

Reinhard Wendler

Kunst unter dem Mikroskop

Ein Vergleich von Hookes Beobachtungen einer Nadelspitze und Leibniz' Gedanken zum Zahn eines Messingrades

«All my ambition is, that I may serve to the great Philosophers of this Age, as the makers and the grinders of my Glasses did to me.»¹

1. Nadelspitze

a) Künstliche Punkte

«As in *Geometry*», so beginnt Robert Hooke den Text zur ersten mikroskopischen Abbildung (Abb. 1) der 1665 erschienenen *Micrographia*, «the most natural way of beginning is from a mathematical *point*; so is the same method in *Observations and Natural history* the most genuine, simple and instructive. [...] We will begin these our Inquiries therefore with the Observations of Bodies of the most *simple nature* first, and so gradually proceed to those of a more *compounded* one. In prosecution of which method, we shall begin with a *Physical point*; of which kind the *Point of a Needle* is commonly reckon'd for one; and is indeed, for the most part, made so sharp, that the naked eye cannot distinguish any parts of it. [...] But if view'd with a very good *Microscope*, we may find that the *top* of a Needle [...] appears a *broad, blunt*, and very irregular end; not resembling a Cone, as is imagin'd, but onely a piece of a tapering body, with a great part of the top remov'd, or deficient.»² (Abb. 2)

An eine unregelmäßig umgrenzte Ellipse rechts, die die schräge Aufsicht auf eine Schnittfläche des Kegels darstellt, schließt sich eine lebhaft gegliederte Oberfläche an, die in drei waagerechte Helligkeitszonen geteilt ist. Sie ist mit unregelmäßigen dunklen Punkten und einer großen Beule in der Nähe der Spitze versehen, dazu mit Schründen, die sich von rechts oben nach links unten um den Kegel zu winden scheinen. Die dargestellten Spuren auf dem Material der Nadel kennzeichnen den Feinheitsgrad, in dem die künstliche Herstellung der Nadel endete, weil die Werkzeuge der Herstellung zu grob waren und das Auge keine Teile mehr

erkennen konnte, die einer Bearbeitung hätten unterzogen werden können.

Die Spitze (Abb. 3) ist abgeflacht und mit aa in ihrer Ausdehnung markiert. Da es sich dabei nicht um einen Punkt (0-dimensional) handelt, stellt sie keine andere räumliche Dimension dar als die Ellipse rechts, die durch bbb gekennzeichnet ist (2-dimensional). Zwischen diesen Flächen liegt der sich verjüngende Körper des Kegels, der zwischen dem größeren, mit bloßem Auge noch zu erkennenden Teil rechts und dem kleineren links vermittelt, der dem bloßen Auge bereits als Punkt erscheint. Der Kegel der Nadelspitze verbindet damit linear zwischen den Bildern, die direkt in das Auge gelangen und denen, die zuvor durch die Linsen eines Mikroskops verändert wurden. Weil der Übergang zur Nulldimensionalität und somit das Ende des Auftauchens neuer Formen unter stärkeren Mikroskopen fehlt, stellt die Nadelspitze auch ein theoretisch im Maßstab veränderliches Objekt dar, das unter einem entsprechend stärkeren Mikroskop ebenso aussehen würde, wie der gezeigte Abschnitt.

Die Nadelspitze war jedoch nicht nur aufgrund des visuellen Eindrucks für einen Punkt gehalten worden, sondern auch aufgrund der *Vorstellung* eines Kegels: «not resembling a Cone, as is imagin'd». In diesen Bereich, der zuvor nur der Vorstellung zugänglich war, dringt das Auge vermittlems des Mikroskops vor und macht sichtbar, dass die Wirklichkeit der Vorstellung eines Kegels nicht entspricht. Anstatt eines Punktes ist eine Mannigfaltigkeit zu sehen, Rauheiten der Oberfläche der Nadelspitze, «marks of the rudeness and bungling of *Art*. So unaccurate is it, in all its productions, even in those which seem most neat, that if examin'd with an organ more acute than that by which they were made, the more we see of their *shape*, the less appearance will there be of their *beauty*.»³

b) Natürliche Punkte

Tausendfach schärfer als eine Nadelspitze sind die Borsten und Werkzeuge von Insekten (Abb. 4). Deren «Points» weisen zwar auch unter dem Mikroskop keine Teile auf, «but were we able *practically* to make *Microscopes* according to the *theory* of them, we might find hills, and dales, and pores, and a sufficient breadth, or expansion, to give all those parts elbow-room, even in the blunt top of the very Point of any of these so very sharp bodies.»⁴

Ohne Mikroskop hatte die Nadelspitze mit der Vorstellung eines perfekten Kegels korrespondiert. Die Erfahrung, dass sich diese Korrespondenz unter dem Mikroskop nicht bestätigt, wird auf die Borstenspitzen übertragen deren Oberflächen als Landschaften beschrieben werden, obwohl dies mit den Mikroskopen der Zeit nicht überprüft werden konnte. Somit wird die visuelle Widerlegung einer Theorie auf einer visuell nicht oder nur potentiell prüfbare Annahme übertragen.

Allerdings nicht vollständig, handelt es sich bei der Nadelspitze doch um mangelhaftes Menschenwerk, bei den Insekten aber um vollkommene göttliche Geschöpfe. «In the works of *Nature*, the deepest Discoveries shew us the greatest Excellencies. An evident Argument, that he that was the Author of all these things, was no other than *Omnipotent*; being able to include as great a variety of parts and contrivances in yet the smallest Discernable Point, as in those vaster bodies (which comparatively are called also Points) such as the *Earth*, *Sun*, or *Planets*.»⁵

