

## Niels Weidtmann

### Die Entdeckung des Raums als eines Systems um 1600

In seinen *Discorsi e dimostrazioni* von 1636 formuliert Galileo Galilei (1564-1642) das bereits im Jahr 1609 von ihm gefundene und mathematisch beschriebene Fallgesetz, wonach im luftleeren Raum alle Körper unabhängig von Material und Größe gleich schnell zu Boden fallen. Mit einer einfachen, wohl auf Giovanni Battista Benedetti (1530-1590) zurückgehenden Überlegung widerlegt er die Annahme Aristoteles', dass schwerere Körper schneller zu Boden fallen als leichte:<sup>1</sup> Man denke sich einen Körper mit vier Gewichtseinheiten und einen ebensolchen Körper mit acht Gewichtseinheiten. Aristoteles zufolge, so Galilei, müsste der Körper mit acht Gewichtseinheiten doppelt so schnell zu Boden fallen wie derjenige mit nur vier Gewichtseinheiten. Nun denke man sich die beiden Körper so miteinander verbunden, dass ein Körper mit zwölf Gewichtseinheiten entsteht. Einerseits wäre nach Aristoteles anzunehmen, dass ein solch zusammengesetzter Körper mit einer Geschwindigkeit zu Boden fällt, die zwischen den Fallgeschwindigkeiten der Einzelkörper liegt, da der leichtere Körper den schwereren abbremst. Andererseits aber muss derselben Theorie zufolge ein Körper mit zwölf Gewichtseinheiten doch mit höherer Geschwindigkeit fallen als jener mit acht. Die Theorie gerät in Widerspruch zu sich selbst. Das hat weitreichende Konsequenzen, bedeutet es doch, dass Körper gar nicht in einem absoluten Sinne schwer oder leicht sind. Ihre Schwere bzw. ihre Leichtigkeit gehört ihnen nicht selber zu. Stattdessen, so zeigt Galilei, fallen im luftleeren Raum alle Körper gleich schnell zu Boden. Von der Schwere bzw. Leichtigkeit eines Körpers lässt sich deshalb nur in Relation zu anderen Körpern sprechen. So sinkt ein Stein im Wasser zu Boden, wohingegen ein Stück Holz aufsteigt. In der Luft aber fällt dasselbe Stück Holz zu Boden. Auch die Luft selbst hat ein eigenes Gewicht (ohne deshalb in einem absoluten Sinne schwer oder leicht zu sein), was Aristoteles bestritten hatte. Man erkennt das leicht an aufsteigenden Luftblasen im Wasser; der eigentlich experimentelle Nachweis freilich erfolgte erst 1648 durch die von Blaise Pascal (1623-1662) veranlassten Versuche zum Vakuum mit dem von Evangelista Torricelli (1608-1647) entwickelten Barometer.

<sup>1</sup> Galilei, Galileo: Unterredungen und mathematische Demonstrationen über zwei neue Wissenszweige, die Mechanik und die Fallgesetze betreffend. Hg. von Arthur von Oettingen. Darmstadt 1973 (ital. Original: *Discorsi e dimostrazioni matematiche*. Leiden 1638), 58.

Aristoteles' Annahme, Schwere und Leichtigkeit seien Eigenschaften der Körper und schwere Körper fielen schneller als leichte, hängt mit seinem Raumverständnis zusammen. Er entwickelt ein Sphärenmodell, in dem sich in Anlehnung an die vorsokratische Elementenlehre fünf Sphären so umeinander legen, dass die jeweils äußere den Ort der inneren bildet: „Die Erde (befindet sich) innerhalb der Wasser(sphäre), diese innerhalb der Luft(sphäre), diese innerhalb der strahlenden Leucht(sphäre), die Leucht(sphäre) innerhalb der Himmels(sphäre), die Himmels(sphäre) aber nicht mehr in einem Anderen.“<sup>2</sup> Die Erde bildet die innerste der fünf Sphären; alle erdartigen Körper haben ihren angestammten Ort in dieser Sphäre ebenso wie alle luftigen Körper ihren Ort in der Luftsphäre haben. So haben alle Körper einen ihnen zugehörigen Ort. Werden sie durch äußere Einwirkung von diesem Ort entfernt, so haben sie das natürliche Streben, den ihnen angestammten Ort wieder einzunehmen. Der Fall schwerer, z. B. erdhafter Körper lässt sich Aristoteles zufolge deshalb durch das natürliche Streben der Körper, an den ihnen zugehörigen Ort zu gelangen, erklären: „Wir setzen also für richtig an, [...] es bewege sich jeder Körper von Natur aus zu seinem angestammten Ort und bleibe (dort), das tue er entweder oben oder unten.“<sup>3</sup> Dieses Raumverständnis wird durch Galileis Entdeckung des freien Falls erschüttert (dabei ist Galileis Kritik weder der erste noch der letzte Angriff auf das aristotelische Raumverständnis, aber ein im Zusammenhang mit der Herausbildung des Verständnisses von Raum als eines Systems wichtiger). Wenn die Dinge im luftleeren Raum alle gleich schnell fallen, dann streben sie offensichtlich keinen ihnen angestammten Orten entgegen.

