

Für Anja

Calwius

Die Natur antwortet nicht

Kritik der reinen Wissenschaft



© 2023 Martin Hoffmann

Druck und Distribution im Auftrag des Autors:
tredition GmbH, Heinz-Beusen-Stieg 5, 22926 Ahrensburg,
Germany

ISBN

Hardcover 978-3-384-01529-7

e-Book 978-3-384-01530-3

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Für die Inhalte ist der Autor verantwortlich. Jede Verwertung ist ohne seine Zustimmung unzulässig. Die Publikation und Verbreitung erfolgen im Auftrag des Autors, zu erreichen unter: tredition GmbH, Abteilung "Impressumservice", Heinz-Beusen-Stieg 5, 22926 Ahrensburg, Deutschland.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	7
Einleitung	8
1 Die Methode der Physik, die Welt zu verstehen	14
1.1 Messung	17
1.2 Maschine	25
2 Die philosophischen Grundlagen der Physik.....	29
2.1 Erkenntnisse aus der Maschinentheorie	30
2.2 Objekte in Raum und Zeit	36
2.2.1 Objekte	39
2.2.2 Bewegung	43
2.2.3 Resümee	51
2.3 Der Beobachter	52
2.4 Ursache und Wirkung.....	55
2.5 Induktion	66
2.6.Tatsachen und Meinungen.....	68
2.7 Liegt die Wahrheit in der Handlung oder in den Dingen?	71
2.8 Resümee	78
3 Wissenschaft und Gesellschaft.....	81
3.1 Der Erfolg der Wissenschaften	81
3.2 Die ideale Wissenschaftlerin, der ideale Wissenschaftler und die Methode der Physik.....	85
3.3 Die wissenschaftliche Sicht auf den Menschen.....	89
3.4 Unsere Welt ist eine von Menschen gemachte Welt	93
Abschlussbemerkungen	96

Anmerkungen und Literaturhinweise	105
Literaturverzeichnis.....	118
Danksagung	120

Vorwort

Dieses Buch ist aus meinem Unbehagen über den Einfluss der Wissenschaft auf unser Leben entstanden. Während im Mittelalter die Kirche in der Regel das letzte Wort hatte, wenn es darum ging, zu bestimmen, was richtig und falsch ist, hat heutzutage die Wissenschaft diese Rolle übernommen.

Die *Kritik der reinen Wissenschaft* untersucht die sogenannten exakten Wissenschaften, bei deren Erkenntnissen es sich um wissenschaftliche Tatsachen handelt, die sich von bloßen Meinungen, Glaubensgrundsätzen und Überzeugungen unterscheiden. Es geht nicht um wissenschaftliches Handeln, das versucht Probleme zu lösen, sondern ausschließlich um die wissenschaftlichen Erkenntnisse der sogenannten Grundlagenwissenschaften.

Der folgende Text versucht zu zeigen, dass der Anspruch der Wissenschaft, uns zu erklären, warum die Welt so ist, wie sie ist, oder warum sie uns so erscheint, wie sie uns erscheint, gescheitert ist.

Einleitung

Es gibt seit dem Mittelalter einen großen technologischen Fortschritt. Wir verfügen mittlerweile über ein riesiges Inventar an Werkzeugen, um sehr präzise auf die Natur einzuwirken und Reaktionen der Natur hervorzurufen, wobei *Werkzeug* sehr allgemein zu verstehen ist. Ein Werkzeug kann eine Maschine sein, ein Gerät oder auch eine chemische Verbindung. Wir tun etwas und wir wissen, wie die Natur darauf reagiert. Wir nennen dieses Wissen faktenbasiertes Wissen, denn es ist unbestreitbare Tatsache oder Fakt, dass wir sehr präzise wissen, was unsere Werkzeuge bewirken. Durch diesen enormen Zuwachs an Wissen werden wir dazu verleitet anzunehmen, dass wir die Natur oder sogar die Welt komplett verstehen, wenn wir im Besitz von immer mehr Wissen über die Reaktion der Natur auf immer neue Werkzeuge sind.

Aber haben wir damit verstanden, was die Natur ist? Kennen wir damit das Wesen der Natur?

Warum die Natur so reagiert, wie sie reagiert, wissen wir nicht. Über das *Warum* können wir nur spekulieren und Vermutungen anstellen.