Die Unterschiede zwischen der Kunst Gottes und der des Menschen gehen dabei nicht allein auf unterschiedliche Grade an «variety of parts and contrivances» zurück. Eine unerwartete Vielfalt an Formen hatte auch der Blick auf die Nadelspitze ergeben und, wie oben gezeigt, liegt es auf der Hand, dass weitere Formen auftauchen würden, wenn man sie mit stärkeren Mikroskopen als dem hier verwendeten betrachten würde. Mit dem überraschenden Nachweis der Vielgestalt der Nadelspitze ist jedoch zugleich untrennbar die Einsicht darein verbunden, dass sie nicht in der Absicht des Handwerkers lag, der sie erschaffen hat. Anders dagegen die Vielfalt der Werke der Natur, die noch in den kleinsten Teilen «contrivances» aufweisen, planvoll Erschaffenes. Indem Hooke der *Micrographia* die Beulen und Schründe eines künstlichen Werkes voranstellt,

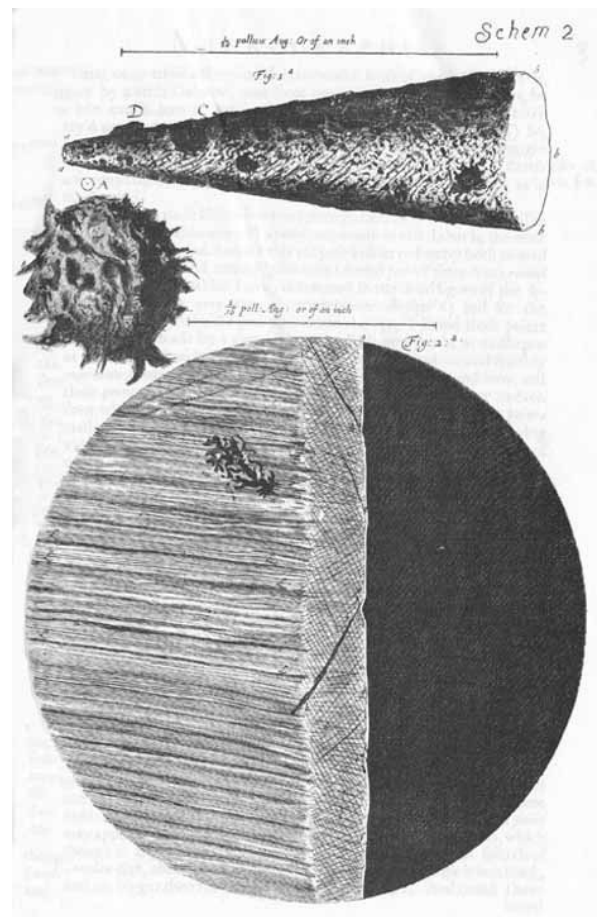


Abb.1: Schema II der *Micrographia* von Robert Hooke.

macht er das Fehlen von unbeabsichtigten Formen bei den Werken der Natur überhaupt erst sichtbar.

c) Visuelle Punkte und theoretische Linie

Hooke unterstreicht, «as in Geometry» bei einfachen Objekten zu beginnen und deshalb eine Nadel, einen Tintenpunkt und eine Klinge (Abb. 1) zu zeigen. Wie die Darstellungen in unerhörter Klarheit verdeutlichen, handelt es sich dabei allerdings keineswegs um Punkte und Linien. Sie sind dies lediglich für das bloße Auge und das Dafürhalten.

Den Nachweis vollzieht Hooke am Bild der Nadelspitze. Diese ist ebenso allgemein bekannt wie die Tatsache, dass das Auge an ihrer Spitze keine Teile mehr erkennen kann, dass etwas *nicht* gesehen wird. Die Tatsache, dass auf der Abbildung der Nadelspitze überhaupt etwas dargestellt ist, widerlegt daher bereits durch seine Existenz auf dem Bild den bloßen Augenschein, es seien keine Teile vorhanden. Jener denkbare Einwand ist damit hinfällig, die Bilder seien Stilisierungen zum Zweck der Untermauerung eines bestimmten

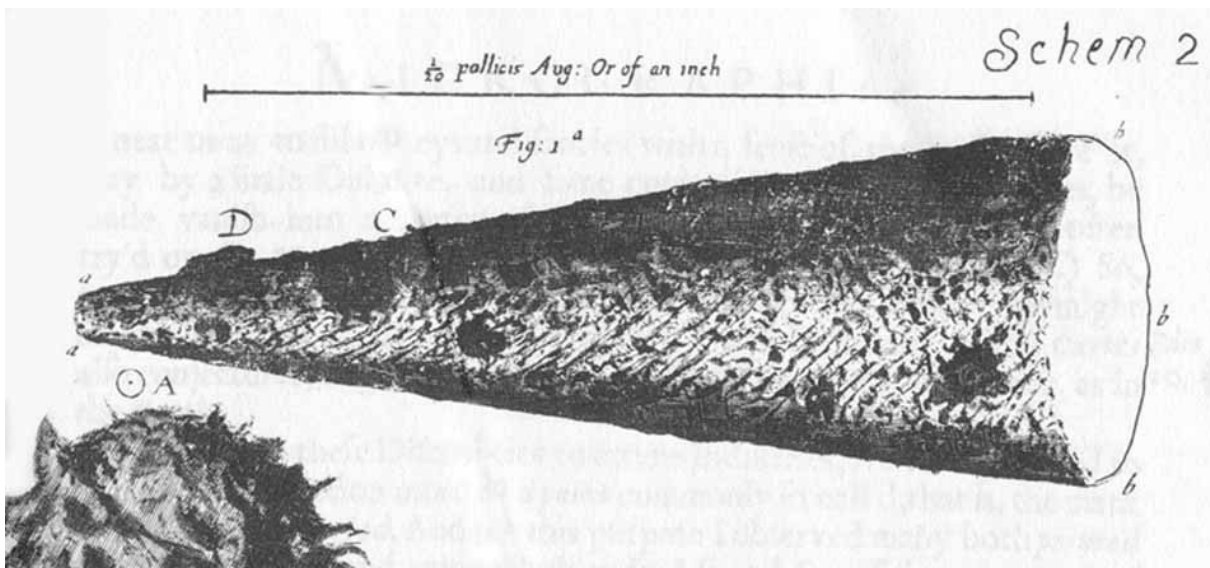


Abb. 2: Ausschnitt aus Schema II der *Micrographia* von Robert Hooke.