Berücksichtigt man für den Moment allein die Kritik Galileis an Aristoteles' Annahme, die Körper strebten natürlicherweise dem ihnen zugehörigen Ort zu, so könnte man vermuten, sie führe geradewegs ins Chaos. Wenn die Körper keine angestammten Orte in der Welt haben, dann besteht wenig Aussicht darauf, einmal in Bewegung geratene Körper je wieder an ihren Ausgangsort zurückzuführen. Stattdessen bewegen sie sich je nach Umgebung das eine Mal hierhin, das andere Mal dorthin. Tatsächlich kommt es aber nicht zum Chaos, ist die von Galilei beschriebene relative Bewegung der Körper doch keinesfalls regellos. Deswegen kann das aristotelische Modell auch bis heute unsere Erfahrung gut wiedergeben, schließlich gibt es in der natürlichen Welt keinen luftleeren Raum und bewegen wir uns zumeist in ein- und demselben Medium, nämlich der Luft. Und doch lässt sich an Galileis Einsicht lernen, dass man einem Körper seinen Platz in der Welt nicht ansehen kann, dazu muss er erst in Beziehung zu anderen Körpern gesetzt werden. Und nicht nur das kann man ihm nicht ansehen: Die Relativität der Eigenschaften eines Körpers, die Galilei für seine Schwere bzw. Leichtigkeit gezeigt hat, war von Nikolaus Kopernikus (1473-1543), Giordano Bruno (1548-1600) und anderen zuvor bereits für die Bewegung, die Wärme und die Lage (oben, unten) von Körpern behauptet worden. Bruno hatte sogar bereits die Relativität von Schwere und Leichtigkeit im Blick, wenn er argumentiert, dass Schwere allein den Körpern in der Welt, niemals aber der Welt im Ganzen zukommen könne. Der Körper, das zeigen die verschiedenen Hinweise auf die Relativität seiner Eigenschaften, vermag für sich allein nicht ausreichend viel über sich selber auszusagen; erst dadurch, dass er in ein Verhältnis zu anderen Körpern oder einem Medium gesetzt wird, erfährt er seine volle Bestimmung. Auf

<sup>2</sup> Aristoteles' Physik. Vorlesung über Natur, Erster Halbband: Bücher I (A)- IV (D). Hg. und übers. von Hans Günter Zekl. Hamburg 1987, 173 (Buch IV, Kap. 5).

<sup>3</sup> Aristoteles' Physik 1987, 163 (Buch IV, Kap. 4) (wie Anm. 2).

den Raum bezogen heißt das: Der Platz, den ein Körper einnimmt, gehört ihm nicht von Natur aus zu; vielmehr ist er von der jeweiligen Konstellation, in der der einzelne Körper zu anderen Körpern steht, abhängig. Die jeweilige Umgebung eines Körpers gewinnt an Bedeutung, der (den Körper einschließende aristotelische) Ort weitet sich zum (den Körper umgebenden und ihn in Beziehung zu anderen Körpern setzenden) Raum. Dieser weitere Raum ist nun aber nicht selbst wieder ein Ort (an dem die Konstellation der Körper ihren Platz finden würde). Er liegt den Körpern nicht voraus und bietet ihnen Platz, sondern er hängt selbst an der Konstellation der Körper und wird durch diese strukturiert. Raum bedeutet für Galilei und seine Zeit etwas völlig anderes als für Aristoteles.

Der Grund dafür ist, so die These dieses Beitrags, ein ontologischer. Natürlich gibt es – wie wir gesehen haben – auch in der Antike ein Raumkonzept, der Raum wird aber wesentlich vom spezifischen Ort (gr. *Topos*) her verstanden, den ein jedes Ding einnimmt. So wie die Sphären ineinander ihren jeweiligen Ort finden, so finden die Dinge in der ihnen entsprechenden Sphäre ihren Ort. Der Ordnung der Sphären und *Topoi* steht der ungeordnete leere Raum (gr. *Chaos*) gegenüber. Platon beschreibt die Erschaffung des Kosmos in seinem *Timaios* deshalb als einen Ordnungsprozess, in dem das Chaos überwunden wird (Kosmos bedeutet ursprünglich Ordnung und dem zuvor Schmuck; der Begriff eignete sich vermutlich deshalb zur Kennzeichnung der Welt, weil in der Ordnung der Welt das Schöne (und Gute) ansichtig wird). Der Ort hängt also an der Ordnung, sie ist in der antiken griechischen Vorstellung das der Welt zugrunde liegende Prinzip. Wie im Rückgriff auf Galileis Kritik an Aristoteles bislang nur angedeutet wurde, ändert sich das in der Neuzeit grundlegend. Die Dinge nehmen nun keinen spezifischen Ort mehr ein, der ihnen wesensmäßig zugehören würde, sondern werden umgekehrt das, was sie sind, überhaupt nur durch ihre Beziehung zu anderen Dingen – und das heißt eben auch durch ihre Stellung im Raum. Der Raum selbst aber ist nichts jenseits der Konstellation der Dinge (sonst hätte diese Konstellation im Ganzen ihrerseits einen ihr zugehörigen *Ort*). Raum und Dinge (Seiendes) bedingen sich wechselseitig. Der Raum verdankt sich im Denken der Neuzeit also keiner übergeordneten Ordnung, sondern seiner inneren Struktur, er ist gestalteter und lebendiger Raum. Ontologisch gesprochen tritt an die Stelle der Substanz nun die Relation. Das relationale Raumverständnis löst das antike freilich nicht über Nacht ab. Es bildet sich im Zusammenspiel einer Vielzahl ganz unterschiedlicher Fragestellungen, Disziplinen und fremd-kultureller Einflüsse über mehrere Jahrhunderte heraus. Eine erste stabile Gestalt gewinnt das relationale Raumverständnis um 1600 mit der Entdeckung, dass sich die Konstellation des Seienden durch Naturgesetze beschreiben lässt; diese Entdeckung ist verbunden mit den Namen Galilei, René Descartes (1596-1650) und Johannes Kepler (1571-1630). Zur Bezeichnung der durch Naturgesetze beschreibbaren Konstellation des Seienden hat sich im Laufe der Neuzeit der Begriff des Systems etabliert (im Rückgriff auf antike Verwendungen, etwa in der Musik- und Zahlentheorie).<sup>4</sup> Das Verständnis des Raumes als eines Systems bildet sich um 1600 aus einem relationalen Raumverständnis, das seinerseits das aristotelische Konzept des Ortes seit der frühen Neuzeit abzulösen beginnt.