Und richtig gut funktioniert diese Methode auch nur bei der Anwendung auf die unbelebte Natur. Wenn wir sie auf die belebte Natur anwenden, können wir die Reaktion auf eine Interaktion viel weniger präzise vorhersagen. Es gibt auch ein Wissen über Reaktionen von Lebewesen auf Interaktionen, ohne dass Werkzeuge verwendet wurden, das aber viel weniger präzise ist und daher einen sehr geringen Stellenwert hat.

Peter Sloterdijk hat das sehr schön in Worte gefasst:

Es lassen sich mit Hilfe der buddhistischen, der taoistischen, der urchristlichen, der indischen und der indianischen Intelligenzen keine Fließbänder und keine Satelliten bauen. Doch im modernen Wissenstyp vertrocknet jene Lebenswachheit, aus der die alten Weisheitslehren sich inspirieren, um über Leben und Tod, Liebe und Hass, Gegensatz und Einheit, Individualität und Kosmos, Männliches und Weibliches zu sprechen. Zu den wichtigsten Motiven der Weisheitsliteratur gehört eine Warnung vor falscher Klugheit, vor Kopfwissen und Gelehrtentum, vor Machtdenken und arroganter Intellektualität.

Warum wir Aussagen über die Reaktion der Natur auf unser Tun mithilfe von Werkzeugen so hoch bewerten, soll in diesem Buch untersucht werden.

Wenn wir Texte von Philosophen lesen, dann wird sehr häufig von den Naturwissenschaften als exakten Wissenschaften gesprochen. Dabei spüren wir einen Respekt oder gar eine Bewunderung für diese Exaktheit. Aber was macht die Physik zu einer exakten Wissenschaft? Inwiefern ist die Physik exakter als die Philosophie?

Die Physik unterscheidet sich von der Philosophie, da sie nicht versucht, Thesen über die Welt durch vernünftige Argumente zu begründen. Stattdessen macht sie Experimente, und die Messergebnisse dieser Experimente gelten als Tatsachen oder Fakten und damit als Belege dafür, ob diese Thesen richtig oder falsch sind. Kant sagt über die Wissenschaft, dass erst der Einfall, Fragen, die die Vernunft stellt, an die Natur zu richten und nicht einfach zu beobachten, aus Empirie eine Wissenschaft macht.

Aber wie stellen wir Fragen an die Natur? Und wie antwortet die Natur?

Nach Ansicht der Physik sind Experimente und Messungen die Fragen und Messergebnisse die Antworten. Dahinter steckt die Vorstellung, dass alle Vorgänge auf der Welt durch mathematische Gesetze erklärt werden können; dass mathematische Gesetze der Grund sind, warum alle Vorgänge auf der Welt so sind, wie sie sind, und dass uns die Messergebnisse helfen, diese Gesetze zu finden.

Aber wieso glaubt die Physik, dass die Welt durch mathematische Gesetze erklärbar ist? Der Grund liegt in der Vorstellung der Physik, dass die ganze Welt eine Maschine ist.

Die Physik beginnt mit Galileo Galilei und hat mit Newton ihren ersten Höhepunkt, und für Galilei und Newton war die Welt eine von Gott erschaffene Maschine, in der alles festgelegt ist. Erst viel später verzichtete man auf Gott als Schöpfer, aber die Maschinenvorstellung ist geblieben.

Eine ideale Maschine tut exakt das, wofür sie geschaffen wurde. Und da Gott die Welt als Maschine erschaffen hat, ist die Welt natürlich eine ideale Maschine. Und wenn wir verstehen wollen, wie eine Maschine funktioniert, dann schauen wir uns das Zusammenspiel ihrer Teile an, verstehen, welche Mechanismen zu erkennen sind und begreifen nach und nach die ganze Maschine und letztlich auch den Zweck dieser Maschine. Wir können also Physik so auffassen, dass Gott eine Maschine erschaffen hat, deren Funktion und Zweck wir nicht kennen, die wir aber herausfinden können, indem wir nach und nach alle ihre Teile und ihr mechanisches Zusammenspiel anschauen und verstehen.

Wenn die Welt eine Maschine ist, dann hat auch nur die Welt als Ganzes ein Ziel und einen Zweck. Jeder Teil einer Maschine dient nur der Funktion der Maschine und gehorcht

nur den mechanischen Gesetzen, die das Funktionieren der Teile beschreiben, damit die Maschine funktioniert. Alles, was in der Welt passiert, ist durch die Erschaffung der Welt als Maschine festgelegt, die ihren mechanischen Gesetzen folgt.