Materie- und Gottesbegriffs. Es gelingt auf diese Weise, trotz der Mangelhaftigkeit der menschlichen Sinne und Kunst, die «variety» des Punktes zu «beweisen».

Der visuelle Eindruck eines Punktes wiederholt sich nun unter dem Mikroskop an den Zacken des vergrößerten Tintenpunktes und an den Borsten und Werkzeugen der Insekten (Abb. 4). Analog wird angenommen, dass sich dieser visuelle Eindruck erneut wiederholt, wenn noch stärkere Mikroskope verwendet werden. Nähme man unendlich viele Mikroskope, die sich in ihrer Vergrößerung minimal unterschieden, so bildeten die Punkte, an denen das Auge einen Punkt erblickte, eine theoretische Linie. Sie kann durch Verkleinerungsgläser in Richtung des Großen weitergezogen werden, ebenso aber umgekehrt vom Großen in Richtung des Kleinen durch Teleskope. Der Körper der Erde, «though now so near to us as to fill our eyes and fancies with a sense of the vastness of it, may by a little Distance, and some convenient *Diminishing* Glasses, be made vanish into a scarce visible Speck, or Point.»⁶

Diese Linie einer Theorie der Vielfalt eines jeden Punktes, die sowohl unendlich ins Kleine, als auch unendlich ins Große fortgesetzt werden kann, verbindet die Spitzen der Borsten von Insekten mit der Nadelspitze, der Erde, der Sonne und den Planeten, mit deren teleskopischer Beobachtung die *Micrographia* endet. Wie das Buch ist die Welt eingespannt zwischen den kleinsten Punkten, die sich im *Mikroskop* als mannigfaltig erweisen und den Punkten am Himmel, die sich im *Teleskop* als mannigfaltig erweisen⁷.

Indem Hooke zunächst den Vorschein von Punkten in verschiedenen Vergrößerungsgraden beobachtet und sodann daraus die Theorie der Vielgestalt aller Punkte ableitet, beginnt er in diesem Sinne also tatsächlich «as in Geometry». Die Theorie der Vielfalt aller Punkte verbindet alle visuellen Punkte miteinander und verläuft zwischen der materiellen und der geistigen Welt, da an den Punkten, aus denen sie gebildet wird, die Spekulation über ihre Formenvielfalt beginnt. Hookes doppelte Strategie zum «inlargement of the dominion of the Senses» besteht aus der Beobachtung von Gegenständen durch Mikroskope und der Vereinigung des Beobachteten in eine verallgemeinerbare Theorie, ein geometrisches Prinzip.

2. Zahn eines Messingrades

Sechs Jahre später, 1671, übernimmt der junge Leibniz in der *Hypothesis Physica Nova* diese theoretische Linie der «variety» und ihre Begründung auf der Seherfahrung der Mikroskopie. Paragraf 43 lautet «Sciendum est enim, ut praeclari illi Micrographi, Kircherus et Hookius, observavere, pleraque quae nos sentimus in majoribus, lynceum aliquem deprehensurum proportione in minoribus, quae si in infinitum progrediantur, quod certe possibile est, cum continuum sit divisibile in infinitum, quaelibet atomus erit infintarum specierum quidam velut mundus, et dabuntur mundi in mundis in infinitum.

Quae qui profundius considerat, non poterit non exstasi quadam abripi admirationis transferendae in rerum Authorem.»⁸



Abb.3: Ausschnitt aus Schema II der *Micrographia* von Robert Hooke.

Leibniz beschreibt anhand der mikroskopischen Untersuchungen Hookes und Kirchers die Erseh-/Erschließbarkeit der unendlichen Geteiltheit der Materie. Er vollzieht exakt den selben Schluss wie Hooke, der durch die Verallgemeinerung der Tatsache, dass unter dem Mikroskop etwas erscheint, das das Auge nicht hatte sehen können, auf die Vielfalt selbst des kleinsten wahrnehmbaren Punktes geschlossen hatte.⁹ Die «variety of parts and contrivances in yet the smallest discernable point» wird zu «mundi in mundis in infinitum» und die Beschreibung des Prinzips der Fülle zu einem Beleg für die unendliche Geteiltheit der Materie.

a) Natürliche und künstliche Maschinen¹⁰

Bis zum Ende seines Schaffens vertritt Leibniz die Erseh-/Erschließbarkeit der Beschaffenheit der Materie. In der 43 Jahre nach der *Hypothesis Physica Nova* verfassten *Monadologie* ist aus Hookes «variety in yet the smallest discernable point» und der eigenen Formulierung der «mundi in mundis in infinitum» nun «les Machines de la Nature [...] sont encore des Machines dans leur moindres parties, jusqu'à l'infini» geworden.

In Paragraf 64 heißt es: «[...] jeder organische Körper eines Lebewesens [ist] eine Art von göttlicher Maschine oder natürlichem Automaten, der alle künstlichen Automaten unendlich übertrifft. Denn eine durch Menschenkunst gebaute Maschine ist nicht auch Maschine in jedem ihrer Teile. So hat z.B. der Zahn eines Messingrades Teile oder Stücke, die für uns nichts Künstliches mehr sind [ne nous sont plus quelque chose d'artificiel] und die nichts mehr von der Maschine merken lassen, zu deren Betrieb das Rad bestimmt war. Aber die Maschinen der Natur, d.h. die lebendigen Körper, sind noch in