<sup>4</sup> Der Platon-Schüler Philippos von Opus verwendete den Begriff des Systems bereits im 4. Jh. v. Chr., um damit die Gesetzmäßigkeit der Sternbahnen zu bezeichnen. Etabliert wird der Begriff des Systems in der Neuzeit erst durch Spinoza, der an die Überlegungen Descartes' anknüpft und diese vor allem mit Blick auf das Verhältnis von *res extensa* und *res cogitans* weiterführt und klärt. Auf Spinoza wird in diesem Text aber nicht mehr eingegangen. Es geht mir hier vor allem darum, auf die Bedeutung aufmerksam zu machen, die der Entdeckung der Naturgesetzlichkeit für das Raumkonzept um 1600 zukommt.

In der bildenden Kunst beginnt sich das Raumverständnis vermutlich am frühesten zu wandeln. Schon Giotto di Bondone (1266-1337), einer der Väter der italienischen Renaissancemalerei, verabschiedet sich von der flächigen Darstellung symbolhafter Figuren und schafft plastische menschliche Körper, die in eine Beziehung zueinander treten. Schon durch die Andeutung eines einfachen Faltenwurfs gelingt es Giotto, seine Figuren vom Hintergrund zu lösen, sie gleichsam hervortreten zu lassen und ihnen so Leben einzuhauchen. Sie verlieren den allgemeinen, symbolischen Charakter und gewinnen individuelle Züge. Während die flächige Darstellung des Symbolhaften auf ebenso flächigem Hintergrund möglich ist (häufig ist dies der Goldgrund), verlangt das Hervortreten der Figuren nun auch eine räumliche Gestaltung des Hintergrundes. Der Hintergrund wird selber Teil der Gesamtkonstellation und wird dadurch gleichsam mit ins Bild hineingezogen. Er liegt dem Bild nicht mehr einfach zugrunde. Der plane Hintergrund löst sich in eine Vielzahl von Objekten auf, er wird selbst figürlich. Es kommt nun wesentlich auf die Konstellation der Figuren und Objekte an, und das nicht deshalb, weil darin selbst ein Symbolcharakter läge, sondern weil die eigene Bedeutung der verschiedenen Figuren erst durch ihre Beziehung zueinander geklärt wird. Sie finden im Hintergrund nicht mehr den ihnen zugehörigen Ort, sondern müssen den Raum im Zusammenspiel selbst gestalten. Der relational verstandene Raum ergibt sich dabei nicht aus der Abständigkeit der im Bild dargestellten Figuren voneinander; solche Abständigkeit setzt umgekehrt Raum immer schon voraus. Der Raum gewinnt seine Gestalt vielmehr darin, wie die Figuren (und der *aufgelöste* Hintergrund, der selbst Teil des Figurenspiels wird) aufeinander verweisen und sich so wechselseitig eine konkrete Bedeutung verleihen. Der relational verstandene Raum ist deshalb immer Bedeutungsraum und hängt als solcher an konkreten Konstellationen. Damit gewinnt das Bild im Ganzen eine neue Bedeutung: Obwohl an die Stelle der symbolhaften Abbildungen nun sehr viel wirklichkeitstreuere Darstellungen treten, stellen sie doch keinesfalls bloße Reproduktionen dar. Bedeutungsräume sind in der Welt nicht sichtbar, sondern allenfalls erfahrbar; sie lassen sich darum auch schlecht von der vorgefundenen Realität abmalen; ja umgekehrt werden Bedeutungsräume häufig überhaupt erst im Bild ansichtig oder doch zumindest sehr viel besser getroffen, als sie uns in der Realität tatsächlich begegnen. Das Bild dient nicht mehr allein der Verehrung, der symbolhaften Darstellung oder dem Schmuck, sondern wird zu einem schöpferischen Akt.<sup>5</sup> Bei Giotto ist all das sicherlich erst angelegt und häufig genug noch von alten Traditionen überlagert. Und doch deutet sich bereits bei ihm ein völlig neues Bildverständnis an. Dieses ist davon geprägt, dass der Hintergrund nicht mehr zur Verortung des Bildgeschehens taugt, sondern in das Zusammenspiel der Bildfiguren hineingezogen wird. In diesem Zusammenspiel wird der Raum, verstanden als relationaler Bedeutungsraum, überhaupt erst konstituiert. Der Hintergrund rückt also in den Vordergrund, der Raum wird zum zentralen Thema des Bildes. Das Bild wird räumlich und im Weiteren auch perspektivisch, weil sich der relationale Raum auch dem Betrachter nur relational – und das bedeutet in diesem Fall perspektivisch – erschließt.<sup>6</sup> Die Kunst der frühen Renaissance entdeckt den relationalen Raum.

<sup>5</sup> Ich bezeichne diesen Akt als schöpferisch, weil sich in der Kunst sehr früh ein Wechsel der Blickrichtung anbahnt, der für die Renaissance wichtig ist: Die Welt wird zunehmend von innen her gesehen und zu verstehen gesucht (daher bspw. der Gedanke einer unendlichen Zahl von Welten bei Bruno; ebenso die Entwicklung der Wissenschaften, die die Ordnung der Welt durch Naturgesetze erklären). Auch das Moment des Schöpferischen wird in der Welt selbst entdeckt, konkret im Menschen, der sich und die Welt gestaltet. In diesem Sinne tritt der schöpferisch tätige Mensch ein Stück weit an die Stelle Gottes als Gestalter und unbewegter Bewegter der Welt. Am deutlichsten findet sich diese Erfahrung in der bildenden Kunst, die deshalb nicht ohne Grund in der Renaissance aufblüht. Der Begriff des Schöpferischen meint aus dem genannten Grund mehr als bloße Kreativität. Kreativ waren die Menschen immer, sie haben darin aber nicht zu jeder Zeit einen schöpferischen Akt gesehen.