Es ist ein genialer Schachzug der Physik, die Aufgabe, die Welt zu verstehen, auf das Suchen von Gesetzen zu reduzieren – einfach, indem wir glauben, dass die ganze Welt eine Maschine ist und den Gesetzen einer Maschine gehorcht. Während man in der Kirche des Mittelalters, als man an die Existenz Gottes glaubte, trotzdem vernünftige Gründe finden musste, warum die Welt so ist, wie sie ist, warum Gott dies oder das so eingerichtet hat, kann die Physik darauf völlig verzichten. Es genügt, mathematische Gesetze zu finden, um die Welt zu verstehen, weil Gott die Welt als Maschine erschaffen hat und wir nur noch den Mechanismus und die Funktionsweise dieser Maschine finden müssen, um die Welt zu erklären.

So stellt sich natürlich die Frage, warum die Physik glaubt, dass die Welt eine Maschine ist. Wieso glaubt die Physik, dass Ziele und Zwecke für die Beschreibung der Phänomene und der Vorgänge in der Welt keine Rolle spielen? Dass alles durch mathematische Gesetze vorherbestimmt ist? Schließlich ist unsere Lebenswelt ja keinesfalls so, dass wir den Eindruck haben, alles sei vorherbestimmt. Wenn wir morgens aufstehen, können wir uns spontan entscheiden, Erdbeermarmelade statt Aprikosenmarmelade zu essen. Überhaupt treffen wir den ganzen Tag Entscheidungen, die in keiner Weise vorherbestimmt wirken, und ständig werden wir überrascht, dass Dinge sich anders entwickeln als gedacht. Wie kann in

so einer Lebenswelt die Vorstellung entstehen, dass in Wirklichkeit alles vorherbestimmt ist?

Das gelingt der Physik durch einen einfachen Trick. Sie spaltet die Welt in *objektiv* und *subjektiv* und behauptet, dass alle Erscheinungen, die nicht in das Maschinenmodell passen, subjektiv sind und nicht wirklich existieren. Denn in der Maschine namens *Welt*, gibt es keine spontanen Entscheidungen. Alle Wahrnehmungen und Vorgänge in der Welt sind entweder als mechanische Teile einer Maschine Welt zu erklären, indem wir ihre mathematischen Gesetzmäßigkeiten finden, oder die Physik erklärt uns, dass diese Wahrnehmungen in Wirklichkeit – *objektiv* – gar nicht existieren. Wenn wir keine mathematischen Gesetze für eine Wahrnehmung finden, dann bilden wir uns nur – *subjektiv* – ein, dass es diese Wahrnehmung wirklich gibt. Erst wenn wir ein mathematisches Gesetz finden, dürfen wir sagen, dass diese Wahrnehmung wirklich existiert.

Der erste Teil des Buches beschäftigt sich mit der Methode der Physik. Experiment und Messung werden untersucht und es wird gezeigt, dass die Methode der Physik der Natur gar keine Fragen stellt und die Natur auch nicht antwortet.

Im zweiten Teil werden die Begriffe und Vorstellungen der Physik einer philosophischen Prüfung unterzogen.

Im dritten Teil geht es um die Rolle der Wissenschaft in der Gesellschaft. Wieso die Physik zur Leitwissenschaft werden und nach und nach die Kirche als Autorität ersetzen konnte. Warum ihre Methode von anderen Wissenschaften übernommen wurde und was tatsächlich passiert, wenn Menschen sich wissenschaftlich betätigen.

Das Abschlusskapitel versucht einen Ausblick auf einen anderen Umgang mit Wissenschaft in der Gesellschaft.

In den folgenden Kapiteln werden verschiedene Begriffe und Vorstellungen der Physik behandelt, und da alle Begriffe und Vorstellungen zusammenhängen, kommt es zwangsläufig zu Wiederholungen, die aber zum besseren Verständnis beabsichtigt sind.

Anmerkungen, Zitate und Quellenangaben sind überwiegend nicht im laufenden Text, sondern in einem eigenen Kapitel am Ende des Buches untergebracht.