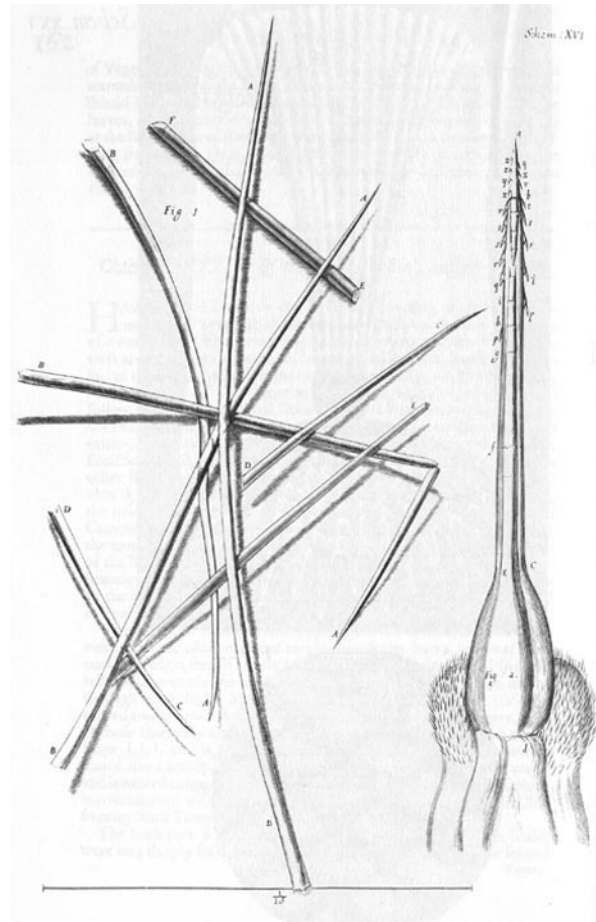


Abb. 4: Schema XVI der *Micrographia* von Robert Hooke. Beispiel für an Insekten beobachtete „Points“.

ihren kleinsten Teilen, bis ins Unendliche hinein, Maschinen. Eben darin besteht der Unterschied zwischen Natur und Kunst, d.h. zwischen der göttlichen Kunstfertigkeit und der unsrigen.»¹¹

Wie Robert Hooke stellt Leibniz der Betrachtung der Werke der Natur, hier also den natürlichen Maschinen, Menschenwerk zum Vergleich zur Seite. Auch er beobachtet die Oberfläche eines Gegenstandes aus Metall, hier des Zahnrades vielleicht einer Uhr oder einer Rechenmaschine. Leibniz spricht explizit den Mangel an Zusammenhang zwischen den Teilen der Oberfläche des Zahnrades und der Maschine an, den Hooke lediglich angedeutet hatte. Der Formenreichtum der natürlichen Werke ist für beide gleichermaßen Anzeichen oder Ausdruck der Allmacht Gottes.

b) Maschinenbaukunst

Gott hat die Teile der Weltmaschine nicht harmonisch zusammengefügt, sondern sie als unendlich geteilt und harmonisch angeordnet erschaffen. An den natürlichen

Geschöpfen sind keine Bearbeitungsspuren zu erkennen, da diese ein nachträgliches Verändern bedeuten würden, das nur ein Verbessern sein kann. Da es Gottes Vollkommenheit zuwiderlaufen würde, wenn die Bewegung des Universums ohne seine Hilfe aufhören würde, handelt es sich dabei folgerichtig um einen Automat, eine Maschine, ein Perpetuum mobile.¹²

Ihre Formenvielfalt ist – unter anderem – zum einen darin begründet, dass durch ebene Oberflächen Atome sich zu größeren Körpern untrennbar zusammenballen müssten, sofern etwa auf einen Würfel mit vollends ebenen Oberflächen sechs weitere identische Würfel aufträfen, dem Würfel in der Mitte ein Ausweichen verwehren würden und sich somit mit diesem vereinigen würden¹³ und das Universum mit der Zeit «wie zu ewigem Eise erstarren»¹⁴ würde. Zum anderen «würde ein Vakuum (genau wie die Atome) unfruchtbare und leere Stellen entstehen lassen, an denen ohne Beeinträchtigung der anderen Dinge noch etwas erschaffen werden könnte. Es würde jedoch der Weisheit widersprechen, wenn solche Dinge entstünden.»¹⁵

Der Mensch müsste selbst Materie erschaffen, um alle Teile einer von ihm erdachten Maschine sinnvoll anzuordnen.¹⁶ Er kann kein Perpetuum mobile bauen, da er sich bereits existierender Materie bedient. Seine Kunst erzeugt die Bearbeitungsspuren, die sichtbar werden, wenn man ein mit bloßem Auge angefertigtes Teil unter dem Mikroskop betrachtet. Die Spuren mechanischer Einwirkung, die «Teile oder Stücke, [...] die nichts mehr von der Maschine merken lassen, zu deren Betrieb das Rad bestimmt war», sind Charakteristika der menschlichen Kunst, die darauf angewiesen ist, bereits bestehende Materie durch verschiedene Verfahren zu verändern. Sie zeigen, dass der Mensch sein Werk verbessern muss, weil er es nicht sogleich vollkommen hat erschaffen können.

Der Mensch kann nicht allen Formen seiner Maschinen einen Grund wie den des Prinzips der Fülle oder der Inkongruenz der Oberflächen zuweisen. Durch diese von Menschen verantwortete Existenz grundloser Formen unvollkommener Maschinen scheint die Vollkommenheit des Universums gefährdet: «Das Universum enthielte demnach neben Vollkommenem auch Unvollkommenes; künstliche Maschinen als Produkte begrenzter Vernunft würden zur Vorstellung eines harmonischen, perfekt geordneten Universums im Widerspruch stehen.»¹⁷

Leibniz betont jedoch, die Teile oder Stücke des Messingrades hätten «für *uns* nichts künstliches mehr.» Da die Kunst des Menschen sich wesenhaft von der Gottes unterscheidet, ist damit gemeint, dass der Mensch an seinem eigenen Werk unter dem Mikroskop Formen entdeckt, die zwar von ihm verursacht, jedoch nicht absichtlich oder begründet geformt worden sind. Das Mikroskop zeigt ihm das Ende *seiner* Kunst und die Teile entbehren eines Grundes, den ihm *der Mensch* gegeben hat.