<sup>6</sup> Hans Belting hat darauf aufmerksam gemacht, dass die Räumlichkeit der Bilder der Entwicklung der Perspektive als mathematischer Darstellungsmethode vorausgeht: „In der Syntax seiner Bilder zauberte Giotto auf den Malflächen eine räumliche Situation hervor, in welcher die Körper und Dinge ihren Platz fanden. Aber die mathematische Methode, Raum als System darzustellen, wurde erst zwei Generationen später erfunden.“ Belting, Hans: Florenz und Bagdad. Eine westöstliche Geschichte des Blicks. Mün-

Philosophisch wird diese Entdeckung erst sehr viel später gemacht – nämlich in der ersten Hälfte des 17. Jh. durch Descartes. Aber auch hier liegen die Ursprünge, wie wir sehen werden, ähnlich wie im Fall der Kunst in der Auseinandersetzung mit religiösen und theologischen Motiven.<sup>7</sup> Die überlieferte aristotelische Vorstellung, wonach einem jeden Körper sein spezifischer Ort zugehört, gründet in der Annahme einer nach außen abgeschlossenen Weltkugel, in deren Mitte die Erde liegt. Gegen diese Annahme, die im Anschluss an Aristoteles von Claudius Ptolemäus (ca. 100-150) zum später nach ihm benannten ptolemäischen Weltbild ausgearbeitet wurde, wandten sich im 16. Jh. zahlreiche Naturforscher und Philosophen, unter ihnen Kopernikus, Bernardino Telesio (1509-1588), Francesco Patrizi (1529-1597), Bruno, Galilei und Tommaso Campanella (1568-1639). Ich will im Folgenden nur auf einen, für unser Thema freilich wesentlichen, Aspekt dieser Kritik eingehen, nämlich auf die Kritik an der Abgeschlossenheit der Welt. Durch Kopernikus' heliozentrische Darstellung der Welt rückt die Erde aus dem Mittelpunkt heraus und ist mit einem Mal ein Himmelskörper neben anderen. Das hat zahlreiche Konsequenzen, unter anderem die, dass die Annahme, es könne weitere Erden geben, nicht mehr völlig abwegig, sondern im Gegenteil recht wahrscheinlich erscheint. Das muss man im Kopf haben, wenn man Brunos kühne Behauptung verstehen will, es gebe neben der uns bekannten Welt mit ihrem Sternenhimmel und den Planeten weitere, ähnliche Welten. Ja, es müsse gar unzählig viele solcher Welten geben. Bruno polemisiert damit gegen Aristoteles' Vorstellung, der Sternenhimmel stelle die äußerste Himmelschale dar, deren äußere Wölbung der seinerseits nicht selbst wieder verortete *loco universale* sei. In seinen fünf Dialogen von 1584 *Über das Unendliche, das Unioersum und die Welten* lässt Bruno sein Alter Ego Philotheo sagen:

Wenn die Welt endlich ist und außerhalb ihrer nichts ist, dann frage ich Euch: Wo ist die Welt? Wo ist das Unioersum? Aristoteles antwortet: Es ist in sich selbst. Die Außenwölbung der ersten Himmelsphäre ist der universelle Ort [*loco universale*], und als erstes Enthaltendes ist sie in keinem weiteren Enthaltenden, da der Ort nichts anderes ist als die Oberfläche und der äußerste Punkt des enthaltenden Körpers. Daher hat das, was in keinem enthaltenden Körper ist, keinen Ort. – Was willst nun du, Aristoteles, damit sagen, daß ‚der Ort in sich selbst ist‘? Was wirst du folgern für ‚etwas außerhalb der Welt‘? Wenn du sagst, dort sei nichts, dann sind mit Gewißheit der Himmel und die Welt nirgendwo.<sup>8</sup>

Noch Kopernikus hatte freilich an der Abgeschlossenheit der Welt und der Unbewegtheit des Sternenhimmels festgehalten. Bruno geht hier also einen entscheidenden Schritt weiter. Für ihn ist der Gedanke der Unendlichkeit der Welt entscheidend. Seine Überlegung, die schließlich notwendigerweise in das Postulat unzähliger Welten führt, lautet in etwa wie folgt: Wäre die Welt endlich, dann würde sich die Frage danach stellen, was hinter ihren Grenzen liegt. Liegt nichts

chen 2008, 151. Die Entwicklung der mathematisch geklärten Perspektive durch Filippo Brunelleschi (1377-1446) und Leon Battista Alberti (1404-1472) ist, so zeigt Belting, durch die Arbeiten Alhazens (Ibn al-Haytham, 965-1039/40) beeinflusst. Das ist ein schöner Hinweis auf die Bedeutung, die der Mathematik in der Entwicklung des Systemgedankens zukam.

<sup>7</sup> Vgl. dazu Rombach, Heinrich: *Substanz, System, Struktur. Die Ontologie des Funktionalismus und der philosophische Hintergrund der modernen Wissenschaft*. 2 Bände. Freiburg und München 1981, dessen Darstellung ich mich in weiten Teilen anschließe.

<sup>8</sup> Bruno, Giordano: *Über das Unendliche, das Unioersum und die Welten*. Hg. und übers. von Christiane Schultz. Stuttgart 2008 (ital. Original: *De l'infinito, universo et mondi*. Venedig 1584), 35.

dahinter, dann kann die äußere Himmelschale die Welt nicht begrenzen; es kann keine Grenze geben, die von nichts abgrenzt. Liegt dahinter aber bloße Leere, dann grenzt die Himmelschale den gefüllten vom leeren Raum ab. Der Raum selbst aber ist überall gleich, also – in Brunos Worten – auch gleich tauglich. Nun beweist die Existenz der Welt, die wir kennen, die Tauglichkeit des Raumes, von einer Welt ausgefüllt zu sein. Also muss auch der leere Raum jenseits der uns bekannten Welt diese Tauglichkeit besitzen. Da es aber gut ist, dass diese, unsere Welt existiert, und da das unendliche Universum die Ausfaltung Gottes und mithin gut ist, muss auch der Raum jenseits der uns bekannten Welt mit Welten gefüllt sein.