1 Die Methode der Physik, die Welt zu verstehen

Während die Philosophie traditionell versuchte zu verstehen, warum die Welt so ist, wie sie ist, oder warum sie uns so erscheint, wie sie uns erscheint, hat die Physik ein vollkommen anderes Anliegen. Anstatt vernünftige Gründe zu finden, warum ein Stein, den wir fallen lassen, herunterfällt, stellt die Physik zum ersten Mal in der Geschichte der Menschheit die Frage, wie genau der Stein nach unten fällt. Die Frage nach dem *Warum* wird ersetzt durch die Frage nach dem *Wie*.

Und die Antwort auf die Frage „Wie fällt der Stein nach unten?“ wird nicht durch Nachdenken beantwortet, sondern durch Beobachten und Messen.

Aber wieso glaubt die Physik, auf die Frage nach dem *Warum* verzichten zu können? Wieso soll es keine Rolle mehr spielen, *warum* der Stein nach unten fällt? Weil sie das *Warum* durch mathematische Gesetze ersetzt. Das mathematische Gesetz ist der Ersatz für den vernünftigen Grund, denn wenn es tatsächlich mathematische Gesetze gibt, die die Bewegung von Objekten beschreiben, dann ist die Bewegung dieser Objekte für alle Zeiten festgelegt. Die Vergangenheit und die Zukunft der Bewegung werden exakt mit dem mathematischen Gesetz beschrieben. Der Grund, warum ein Stein jetzt da ist und später dort, wird durch das mathematische Gesetz beschrieben. Weitere vernünftige Gründe brauchen wir nicht.

Durch die mathematische Beschreibung von Bewegung kann die Physik auf das Ziel und den Zweck einer Bewegung verzichten. Alles, was wir beobachten, ist durch die

Vergangenheit festgelegt und legt die Zukunft fest. Wenn wir nach Italien fahren, um dort Urlaub zu machen, dann ist das Ziel unserer Bewegung Italien, und der Zweck ist der Urlaub vor Ort. Für den Stein, der herunterfällt, verzichtet die Physik auf diese Beschreibung. Der Stein fällt nicht, weil er das Ziel hat, auf dem Boden zu liegen, und der Stein verbindet auch keinen Zweck damit, auf dem Boden zu liegen. Der Stein fällt, weil er dem mathematischen Gesetz gehorcht. Natürlich gehorcht der Stein dem Gesetz nicht so, wie wir einem Gesetz gehorchen. Tatsächlich ist dieser Satz nur eine verkürzte Form zu sagen, dass das Gesetz seine Bewegung beschreibt und die Konstruktion der Maschine *Welt* ihn dazu zwingt, diesem Gesetz zu gehorchen.

Die Aufgabe der Physik ist jetzt herauszufinden, wie schnell oder langsam der Stein fällt und ob seine Geschwindigkeit konstant ist oder ob sich seine Geschwindigkeit ändert.

Um diese Aufgabe lösen zu können, brauchen wir die Möglichkeit, Geschwindigkeiten zu messen, und das Messergebnis muss eine Zahl sein. Diese Zahl ist das Maß für die Geschwindigkeit. Denn um sagen zu können, dieser Stein fällt zweimal oder dreimal so schnell wie ein anderer Stein, brauchen wir ein Maß für die Geschwindigkeit.

Aber die Physik will noch mehr. Sie ist fest davon überzeugt, dass es eine Ordnung in der Natur gibt und dass sie die Regeln dieser Ordnung herausfinden kann. Dass es also kein Zufall ist, warum der eine Stein schneller fällt als der andere. Dass die Höhe, von der der Stein fällt, einen direkten Einfluss auf die Geschwindigkeit hat, mit der er auf dem Boden aufschlägt. Und die Physik ist auch absolut überzeugt, dass die

Regeln dieser Naturordnung mathematischer Natur sind. Dass wir also mathematische Gesetze finden können, die das Fallen von Steinen aus unterschiedlicher Höhe exakt beschreiben können. Ob es ein mathematisches Gesetz gibt, wird gar nicht hinterfragt. Die Frage der Physik ist ausschließlich: Welches Gesetz gilt?