Sie entbehren jedoch nicht eines Grundes, den ihnen Gott gegeben hat. Diesen gibt Leibniz in Paragraph 83 der *Monadologie* an: «Die Seelen [sind] lebendige Spiegel oder Abbilder des Universums der Geschöpfe [...], die Geister aber [sind] außerdem Abbilder der Gottheit oder des Urhebers der Natur selbst. Sie sind fähig, das System des Universums zu erkennen und etwas davon in Proben eigener Systembaukunst [echantillons architectoniques, architektonische Proben¹⁸] nachzubilden; denn jeder Geist ist in seinem Bereiche gleichsam eine kleine Gottheit. Dies befähigt die Geister, in eine Art Gemeinschaft mit Gott zu treten, und Gott ist für sie nicht nur das, was der Erfinder für seine Maschinen ist (wie das im Verhältnis Gottes zu den übrigen Geschöpfen der Fall ist), sondern auch das, was ein Fürst für seine Untertanen, ja ein Vater für seine Kinder ist.»¹⁹ «Dieser Gottesstaat, diese wahrhaft universale Monarchie, ist eine moralische Welt innerhalb der natürlichen Welt und das erhabenste und göttlichste unter den Werken Gottes.»²⁰ Dadurch herrscht eine vollkommene Harmonie zwischen dem Bereich der Wirkursachen und dem Bereich der Zweckursachen, also zwischen «dem physischen Reiche der Natur und dem moralischen Reiche der Gnade [...] d.h. zwischen Gott, als dem Baumeister der Weltmaschine, und Gott als Monarchen des göttlichen Staates der Geister.»²¹

Die künstlichen Maschinen bilden den sicht- und greifbaren Grund der Untertanschaft des Menschen unter Gott und seiner hervorgehobenen Stellung unter den Lebewesen. Die Kunst, die zu ihrer Existenz geführt hat, ist zwar von der Kunst Gottes verschieden, es gibt jedoch auch qualitative Gemeinsamkeiten in der Fähigkeit des Hervorbringens zusammengesetzter Gebilde und der Gestaltung im Sinne der Formgebung.²²

Die Imperfektionen künstlicher Maschinen sprengen daher nicht die Vollkommenheit des Universums, son-

dern sind Zeichen der Untertanschaft unter Gott und zugleich Zeichen der Herrschaft über die Tiere und Pflanzen, die nicht über die Fähigkeit verfügen, Maschinen zu bauen. Die Schründe und Beulen künstlicher Maschinen sind daher notwendiger Bestandteil des «erhabensten und göttlichsten unter den Werken Gottes.»

c) Sehen und Erkennen von Maschinen

Natürliche und künstliche Maschinen sind auf unterschiedliche Weise hergestellt worden und haben unterschiedliche Gründe ihrer Existenz. Ihre Betrachtung zeitigt daher unterschiedliche Erkenntnisse über das materielle Universum.

Weil jedes Stück der Materie das ganze Universum ausdrückt, haben wir «schon Beweise und Proben [dafür, dass Gott alles in der bestmöglichen Weise angeordnet hat] vor unseren Augen, wenn wir auf eine völlig in sich geschlossene Sache, auf irgendein in sich vollendetes Ganzes und sozusagen unter den Werken Gottes Abgesondertes Blicken. Ein solches Ganzheitsgebilde aus der Hand Gottes ist ein Pflanze, ein Tier, ein Mensch. Seine Schönheit und kunstvolle Struktur können wir nicht genug bewundern. Erblicken wir aber einen zerbrochenen Knochen, ein Stück Fleisch von einem Tiere, einen Pflanzenzweig, so sehen wir darin nur Unordnung, wofern nicht gerade ein hervorragender Anatom all dieses betrachtete: und selbst dieser würde nichts erkennen, hätte er nicht zuvor ähnliche Stücke zu einem Ganzen verbunden gesehen. Genauso verhält es sich mit der göttlichen Regierung: was wir davon erblicken, ist kein genügend großes Gebiet, um aus ihm schon die Schönheit und Ordnung des Ganzen zu erkennen.»²³

So stehen die Menschen wie bei Hooke auf der Erde, die sie mit einem geeigneten Verkleinerungsglas als Punkt oder «in sich vollendetes Ganzes und sozusagen unter den Werken Gottes Abgesondertes» würden sehen und begreifen können. Weil sie in einer Art mikroskopischer Sicht auf die Welt verhaftet sind, können sie Gottes große Maschine nicht als abgeschlossene Einheit sehen und es bleiben ihnen die Funktionen der Teile verborgen, obwohl jedes Stück der Materie das ganze Universum ausdrückt. Das Böse in der Welt ist nur ein Anschein, der sich darauf gründet, dass dem Menschen auf der unendlichen Linie der Vielfalt nur ein begrenzter Ausschnitt bekannt ist. Was er mit seinen Sinnen nicht erfahren kann, kann er jedoch mit dem Verstand erschließen, indem er das, was er sieht, mit Teilen

natürlicher Lebewesen vergleicht, die nur dann hässlich sind, wenn sie von diesen losgelöst betrachtet werden.

Schließt man in dieser Art aber von Teilen *künstlicher* Maschinen auf das Universum, so ergibt sich analog die Imperfektion des Universums, die wie beim Menschen von einem Mangel an Willen, Einsicht und Macht Gottes herrührte. Die Teile oder Stücke des Zahnes des Messingrades sind nicht nur für sich betrachtet sinnlos, sie entbehren auch im Zusammenhang der ganzen Maschine eines Sinns. Aus diesem Grund wehrt sich Leibniz dagegen, dass die künstlichen Maschinen als Abbilder oder Metaphern der Schöpfung angesehen werden. Das Universum ist für Leibniz vielmehr umgekehrt die Metapher für die künstliche Maschine, die bildhafte Übertragung vollzieht sich nicht von künstlichen Maschinen auf das Universum, sondern umgekehrt vom Universum auf künstliche Maschinen.