Viel wichtiger als die Pluralität der Welten ist für Bruno aber die Unendlichkeit des Universums. Heinrich Rombach hat gezeigt, dass Bruno mit dem Gedanken der Unendlichkeit auf eine Ungeklärtheit im Denken des Nikolaus von Kues (lat. Cusanus, 1401-1464) antwortet.<sup>9</sup> Cusanus hatte mit Blick auf die Welt von einer „finita infinitas“, einer endlichen Unendlichkeit, gesprochen.<sup>10</sup> Einerseits kann die Welt nicht unendlich sein, denn nur Gott ist unendlich; andererseits aber verlangt der von Cusanus entdeckte Relationalismus, dass der Verweisungszusammenhang, in dem die Dinge zueinander stehen, grundsätzlich unabgeschlossen ist. Das sei kurz erläutert, bevor wir zu Brunos Postulat der Unendlichkeit des Universums zurückkommen. Während die Dinge ihrem Wesen nach alle gleich sind – schließlich haben sie ihr Wesen bzw. ihr Sein in Gott – unterscheiden sie sich in ihrer konkreten Erscheinung voneinander. Die konkrete Erscheinung kann aber nicht in Gott (in Gott sind alle Dinge gleich, nämlich Gott), sondern muss in der Welt, und das heißt gerade in den Dingen selbst, gründen. Aber eben nicht in ihrem Wesen; die konkrete Erscheinung eines Dings kann nicht aus ihm selbst her begründet sein. Deshalb, so Cusanus, kann die konkrete Erscheinung eines Dings nur aus der Beziehung, in der es zu den anderen Dingen steht, verstanden werden. Diese Beziehung besteht, ganz allgemein ausgedrückt, darin, dass das einzelne Ding nicht mit den anderen Dingen identisch ist. Cusanus folgert, dass die konkrete Erscheinung eines Dings allein in der Tatsache gründet, dass es von den anderen Dingen unterschieden ist, diese nicht ist. Das einzelne Ding ist in seiner weltlichen Erscheinung dadurch bestimmt, dass es alles andere nicht ist. Das aber gilt für jedes einzelne Ding in der Welt. Die Dinge unterscheiden sich nicht durch irgendwelche Qualitäten voneinander, ihre jeweilige konkrete Erscheinung ist rein negativ bestimmt. Der Relationalismus, den Cusanus beschreibt, besteht also nicht darin, dass sich die Dinge wechselseitig beeinflussen und dadurch bestimmte Eigenschaften aneinander hervorrufen; er bedeutet in einem weit radikaleren Sinn, dass die Dinge in ihrem weltlichen Sein nichts sind jenseits ihrer Beziehung zu allen anderen Dingen, das heißt jenseits ihrer Stellung im All. Sie sind ihre konkreten Erscheinungen betreffend ebenso alle das Gleiche, wie sie ihr Wesen allesamt in Gott haben: nämlich im ontologischen Sinne verstanden nichts, im weltlichen Sinn verstanden aber ihre Beziehung zu allen anderen Dingen – dies freilich an je anderer Stelle der Gesamtkonstellation, d. i. des Alls. Das All selber ist nichts anderes als diese Gesamtkonstellation, ihm kommt kein eigenes Sein zu, weshalb Cusanus die Relationalität des weltlichen Seienden so zusammenfassen kann: „Das All ist deshalb, obwohl es weder Sonne noch

<sup>9</sup> Rombach 1981, Bd. 1, 206-288 (wie Anm. 7).

<sup>10</sup> De Cusa, Nicolaus: *De docta ignorantia*. Die belehrte Unwissenheit, Buch 2. Hg. und übers. von Paul Wilpert. Hamburg 1999, 20.

Mond ist, dennoch in der Sonne Sonne und im Monde Mond.“<sup>11</sup> Wenn aber das All selbst nichts ist jenseits des relationalen Geflechts der Dinge und diese ihrerseits allein negativ bestimmt sind, dann lässt sich das All nicht abgeschlossen und endlich denken. Der relationale Zusammenhang findet nirgendwo absoluten Halt, sondern weist notwendiger Weise beständig über sich hinaus. Also muss das All unendlich gedacht werden. Zugleich ist das All aber in einem bloß privativen Sinn unendlich, nicht in einem absoluten Sinn, schließlich besitzt es ja gar kein eigenes Sein. Vielmehr bleibt das All in seinen konkreten Erscheinungen grundsätzlich unvollendet, es erscheint immer nur so, dass es in diesem Erscheinen bereits über sich hinausweist. Das All bleibt hinter seiner eigenen Unendlichkeit zurück, es ist endliche Unendlichkeit, „finita infinitas“.

Bevor wir nun zu Bruno zurückkehren, sei noch auf einen Punkt hingewiesen, der für die Beantwortung der Frage, wie Raumkonzepte entstehen, von entscheidender Bedeutung ist. Die Frage ist doch, wie kommt Cusanus dazu, die Welt als relationales Gefüge darzustellen? Die Antwort lautet, kurz gefasst, durch theologische Spekulation. Cusanus versucht die Absolutheit Gottes mit der Existenz der endlichen Welt in Einklang zu bringen. Schließlich ist völlig unklar, wie denn überhaupt etwas neben Gott bestehen können soll. Die cusanische Antwort besteht darin, die Welt als Ausfaltung Gottes in das Nichts hinein zu denken. „Es bleibt nur noch zu sagen, daß die Vielheit der Dinge daraus entsteht, daß Gott im Nichts ist. Denn nimm Gott von der Schöpfung, und es bleibt nichts.“<sup>12</sup> Die Bestimmung der Dinge im Nichts kann aber bloß eine negative sein, wie wir sie eben kennen gelernt haben.