Und die Physik sucht diese mathematische Gesetzmäßigkeit nicht nur für fallende Objekte und für alle Objekte, die sich bewegen, sondern auch für alle Wahrnehmungen und ihre Änderungen. Das *Warum* der Philosophie wird ersetzt durch das mathematische Gesetz. Wenn die Physik ein mathematisches Gesetz findet, das ein Phänomen beschreibt, dann ist das der Grund für das beobachtete Phänomen. Wenn wir also die Welt verstehen wollen, dann sagt uns die Physik, dass wir mathematische Gesetze finden müssen, die die beobachteten Phänomene beschreiben. Mehr braucht es nicht. Das mathematische Gesetz ist der Grund, warum die Welt so ist, wie sie ist, oder warum sie uns so erscheint, wie sie uns erscheint.

Um ein mathematisches Gesetz zu finden, müssen wir viele Messungen durchführen und die Messergebnisse durch eine mathematische Funktion verbinden, die dann als allgemeines Gesetz betrachtet werden kann, weil die Physik überzeugt ist, dass wir durch einzelne Messungen allgemeine Gesetzmäßigkeiten herausfinden können. Diese Vorgehensweise nennt man Induktion.

Die Methode der Physik, die Welt zu verstehen, besteht also ganz wesentlich in der Messung und der Suche nach den mathematischen Gesetzen, die zu diesen Messergebnissen passen. Dazu müssen Phänomene, die wir beobachten, in

Zahlen verwandelt werden, die dann als Repräsentanten dieses Gesetzes identifiziert werden. Es müssen immer Gesetze sein, die die zeitliche und räumliche Veränderung exakt festlegen. Das wird per Definition so festgelegt, weil die Physik der Überzeugung ist, dass die ganze Welt eine Maschine und daher mathematisch beschreibbar ist.

Wir brauchen also ein Verfahren, um aus Beobachtungen Zahlen zu erzeugen. Das ist die Messung. Und wir brauchen ein mathematisches Gesetz, das zu diesen Zahlen passt.

1.1 Messung

Was aber ist eine Messung und wie führen wir eine Messung praktisch durch?

Zunächst ist klar, dass das Ergebnis einer Messung eine Zahl sein muss, wenn das Messergebnis Bestandteil eines mathematischen Gesetzes sein soll. Aber wie kommen wir von der Beobachtung zu einer Zahl?

Nun, welche Zahlen waren denn schon in der Welt zu beobachten, bevor es die Physik gab? Zunächst können wir in einer Welt voller Objekte diese Objekte zählen. Auf dem Tisch stehen 5 Gläser, im Garten stehen 3 Bäume, das Haus hat 7 Fenster. Das Zählen von Objekten ist also eine Messung und das Messergebnis ist eine Zahl.

Wir können auch den Abstand von Objekten vergleichen und einen Maßstab verwenden, um zu einer Zahl zu gelangen. Dieser Baum ist 3 Schritte von uns entfernt, ein anderer Baum ist 7 Schritte von uns entfernt. Wir können die

Schrittänge als Maß nehmen oder die Länge des Fußes oder den Abstand vom Ellenbogen zur Spitze des kleinen Fingers. Das Maß muss die Eigenschaft haben, dass es sich möglichst nicht verändert, während wir messen. Die Messung besteht dann darin, dass wir zählen, wie oft das Maß in den zu messenden Abstand passt. Um die Messung noch genauer zu machen, können wir einen bestimmten Gegenstand als Längemaß nehmen, der die Eigenschaft hat, dass seine Länge relativ unabhängig von äußereren Einwirkungen ist. Damit haben wir ein Maß für den Raum und ein erstes Messgerät.

Wie kommen wir jetzt von der Beobachtung, dass Objekte ihren Ort im Raum unterschiedlich schnell ändern, zu einem Maß für die Bewegung? Wir können in der Welt sehr unterschiedliche Bewegungen sehen. Bäume, die sich im Wind hin und her bewegen. Menschen und Tiere, die sich unterschiedlich schnell bewegen. *Bewegung* heißt, dass Objekte ihre Lage im Raum verändern und dass diese Veränderung unterschiedlich schnell geschieht. Wir brauchen also ein Maß für diese Veränderung – und das ist die physikalische Zeit (siehe Kapitel 2.3). Mit unserem Zeitmaß können wir dann Bewegungen messen, denn je größer der Weg ist, den ein Objekt in einer festgelegten Zeiteinheit zurückgelegt hat, desto größer ist seine Geschwindigkeit.