Diese Deutung steht gegen die allgemeine Auffassung, es handele sich bei den überaus zahlreichen Erwähnungen von Maschinen im Zusammenhang mit dem materiellen Universum bei Leibniz lediglich um Metaphern. Die Beschreibung der Mängel des Zahnes eines Messingrades hat den entgegengesetzten Zweck. Leibniz ruft unablässig zur Bewunderung der Schöpfung auf, deren Großartigkeit der Mensch niemals vollends werde erkennen können. Die Ansicht, er versuche dies durch Vergleiche mit künstlichen Maschinen, deren ohnmächtige Kunst bereits ein einziger Blick in ein Mikroskop oder die Tatsache, daß die Feder einer Uhr aufgezogen werden muß, aufzeigt, übergeht seine Bewunderung für die materielle Schöpfung und misst seiner Sprache über Materie einen pathetischen Ausdruck bei.

3. Zusammenfassung

a) Mikroskopie

Hooke erhebt mit der Theorie der Vielfalt selbst der kleinsten Punkte das mikroskopische Sehen zur Einsicht in die Prinzipien der Schöpfung. Leibniz erkennt in der Unendlichkeit dieses Prinzips, dass der Mensch mit seinen Sinnen niemals die gesamte Schöpfung wird erfahren können. Er ist zwar auf die Betrachtung kleinerer Ausschnitte angewiesen, kann jedoch durch die Anerkennung des selben Prinzips die Vollkommenheit der Schöpfung erkennen.

Sowohl Hooke als auch Leibniz machen die Grenze der mikroskopischen Sichtbarmachung als Grenze zum

Glauben an die Allmacht des Schöpfers und die Vollkommenheit der Schöpfung aus. Von den Punkten, die dem bloßen Auge erkennbar sind, ziehen beide eine Verbindung, eine Linie zu den Punkten, die unter dem Mikroskop erkennbar sind und verlängern diese Linie nach beiden Seiten ins Unendliche. Hooke nimmt auch in den kleinsten Punkten noch eine Vielfalt an Formen an und daher auch implizit, dass der Mensch diese Formen niemals alle wird sehen können. Leibniz formuliert daraus das Problem der sensuellen Erfahrung materieller Dinge außerhalb des Zugangsbereichs der Sinne und daraus folgernd die Forderung des Glaubens an die Vollkommenheit der Schöpfung. Hooke versteht die Erde als einen Punkt, den man mit einem «*Diminishing Glass*» sehen könnte. Dies wird bei Leibniz zum Bild der begrenzten Sinneserfahrung der Schöpfung, die aufgrund der Unendlichkeit des Universums auch durch stärkere optische Hilfsmittel nicht aufhebbar ist.

Hookes Insekten weisen keine Bearbeitungsspuren auf. Anhand der vorher gezeigten Bearbeitungsspuren wird dieses Fehlen bei natürlichen Geschöpfen überhaupt erst augenfällig. Diese Bildstrategie übernimmt auch Leibniz, wenn er in Paragraf 64 künstliche Maschinen zum Vergleich anführt und anhand der Bearbeitungsspuren künstlicher Maschinen die Neuerschaffung der Materie zur Bedingung des *Perpetuum mobile* macht. Das Fehlen von Bearbeitungsspuren, das erst sichtbar wird, wenn zuvor solche beobachtet wurden, ist für Leibniz Anzeichen dafür, dass die die materielle Schöpfung zugleich Maschine und *Perpetuum Mobile* sein muß. Blitzartig erschaffen läuft sie von selbst unendlich weiter.

b) Maschinenbegriff

Leibniz' Maschinenbegriff ist ein Ausdruck für unendlich geteilte und gestaltete materielle Einheiten, die sich von selbst bewegen.

Natürliche Maschinen bestehen aus unendlich vielen weiteren Maschinen, d.h. sie sind bis ins unendlich Kleine absichtsvoll gestaltet und sind darin Ausdruck des ganzen Universums. Sie weisen keine Bearbeitungsspuren auf, weil Gott alles blitzartig vollkommen geordnet geschaffen hat. Alle ihre Teile oder Stücke stehen in einem absichtsvollen Zusammenhang zu der Maschine, zu der sie gehören.

Künstliche Maschinen bestehen zwar auch aus unendlich vielen weiteren Maschinen, aber der Mensch hat nur die größten Teile absichtsvoll gestaltet, weshalb

die feineren Teile, geschaffen von Gott, nicht auf die künstliche Maschine schließen lassen, deren Bestandteil sie sind. Sie weisen Bearbeitungsspuren auf, weil der Mensch bereits existierende Materie verändert, nichts aber selbst erschafft. Zwischen den Teilen und der Maschine besteht daher kein Deutungszusammenhang, der auf das Universum anwendbar wäre, so wie dies bei künstlichen Maschinen der Fall ist. Die künstlichen Maschinen haben ihren Namen als Metapher von der Weltmaschine des Universums oder den Körpern von Lebewesen. Ihre Schründe und Beulen sind keine Abbilder der Hässlichkeiten und Sinnlosigkeiten der Schöpfung, sondern notwendiger Bestandteil des «göttlichsten unter den Werken Gottes», der *Cité de Dieu*. Anhand des Begriffs der Maschine können Einheiten voneinander abgegrenzt und qualitative *Unterschiede* beobachtet werden, wie dies beim Vergleich natürlicher und künstlicher abgeschlossener Einheiten durchgeführt wurde.²⁴ Anhand seiner können jedoch auch qualitative *Gemeinsamkeiten* beobachtet werden: natürliche und künstliche Maschinen sind Gebilde der Kunst.

c) Kunstbegriff

Hooke sieht wie Leibniz die Materie als Resultat eines Schöpfungsprozesses an. Hookes Vergleich der Nadelspitze mit «works of *Nature*» fußt auf diesem Verständnis. Er umgeht terminologische Schwierigkeiten, indem er menschliche Kunstwerke nicht als Gruppe anspricht und nicht explizit als Kunst bezeichnet. Leibniz verwendet die Begriffe der natürlichen und künstlichen Maschinen, um die Herstellung der Dinge der Natur von der menschlicher Kunstwerke terminologisch zu unterscheiden.