Bruno bewundert Cusanus und schließt in seinem Denken unmittelbar an diesen an. Die Beschreibung der Welt als einer „finita infinitas“ aber ist ihm nicht radikal genug; darin scheint das aristotelische Denken nur halbherzig kritisiert und noch keinesfalls komplett überwunden. Der gleiche Vorbehalt gilt gegenüber Kopernikus, dem anderen großen Vorbild Brunos. Mit dem Postulat der Unendlichkeit des Universums geht Bruno nun den entscheidenden Schritt weiter.<sup>13</sup> Damit ist die Umwälzung des alten Denkens vollzogen. Die Unendlichkeit des Universums erlaubt es nun nicht mehr, etwas außerhalb bzw. jenseits des Universums zu denken. Das Universum ist auf sich selbst gestellt, es muss seine Prinzipien in sich selbst haben. Der Wegfall der Unterscheidung von sub- und translunarem Bereich bei Kopernikus wird radikalisiert: das Universum selbst ist un-unterscheidbar.

Es ist weder meßbar noch Maß. Es umfaßt sich nicht, da es nicht größer als es selbst ist; es wird nicht von sich umfaßt, denn es ist nicht kleiner als es selbst. Es läßt sich nicht vergleichen, denn es ist nicht eins und ein anderes, sondern ein und dasselbe.<sup>14</sup>

<sup>11</sup> De Cusa 1999, 35 (wie Anm. 10).

<sup>12</sup> De Cusa 1999, 29 (wie Anm. 10).

<sup>13</sup> Rombach macht darauf aufmerksam, dass Bruno mit dem Gedanken der Unendlichkeit des Universums in Wahrheit hinter Cusanus zurückfällt, weil er damit die Größe absolut denkt – ein Verstoß gegen das relationale Gefüge der Welt, das Cusanus erstmals erfasst hat und an dem Bruno festhält. Vgl. Rombach 1981, Bd. 1, bes. 268-288 (wie Anm. 7).

<sup>14</sup> Bruno, Giordano: Über die Ursache, das Prinzip und das Eine. Übers. von Philipp Rippel. Mit einem Nachwort von Alfred Schmidt. Stuttgart 1997, 131.

Die Unendlichkeit des Universums bedingt, dass es keine absoluten Maße mehr geben kann; alle Größen, Eigenschaften und Erscheinungsweisen der Körper sind von ihrem jeweiligen Bezugssystem her zu verstehen. Jegliche Substantialität verliert sich in der Unendlichkeit des Universums; ja, das Universum bzw. richtiger seine unendliche Ausdehnung wird zur einzigen Substanz. Raum wird zum Wesen alles Seienden. Die Natur als der unendliche Raum, der alles nur mögliche Seiende umfasst, wird zur göttlichen Natur (das trägt Bruno den Vorwurf des Pantheismus ein).

Die Abgeschlossenheit der Welt, wie sie Aristoteles denkt, ist damit durchbrochen; das Raumverständnis aber bleibt eigentümlich ambig. Einerseits entdeckt Bruno den Raum als das eigentliche Wesen alles Seienden; andererseits aber wird das Seiende als bloßer Bestandteil des Universums vorgestellt. Angesichts der unendlichen Weite des Universums ist die konkrete räumliche Gestaltung des Seienden dann aber bedeutungslos. Der Raum in seinem wesentlichen Sinn zieht sich aus der Erfahrung zurück, wird zum Metaphysikum. Die konstitutive Zusammengehörigkeit von Welt bzw. in Brunos Worten Universum, und Einzelding, die Cusanus und auch Bruno anzielen, die aber wenigstens Bruno verfehlt, tritt am deutlichsten in den naturwissenschaftlichen Forschungen jener Zeit zu Tage. Kepler entdeckt die Gesetzmäßigkeiten der Planetenbewegungen um die Sonne (die ersten beiden Keplerschen Gesetze finden sich bereits in seiner *Astronomia Nova* von 1609). Keplers Zeitgenosse Galilei zeigt, dass die idealen Gesetzmäßigkeiten, die wir für die Bewegung der Himmelskörper kennen, auch auf der Erde Gültigkeit besitzen. In diesen Gesetzmäßigkeiten spricht sich die Wechselbedingtheit von Welt und Einzeldingen aus.

Es ist dann aber Descartes, dem es gelingt, den Gedanken der Gesetzmäßigkeit grundsätzlich zu fassen. In seiner zwischen 1630 und 1633 verfassten Schrift *Le monde ou traité de la lumière – Traité de l'homme*, die er freilich wegen der Verurteilung Galileis im Sommer 1633 zurückhält und zu seinen Lebzeiten nicht mehr vollständig veröffentlicht (die Schrift erscheint 1677 posthum erstmals im Zusammenhang), stellt Descartes folgendes Gedankenexperiment an:<sup>15</sup> Wir sollen uns eine völlig neue Welt vorstellen, in der wir von völlig gleichförmiger Materie umgeben sind, soweit das Auge reicht. Descartes legt Wert darauf zu betonen, dass dieses Materiemeer keine unendlich große Ausdehnung hat, von uns aber dennoch nicht überblickt werden kann, sondern sich weit über den Horizont unserer Wahrnehmung hinaus erstreckt. Damit vermeidet er die Annahme eines absoluten Raumes und weist zugleich darauf hin, dass die Frage danach, ob die Welt nun endlich oder unendlich sei, von innen heraus solange nicht zu entscheiden ist, solange nicht eine Grenze der Welt erfahren wird. Der Materie nun soll „eine Natur zukommen, in der es überhaupt nichts gibt, das nicht ein jeder so vollständig wie möglich erkennen könnte.“<sup>16</sup> Sie soll deswegen keine bestimmte Form besitzen, auch soll sie weder „warm oder kalt, trocken oder feucht, leicht oder schwer“ sein und keinen „Geschmack, Geruch, Klang, Farbe, Licht oder anderes Vergleichbares“ haben. Einzig durch ihre Ausdehnung soll die Materie gekennzeichnet sein; wobei Descartes uns auffordert, die Ausdehnung der Materie so zu denken, dass sie völlig gleichmäßig erfolgt, also weder Lücken lässt noch zu Stauchungen oder Materieverdichtungen

<sup>15</sup> Vgl. Descartes, René: *Le monde ou traité de la lumière / Die Welt oder Abhandlung über das Licht*. Übers. und mit einem Nachwort von G. Matthias Tripp. Weinheim 1989 (zuerst: Paris 1677).

