken

und online-Medien – die Beobachtung und Überwachung aller durch alle in einem nicht-hierarchischen, „demokratisierten Panoptismus“ (Bröckling 2008, 345) ermöglicht. So wird ein unabschließbarer Prozess der (Selbst-)Optimierung und Entgrenzung in Gang gesetzt, der systemisch das Gefühl des Nicht-Genügens evoziert und als effektiver Kontrollmechanismus funktioniert. Entgrenzende Denk- und Kontrollformen lassen sich etwa auch in der Biopolitik (im engeren Sinne) beobachten. Denn während die neuen formalisierten (Selbst-)Technologien rekursiver Kommunikation im *Human Resource Management* zur täglichen, unabschließbaren Optimierung zwischenmenschlicher Kommunikation aufrufen, eröffnet die De-Ontologisierung der Körper eine neue Biopolitik prinzipiell unabschließbarer (Selbst-)Modellierung. Es entstehen biopolitische Mechanismen, die sich nicht mehr auf die traditionelle Optimierung eines Volkskörpers und die Disziplinierung von Individuen ausrichten, sondern auf *somatic expertise* (Rose 2001) des Individuums, welches sein Leben in Selbstverantwortung und Selbstoptimierung freudig managt. (Í Maasen & Duttweiler)

Während der Traum von der besseren Planung der Gesellschaft zum Wohle aller heute eher als Treppenwitz der Geschichte erscheint, sind die Kontrollstrategien der Kybernetik erfolgreicher, als sie es wohl trotz allem Fortschrittsoptimismus selbst jemals für möglich gehalten hat. Von der feedbackorientierten Selbst- und Fremdführung in Bildung und *Human Resource Management* bis zur digitalen Kontrollgesellschaft, die Körper und Maschine in Verfahren smarter Kameraüberwachung oder biometrischer Erkennungsverfahren kurzschließt, drückt sich eine biokybernetische Logik des Regierens aus, die nicht mit Werten und Normen, sondern Normalitäten, Durchschnittswerten und Wahrscheinlichkeiten auf der Grundlage statistischer und probabilistischer Verfahren operiert. Diese ermöglichen neue „Kontrollmechanismen, die den härtesten Einschließungen in nichts nachstehen.“ (Deleuze 1993, 255f.)

Um zu verstehen, wie wir mit Technik unsere heutige Welt aufschließen, gilt es die neuen flexiblen, entgrenzenden Denkformen und Kontrollmechanismen unserer biokybernetischen Technowissenschaftskultur zu analysieren und zu reflektieren. Dies ist eine *conditio sine qua non*, unseren aktuellen Weltzugang, unser Wirklichkeitsverständnis und unsere Wissenskultur in ihren vielfältigen Dimensionen zu begreifen – und womöglich zu verändern. Denn: „Weder zur Furcht noch zur Hoffnung besteht Grund, sondern nur dazu, neue Waffen zu suchen.“ (Deleuze 1993, 256)

## Weiterführende Literatur

- Hagner, Michael/Hörl, Erich (2008) (Hrsg.): Die Transformation des Humanen. Zur Kulturgeschichte der Kybernetik. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Haraway, Donna (1985): Manifesto for Cyborgs: Science, Technology, and Socialist Feminism in the 1980's. In: *Socialist Review* 80, 65-108.
- Hayles, Katherine N. (1999b): How We Became Posthuman. Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics. Chicago: University of Chicago Press.
- Medina, Eden (2011): Cybernetic Revolutionaries. Technology and Politics in Allende's Chile. Cambridge/MA, London: MIT Press.
- Osietzki, Maria (2003): Das „Unbestimmte“ des Lebendigen als Ressource wissenschaftlich-technischer Innovationen. Menschen und Maschinen in den epistemologischen Debatten der Jahrhundertwende. In: Jutta Weber/Corinna Bath (Hrsg.): *Turbulente Körper, soziale Maschinen. Feministische Studien zur Wissenskultur*. Opladen: Leske & Budrich, 137–150.
- Pias, Claus (Hrsg.) (2003): *Cybernetics | Kybernetik. The Macy-Conferences 1946–1953. Band 1: Transactions / Protokolle*. Zürich, Berlin: Diaphanes.