Kunst bezeichnet bei Hooke wie bei Leibniz das Hervorbringen materieller Dinge. Höherrangig ist diejenige Kunst, die mehr Formen selbst in die kleinsten Teile einzuschreiben vermag, wobei unter Form absichtsvoll Gestaltetes zu verstehen ist.

Da die Formenvielfalt aller Teile bei Hooke potentiell, bei Leibniz ausdrücklich unendlich ist, gleicht sich das Universum in allen seinen Teilen. Der Begriff des Werkes oder der Maschine ist darin ein Funktionsbegriff, der es ermöglicht, einer mikro-/makrokosmischen Ununterscheidbarkeit zu entgehen, Teile zu isolieren und einem Vergleich zu unterziehen. Zugleich ist die Unendlichkeit der Formenvielfalt das göttliche Kunstwerk selbst und Ursache der begrenzten Einsicht des Menschen in die Schöpfung. Das Mikroskop erweist durch die

Überschreitung der natürlichen Grenzen der Wahrnehmung das unendliche Einerlei der Mannigfaltigkeit der Schöpfung und damit die Analogien, mit denen Gottes Werke dem Menschen Informationen über die Schöpfung liefern.

Endnoten

- 1 Hooke 1665, *Micrographia*, Preface, ohne Paginierung.
- 2 Hooke 1665, *Micrographia*, S. 1.
- 3 Hooke 1665, *Micrographia*, S. 2.
- 4 Hooke 1665, *Micrographia*, S. 2.
- 5 Hooke 1665, *Micrographia*, S. 2.
- 6 Hooke 1665, *Micrographia*, S. 3.
- 7 Harwood, *Rhetorics*, S. 138.
- 8 G. W. Leibniz 1671, *Hypothesis Physica Nova*, §. 43 in: Gerhardt, Leibniz philos. Schriften, Bd. IV. Kabitz übersetzt sinngemäß: «Mit Berufung auf Kircher und Hooke weist er darauf hin, dass ein Scharfsichtiger dasselbe, was wir im großen bemerken, auch in entsprechendem Verhältnisse im kleinen antreffen würde, und dass, wenn sich dies ins Unendliche fortsetzt, was bei der Teilbarkeit des Continuum ins Unendliche sehr wohl möglich ist, jedes beliebige Atom gleichsam eine Welt von unendlichen Gestalten bilden und es ins Unendliche Welten in den Welten geben dürfte. Eine Idee wohlgeeignet den Menschen zur Begeisterung und Bewunderung des Schöpfers der Dinge hinzuweisen.» Kabitz 1997, *Philosophie des jungen Leibniz*, S.80.
- 9 Hooke schließt daraus aber nicht auf die unendliche Teilbarkeit der Materie: «the quantity or the extension of any body may be Divisible in infinitum, though perhaps not the matter.» Hooke 1665, *Micrographia*, S. 2.
- 10 Vgl. zum Begriff der Maschine: Neue Abhandlungen, in: Leibniz, *Hauptschriften*, Bd. 3, Buch II, Kap. 4, § 4, S. 94; Kap. 20, § 5, S. 140; Buch III, Kap. 6, § 22, S. 317; Kap. 6, § 24 S. 322; Buch IV, Kap. 3 § 6 oder 7, S. 399, *Theodizee*, Anhang III. § 26, in: Leibniz 1996, *Hauptschriften*, Bd. 4, S. 458.
- 11 Leibniz 1714, *Monadologie*, § 64.
- 12 Auf Clarkes Einwand, dass man Gott als den Schöpfer einer perfekten, endlos weiterlaufenden Maschine nicht mehr brauche, was eine Geringschätzung und der Versuch einer Vertreibung Gottes sei, entgegenet Leibniz, es fehle Gott «nach Ansicht derer, die ihn zwingen, sein eigenes Werk zu verbessern, nur die Fähigkeit [... für die Schwierigkeiten] Vorsorge zu treffen.» *Streitschriften zwischen Leibniz und Clarke*, in: Leibniz 1996, *Hauptschriften*, Bd. 1, S.88.
- 13 Leibniz 1692, *Animadversiones in partem generalem Principiorum Cartesianorum*, in: Leibniz 1996, *Hauptschriften*, Bd. 1, S. 232.
- 14 Leibniz 1996, *Hauptschriften* Bd., 1, S. 295.
- 15 Leibniz an Joh. Bernoulli, in: Gerhardt, *Leibniz math. Schriften*, Bd. III, S. 565, hier zit. nach Lovejoy 1993, *Kette der Wesen*, S. 220.
- 16 «Wenn wir Gott vor einem anderen Meister den Vorzug geben, so geschieht dies nicht nur, weil er das Ganze geschaffen hat, während der Künstler seinen Stoff suchen muß.» Sondern, weil «seine Maschine auch länger dauert und richtiger geht, als die eines beliebigen anderen Künstlers.» *Streitschriften zwischen Leibniz und Clarke*. Leibniz' zweites Schreiben, § 6, in: Leibniz 1996, *Hauptschriften*, Bd. 1, S. 87.
- 17 Kogge 2001, *Blinde Spiegel*, S. 629.
- 18 Leibniz 1996, *Hauptschriften*, Bd. 2, S. 619.
- 19 Leibniz 1714, *Monadologie*, § 84.
- 20 Die entsprechende Stelle in den Vernunftprinzipien lautet: Unsere Seele verfährt «in ihren gewollten Handlungen wie ein Baumeister; und indem sie die Wissenschaften entdeckt, denen gemäß Gott die Dinge eingerichtet hat (nach Gewicht, Maß, Zahl, etc.) ahmt sie innerhalb ihres Bereiches und ihrer kleinen Welt, in der sie sich betätigen darf, das nach, was Gott in der großen tut. §15. Deshalb gehen alle Geister, seien es nun Menschen oder reine Geister, kraft der Vernunft und der ewigen Wahrheiten mit Gott eine Art Gemeinschaft ein und sind Angehörige des Gottesreiches [...]» Leibniz 1714, *Vernunftprinzipien*, §14 und 1.
- 21 Leibniz 1714, *Monadologie*, § 87.
- 22 Herbert Herring interpretiert anders: «Die Affinität des menschlichen und des göttlichen Geistes zeigt sich nun darin, dass jener im kleinen und nachvollziehend schafft, was dieser im großen – als Welt im ganzen – geschaffen hat. Das aber heißt: das an sich, in seiner ursprünglichen Bezogenheit auf den göttlichen Logos, Eine und Einzigartige wird in der bewußten Vorstellung für den je Vorstellenden zu einem Einheitlichen in der Vorstellung.» Herring übersieht, dass der so geschilderte Zusammenhang in den Vernunftprinzipien und der Monadologie eine Brücke zwischen *res extensa* und *res cogitans* ist, nicht zwischen göttlichem Logos und menschlichem Geist. Dr. Herbert Herring, Einführung zu Leibniz, in: Leibniz 1714, *Vernunftprinzipien*, *Monadologie*, S. XIV..
- 23 Leibniz 1705, *Theodizee*, Zweiter Teil § 134, in: Leibniz 1996, *Hauptschriften*, Bd. 4.
- 24 vgl. G. Neumann: «Der Unterschied zwischen den ‚Kunstwerken‘ der Natur und dem menschlichen, endlichen Kunstvermögen ist als einer, der «die Art selbst betrifft», für Leibniz [...] kein bloß gradueller, quantitativer, etwa ein Unterschied des Komplexitätsgrades, sondern ein qualitativer, den man auch als ontologischen bezeichnen könnte.» Neumann 2001, *Einheit der Natur*, Teil 2, S. 888.