<sup>16</sup> Descartes 1989, 41 (wie Anm. 15).

führt. Wenn wir an dieser Stelle kurz innehalten und tatsächlich versuchen, der Vorstellung, die uns Descartes nahe legt, zu folgen, dann verliert sich unser Sinn im uns umgebenden Materiemeer. Die Annahme, dass die Natur der Materie völlig offen liegt, weil sie sich in ihrer bloßen Ausdehnung erschöpft, bedingt, dass wir uns ein solches Materiemeer nicht vorstellen können. Schlüpfen wir gedanklich in die von Descartes geschilderte Situation, zeigt sich deshalb, dass wir darin gar nichts wahrnehmen; das vor uns liegende Materiemeer entzieht sich unserem Blick solange, wie sich darin keinerlei Unterscheidungen finden lassen. Wahrnehmung ist nur möglich, wo es Differenz gibt. Tatsächlich führt Descartes sein Gedankenexperiment damit fort, dass er annimmt, die Materie sei beliebig teilbar und jeder ihrer Teile könne Bewegung aufnehmen. Die Bewegung führt dazu, dass sich die Materieteile gegeneinander verschieben und damit voneinander unterscheidbar werden. Der Anstoß für die Bewegung kommt von außen, von Gott. Die zunächst chaotisch in Bewegung geratene Materie wird sich nun aber, so Descartes, von selbst sortieren und ohne Gottes Zutun eine eigene Ordnung ausbilden. Gott muss einzig den Erhalt der von ihm dieser Art geschaffenen Welt gewährleisten, d. h. er muss dafür sorgen, dass weder Materie noch Bewegung entweichen können. Für die Ausbildung einer Ordnung zeichnen die Naturgesetze verantwortlich.

[Sie] reichen aus, um zu bewirken, daß die Teile dieses Chaos sich von selbst entwirren und in eine so gute Ordnung bringen, daß sie die Form einer höchst vollkommenen Welt besitzen werden.<sup>17</sup>

Die Naturgesetze leitet Descartes nun schlicht aus den in seinem Gedankenexperiment gegebenen Bedingungen ab. Demnach besitzen die Materieteile unterschiedliche Bewegungen und sie grenzen unmittelbar aneinander an, ohne dass zwischen ihnen ein Vakuum entstünde. Aus diesen Bedingungen schließt Descartes: (1) Auf die Trägheit der Körper, die im immer gleichen Zustand verharren, solange sie nicht von außen zu Veränderung gezwungen werden. Damit greift er dem von Newton formulierten Trägheitsgesetz vor. (2) Auf das Gesetz der Energieübertragung, wonach ein Körper einen anderen nur anstoßen kann, wenn er ihm (einen Teil) seine(r) eigene(n) kinetische(n) Energie überträgt. (3) Auf die Zusammengesetztheit der Kreisbewegung aus zwei verschiedenen Bewegungen (das hatte Galilei bereits am Beispiel der Wurfbewegung gezeigt). Die Naturgesetze strukturieren also das Materiemeer und schaffen eine Ordnung. Bevor wir nun aber diskutieren können, welche Bedeutung die Naturgesetze für die Raumkonzeption um 1600 haben, müssen wir klären, worin der Unterschied der neuen ‚Weltordnung‘ gegenüber der antiken Ordnung des Kosmos liegt.<sup>18</sup> In der antiken Ordnung hat jedes Ding seinen ihm zugehörigen Ort im Ganzen des Kosmos. Die Ordnung entsteht also dadurch, dass sich die Dinge in die Ordnung der Welt einfügen. Anders bei Descartes: Seinem Denken nach fügen sich die Dinge nicht in eine bestehende Ordnung ein, sondern sie sind selbst Ausdruck dieser Ordnung. Descartes beschreibt die Dinge als Materieteile. Die Materie besteht in nichts anderem als bloßer Ausdehnung, Raum und Materie sind für Descartes also wie für Bruno ein und dasselbe. Ihre Gestalt gewinnen die Dinge allein dadurch, dass die Materieteile verschiedene Bewegungen aufnehmen und sich so gegeneinander verschieben. Ohne solche Verschiebung würde Ausdehnung

<sup>17</sup> Descartes 1989, 43 (wie Anm. 15).

