

## Wissenschaft im Mittelalter: Auf den Schultern von Giganten

Von Neil Earle



Ich unterrichte nun schon seit fünfzig Jahren in Geschichte. Dabei bemühe ich mich, besonders auf die Schüler einzugehen, die wissenschaftlich interessiert sind.

Unser moderner Umgang mit Wissen ist – wie alles, von Hüten und Talarern bis hin zu Lichtschwertern in Star Wars – vom Mittelalter beeinflusst, jenem großen Zeitabschnitt unserer Zivilisation, der sich von etwa 500 bis 1500 nach Christus erstreckte.

Überraschenderweise, oder vielleicht auch nicht, waren die meisten wissenschaftlichen Forscher jener Zeit Christen, die meist aus dem Umfeld der westlichen Kirche kamen.

### Bestand am Anfang die „Notwendigkeit“?

Beginnen wir mit Johannes Philoponus (griechisch für „der Arbeit-Liebende“), auch bekannt als Johannes der Grammatiker. Er lebte um 450-580 unserer Zeitrechnung in Alexandria und war wahrscheinlich der letzte große Wissenschaftler, der in dieser Stadt erfolgreich arbeiten konnte, die wegen Euklid, Archimedes und Eratosthenes dem Astronomen sehr berühmt war. Letzterer berechnete um 200 v. Chr. den Umfang der Erde mit einer Abweichung von einem Fünfzigstel gegenüber ihrem wahren Umfang!

Der griechische Kaiser Justinian wurde auf Philoponus aufmerksam, weil er die Kirche gegen die Ideen des Aristoteles verteidigte, der die vergangene Ewigkeit der Materie und die griechischen Vorstellungen von der Schöpfung durch „Notwendigkeit“ lehrte, was im Widerspruch zu den jüdisch-christlichen Vorstellungen von der Schöpfung ex nihilo (aus dem Nichts durch einen persönlichen Gott) stand. Justinian selbst gab mit dem Bau der prächtigen Sophienkirche in seiner glanzvollen Hauptstadt Konstantinopel ein Beispiel für die Wissenschaft jener dunklen Zeit des Mittelalters, während Westeuropa ums Überleben kämpfte. Aber Philoponus war der Mann, der die heidnischen griechischen Vorstellungen von einem kalten, unpersönlichen, unbewegten Bewegungsprinzip widerlegte. Der Grammatiker „befreite das christliche Denken von der Tyrannie des Schicksals, der Notwendigkeit und des Determinismus [alles ist bereits festgelegt], die in der heidnischen Geisteswelt die Existenz der Kreatur fest im Griff hatten“ (QuodLibet Journal, Januar 2003).

Die Optik faszinierte Philoponus, und er zeigte, dass die Spekulationen des Aristoteles, wonach das Sehen aus einem Strahl resultiert, der das Auge verlässt und auf das Objekt trifft, falsch waren. Johannes erkannte, dass „die Form des wahrgenommenen Objekts in das Auge eintritt und dort durch den transparenten Körper (die Linse) übertragen wird.“

Diese Erkenntnisse inspirierten später zwei führende Wissenschaftler, die wir um 1200 kennenlernen werden: den Oxford-Kanzler Robert Grosseteste (1168-1253), den späteren Bischof von Lincoln, und Roger Bacon (1214-94), der eine Fülle von Abhandlungen über Mathematik, Astronomie und Optik schrieb. Diese wiederum wurden von den Schriften islamischer Autoren beeinflusst, mit denen sie durch die Kreuzzüge und die Nähe zu muslimischen Städten

in Spanien und Italien in Kontakt gekommen waren. Bitte beachten Sie die kurze Zusammenfassung von Will Durant.