Bibliographie

- Gerhardt 1978, *Leibniz philosoph. Schriften*
Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz, hg. v. Carl Immanuel Gerhardt, Berlin, Weidmannsche Buchhandlung 1875-1890, Reprint Hildesheim 1978.
- Gerhardt 1971, *Leibniz math. Schriften*
Leibniz' Mathematische Schriften, hg. v. Carl Immanuel Gerhardt, Berlin 1849 - Halle 1863. Reprint Hildesheim 1971.
- Harwood 1989, *Rhetorics*
 John T. Harwood, «*Rhetorics and graphics in micrographia*», in: *Robert Hooke: New Studies*. Michael Hunter/Simon Schaffer, Woodbridge 1989, S. 119-147.
- Hooke 1665, *Micrographia*
 Robert Hooke, *Micrographia or Some Physiological Descriptions of Minute Bodies made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries thereupon*, Unabridged, fasc. Reprod. Of the 1. Ed., publ. in 1665, New York 1961 = 1665.
- Kabitz 1997, *Philosophie*
 Willi Kabitz, *Die Philosophie des jungen Leibniz. Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte seines Systems*, 2. Nachdr. d. Ausg. Heidelberg 1909, Hildesheim [u.a.], Olms 1997.
- Kogge 2001, *Blinde Spiegel*
 Werner Kogge, *Blinde Spiegel*, in: *VII. Internationaler Leibniz-Kongreß. Nihil sine ratione. Mensch, Natur und Technik im Wirken von G.W. Leibniz*, hg. v. Hans Poser, Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Gesellschaft: Hannover o.J. [2001], Teil 2.
- Leibniz 1714, *Vernunftprinzipien, Monadologie*
 Gottfried Wilhelm Leibniz, *Vernunftprinzipien der Natur und der Gnade. Monadologie*, Hamburg: Verlag von Felix Meiner, 1982.
- Leibniz 1996, *Hauptschriften*
 Gottfried Wilhelm Leibniz, *Hauptschriften zur Grundlegung der Philosophie*, hg. v. Ernst Cassirer, übers. v. Artur Buchenau, Leipzig, Meiner 1996.
- Lovejoy 1993, *Kette der Wesen*
 Arthur Oncken Lovejoy, *Die große Kette der Wesen*, Frankfurt am Main, Suhrkamp 1993.
- Neumann 2001, *Einheit der Natur*
 Günther Neumann, *Die Einheit der Natur: Leibniz' Kraftbegriff als Kritik des mechanistischen Naturverständnisses*, in: *VII. Internationaler Leibniz-Kongreß. Nihil sine ratione. Mensch, Natur und Technik im Wirken von G.W. Leibniz*, hg. v. Hans Poser, Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Gesellschaft: Hannover o.J. [2001], Teil 2.

Zusammenfassung

Die Aufsehen erregenden Bilder, die bei mikroskopischen Untersuchungen im 17. Jahrhundert angefertigt wurden, boten Einblick in das Handwerk Gottes und damit der Beschaffenheit der Materie. Zum Vergleich wurde die Kunst des Menschen unter dem Mikroskop beobachtet. Der Naturwissenschaftler und Mikroskopiker Robert Hooke richtete 1665 das Mikroskop auf eine Nadelspitze und fand Unterschiede zwischen göttlichen und menschlichen Werken in ihren Oberflächen. Leibniz vollzog ein knappes halbes Jahrhundert später die selbe Denkfigur in der *Monadologie* und bestimmte Unterschiede und Gemeinsamkeiten menschlicher und göttlicher Kunst an der Oberfläche eines Zahnes eines Messingrades einer Maschine. Anhand dieser Adaption soll der Weg bildlicher naturwissenschaftlicher Erkenntnisse in das Denken von Leibniz nachvollzogen werden.

Autor

Reinhard Wendler studiert Kunstgeschichte an der Humboldt-Universität Berlin und Philosophie und Musikwissenschaft an der Technischen Universität Berlin. Er arbeitet als studentische Hilfskraft an der Abteilung »Das technische Bild« am Hermann von Helmholtz-Zentrum für Kulturtechnik.

Titel

Reinhard Wendler, «Kunst unter dem Mikroskop. Ein Vergleich von Hookes Beobachtungen einer Nadelspitze und Leibniz' Gedanken zum Zahn eines Messingrades», in: *kunsttexte.de*, Sektion BildWissenTechnik, Nr. 1, 2002 (10 Seiten). www.kunsttexte.de