<sup>18</sup> Siehe dazu auch Rombach 1981, Bd. 1, 222-223 (wie Anm. 7).

in Ausdehnung übergehen, wären die Körper also nicht voneinander geschieden. Erst die Bewegung führt zur Scheidung einzelner Körper voneinander dadurch, dass die Verschiebung eines Materieteils gegen andere diese sich wechselseitig begrenzen lässt. Das heißt, dass erst die Verschiebung einzelner Materieteile gegeneinander überhaupt Körper entstehen und damit zugleich Welt als den Raum, in dem sich die Körper bewegen, hervortreten lässt. Die Welt, verstanden als das Descartes'sche Meer bloßer Ausdehnung, tritt selbst erst mit ihrer Ausdifferenzierung in verschiedene Körper ins Sein. Das bedeutet nun aber gerade nicht, dass die Welt die Summe der ausdifferenzierten Körper ist. Sie ist vielmehr deren Zusammengehörigkeit (ganz im Sinne Cusanus' und lange vor ihm schon Heraklits), und das heißt eben deren Relationalität. Die Körper begrenzen sich wechselseitig, d. h. sie sind relational bestimmt. Die Welt ist nichts anderes als eben dieser relationale Zusammenhang, in dem die Dinge sich wechselseitig bestimmen. Die Relationalität der Dinge in der Welt, die bereits Cusanus angenommen hat und die das Wesen der Welt ausmacht, wird nun bei Descartes auf die Bewegung zurückgeführt. Und diese Bewegung folgt den Naturgesetzen. Die Erforschung der Naturgesetze führt also nicht einfach zur Aufdeckung eines Ordnungsschemas, sondern unmittelbar zur Erkenntnis der Welt selbst, die in nichts anderem als der Relation besteht, in der die Körper zueinander stehen. Dieser Konzeption entspringt die Idee der einen Weltformel, in der sich sämtliche Erkenntnis bündeln lassen müsste. Vor allem aber fußt die Überzeugung, die Welt nicht nur in einzelnen ihrer Erscheinungen, sondern in ihrem Wesen (natur)wissenschaftlich ergründen zu können, auf dieser Konzeption. Freilich weiß die Wissenschaft um die prinzipielle Unabschließbarkeit ihres Projekts, lassen sich die Naturgesetze doch immer nur für einen begrenzten Bereich in der Welt überprüfen. Der relationale Verweisungszusammenhang der Körper aber ist prinzipiell unabgeschlossen; die Gesetzmäßigkeiten seiner Relationen können darum immer nur hypothetisch formuliert werden. Darauf soll hier nicht näher eingegangen werden.

Die Entdeckung, dass sich der relationale Zusammenhang der Körper durch die Naturgesetze beschreiben lässt, hat nun entscheidende Bedeutung für das Raumverständnis. Nach Descartes ist das Wesen der Körper Ausdehnung bzw. Raum. Dieser tritt aber erst dort hervor, wo Bewegung zur Differenzierung und zum relationalen Wechselspiel führt. Diese Bewegung folgt den Naturgesetzen. Also tritt der Raum erst durch die naturgesetzliche Ordnung hervor. Raum ist nicht einfach so da. Für das Raumverständnis bedeutet das, dass es entsprechend der naturgesetzlichen Konstitution von Raum auch eigener geistiger Anstrengungen bedarf, Raum zu erfassen. Raum ist erst dann, wenn er in seiner Grundstruktur gesehen ist, tatsächlich erfasst. Die Arbeit der Naturwissenschaften lässt sich darum mit der Tätigkeit der Kunst in der frühen Renaissance vergleichen; sie ermöglicht es uns überhaupt erst, den Raum – und damit das Wesen der res extensa – richtig zu erfassen. Diese Überzeugung wiederum beeinflusst ihrerseits im 17. Jh. die Kunst, am offensichtlichsten vielleicht die (Garten-)Architektur und den Städtebau. Die Systematik der Straßenanlagen ebenso wie der prunkvollen Residenzen weltlicher wie geistlicher Herrscher folgt nicht einfach einem Schönheitsideal oder einer bestimmten Ordnungsvorstellung; in ihr spricht sich die Überzeugung aus, dass die Natur – und d. h. die Welt – in ihrem Wesen erst erkannt ist, wenn die ihr innewohnende Gesetzmäßigkeit aufgedeckt wird. Solche Aufdeckung aber ist eine menschliche Leistung; nirgendwo ist das Wesen der Welt deshalb so offenbar ansichtig wie in den menschlichen Bauten.

Um 1600 gewinnt das neue relationale Raumverständnis, das die antiken und scholastischen Konzepte seit etwa dem 14. Jh. zu ersetzen beginnt, eine besonders klare und differenzierte Gestalt: Raum als System. Hervorgegangen ist dieses stark durch das naturwissenschaftliche Verständnis der Welt beeinflusste Raumverständnis wesentlich aus dem Versuch, Schwachstellen im alten Denken zu korrigieren. Die Korrekturen am alten Denken ließen dann freilich irgendwann ein ganz neues Denken durchscheinen, das sich rückblickend von der Überlieferung klar distanziert (so schon bei Bruno, noch deutlicher dann bei Galilei und Descartes): Das relationalistische Denken löst die antike Substanzenontologie ab. Vor allem in der Kunst wird bereits sehr früh (bereits im beginnenden 14. Jh.) mit einem relationalen Raumverständnis experimentiert, lange bevor die ontologischen Implikationen ausgearbeitet sind. Eine solche Ausarbeitung erfolgt zwischen dem 15. und dem 17. Jh. in der Philosophie, die sich dabei aber sehr viel stärker auf Einsichten der Naturwissenschaften bezieht als auf Entwicklungen in der bildenden Kunst. Das bleibt nicht ohne Folgen für das relationale Raumverständnis. Das Konzept des relationalen Raumes als eines Systems, das in der Philosophie im frühen 17. Jh. entwickelt wird, reduziert die ursprüngliche Entdeckung des relationalen Raumes als eines Bedeutungsraumes durch die bildende Kunst auf eine einzige Bedeutungsebene, nämlich die naturgesetzlich-kausale. Jede andere Bedeutungsebene wird fortan als bloße Metapher verstanden. Die Reduktion wird allerdings nicht als Verlust, sondern im Gegenteil als klärend empfunden, und trägt deshalb wesentlich dazu bei, das neue Raumkonzept zu etablieren.

Wählen Sie als bibliographischen Nachweis dieses Textes einen der folgenden Links:

<http://hdl.handle.net/10900/69442>

<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:21-dspace-694424>

<http://dx.doi.org/10.15496/publikationen-10856>