Ein Maß für die Zeit bekommen wir, indem wir die Bewegungen verschiedener Objekte vergleichen, so wie wir das bei der Raummessung gemacht haben. Wir nehmen eine Bewegung als Referenz und vergleichen die anderen Bewegungen mit dieser Referenzbewegung. Als Referenz bieten sich Bewegungen an, die sich von allen anderen Bewegungen unterscheiden. Es sind dies die Bewegungen der Sonne, des

Mondes und der Sterne. Diese Bewegungen vermitteln den Eindruck, dass sie sehr gleichmäßig verlaufen und dass sie völlig unbeeindruckt von irgendwelchen Vorgängen auf der Erde sind. Es ist also naheliegend, die Bewegung der Sonne, des Mondes und der Sterne als Maß für die Zeit zu nehmen. Wenn die Sonne ein Stück ihres Weges zurückgelegt hat, dann sagen wir, es ist eine bestimmte Zeit vergangen. Das Maß für die Zeit ist also eine festgelegte Wegstrecke der Sonne. Um dieser gemessenen Zeit aber eine Zahl zuordnen zu können, müssen wir diese Länge der Wegstrecke wieder mit unserem Messgerät für die Länge messen.

Die Erfahrung zeigt, dass es außer der Sonne noch andere Bewegungen gibt, die sehr gleichmäßig verlaufen, wie die von Pendeln und Sanduhren. Und wir stellen fest, dass eine bestimmte Wegstrecke der Sonne immer einer bestimmten Anzahl von Schwingungen eines Pendels oder einem bestimmten Füllstand einer Sanduhr entspricht. Daher ist es naheliegend, die Zeiteinheit unabhängig vom Referenzobjekt festzulegen.

Da die gemessene Länge bei diesen verschiedenen Referenzobjekten unterschiedlich lang ist, müssen wir für jedes Referenzobjekt festlegen, welche Längenänderung welcher Zeit entspricht.

Anstatt zu sagen, die Sonne hat einen soundso weiten Weg zurückgelegt oder ein bestimmtes Pendel ist soundso oft hin und her geschwungen oder der Füllstand meiner Sanduhr hat sich um soundso viele Millimeter erhöht, sagen wir: Es ist eine Stunde vergangen. Und wir geben allen Referenzobjekten den Namen *Uhr*.

Eine Uhr ist also ein System, das die Eigenschaft besitzt, sich möglichst gleichmäßig zu bewegen oder, etwas allgemeiner, sich möglichst gleichmäßig räumlich zu verändern. Diese räumliche Veränderung wird dann mithilfe eines Messgerätes für den Raum in eine Zahl verwandelt, und diese Zahl wird nach einer für die jeweilige Uhr gültigen Regel in eine Zahl umgewandelt, die dann ein Maß für die Zeit ist. Eine Uhr ist also unser Maß und unser Messgerät für die Zeit.

Damit haben wir jetzt alles, was wir brauchen, um die Geschwindigkeit eines Objektes zu messen. Wir markieren den Stand unserer Uhr und ferner den Ort des Objektes. Dann beobachten wir unsere Uhr, und wenn sie eine von uns festgelegte Wegstrecke zurückgelegt hat, markieren wir den neuen Ort des Objektes. Schließlich messen wir den Weg, den das Objekt zwischen diesen beiden Markierungen zurückgelegt hat. Wir haben dann als Ergebnis unserer Messung erstens den Weg, den unsere Uhr zurückgelegt hat, und zweitens den Weg, den das Objekt zurückgelegt hat. Da der zurückgelegte Weg unserer Uhr das Maß für die Zeit ist und die Geschwindigkeit unseres Objektes umso größer ist, je länger der Weg ist, den es zurückgelegt hat, ist die Geschwindigkeit unseres Objektes der Weg, den das Objekt zurückgelegt hat, geteilt durch den Weg, den unsere Uhr zurückgelegt hat.

Wir haben unser Ziel erreicht und können jetzt jeder Bewegung eines Objektes eine Zahl zuordnen, indem wir diese Bewegung messen.

Es lohnt sich aber, einen Blick darauf zu werfen, wie genau wir das erreicht haben. Wir haben eine Möglichkeit gefunden, den Raum zu vermessen, indem wir ein Längenmaß angelegt haben. Und wir haben eine Möglichkeit entdeckt,