### Die Flucht vor der Magie

Im Jahr 1065, ein Jahr vor dem berühmtesten Datum der englischen Geschichte – der normannischen Eroberung Englands – gelang einem Mönch und Erfinder namens Oliver (Eilmer) von Malmesbury ein Gleitflug von etwa 200 Meter, bei dem er abstürzte und sich beide Beine brach. Aber der Fortschritt ging weiter! Im Jahr 1091 zeichnete ein anderer Kleriker namens Walcher von Lothringen Mondfinsternisse mit einem **Astrolabium** [Sternhöhenmesser] auf – der erste bekannte Fall von astronomischer Beobachtung in Europa.

Im Jahr 1202 veröffentlichte Leonardo von Pisa die hinduistischen Zahlen, die Null und das Dezimalsystem sowie die Algebra (arabisch: al-gebra) und führte damit die Mathematik in Europa wieder ein.

Dies brachte die damalige Wissenschaft der Mechanik voran, wie die großen Kathedralen jener Zeit beweisen (siehe unten). Um 1222 erweiterte der Dominikanerpater Jordanus die Erkenntnisse Leonhardos (von Pisa), indem er das noch heute gebräuchliche **Jordanus-Axiom** formulierte: „Das, was ein bestimmtes Gewicht auf eine bestimmte Höhe heben kann, kann ein K-mal schwereres Gewicht auf eine K-mal geringere Höhe heben“, was wie eine wissenschaftliche Methode klingt.

Um 1271 formulierte Robert von England die Theorie der Pendeluhr, und in einem Turm von Westminster wird eine große Uhr erwähnt. Die erste eindeutige Erwähnung einer Uhr, die mit Riemenscheiben, Gewichten und Zahnrädern arbeitete, stammt aus dem Jahr 1320. Die berühmten rotierenden Uhren des späteren Mittelalters waren auf dem Vormarsch.

Um 1270 stellte Markus der Große das Rezept für Schießpulver zusammen: ein Pfund reiner Schwefel, zwei Pfund Holzkohle aus einer Linde oder Weide und sechs Pfund Salpeter. Mischen und rühren. Die Behauptung der Chinesen, sie hätten das Schießpulver erfunden, ist wahrscheinlich zutreffend.

Arnold von Villanova (1235-1311) in Spanien war der berühmteste Arzt seiner Zeit und behandelte den Papst erfolgreich gegen Nierensteine. Die Chirurgie entwickelte sich in dieser Zeit schneller als jeder andere Zweig der Medizin, und obwohl Nonnen und Mönche als Europas erste Pharmakopäden [Arzneibücher] berühmt geworden waren, veröffentlichte Roger von Salerno um 1170 die fröhteste Abhandlung über Chirurgie in Westeuropa, die dreihundert Jahre lang gültig blieb. Schließlich führten irakische Ärzte bereits um 800 n. Chr. Gehirnoperationen durch, so dass dies in das Muster der übernommenen Erkenntnisse aus dem Osten passt.

Die christliche Nächstenliebe gab der **Krankenhausbewegung** einen großen Auftrieb, und das erste englische Krankenhaus wurde 1084 in Canterbury gegründet. Als der französische König 1260 einen Raum für die Kranken einrichtete, entstand in Paris das am längsten bestehende medizinische Zentrum.

Dies sind beeindruckende Leistungen, die die alte Lüge, die Kirche sei der Wissenschaft feindlich gesinnt gewesen, widerlegen. Es stimmt, Rom war besorgt, dass sich die Astrologie in diese Unternehmungen einschleichen könnte, und viele gelehrt Männer übernahmen diese

dunklen Künste (zusammen mit einigen dümmeren Spekulationen), aber insgesamt, so Durants Fazit, sind dies große Errungenschaften für diese vortechnologische Zeit.

### „Die kleine Renaissance“

Die 1200er Jahre sind berühmt für das, was Stephen Cantor als „die schemenhaften Anfänge der modernen Wissenschaft“ bezeichnet, aber das ist eine Untertreibung. Durch den Kontakt mit muslimischen Denkern – den Überbringern des griechischen und römischen Erbes und begünstigt durch die Kreuzzüge und die wachsende Stabilität in Westeuropa – wurde das Wissen aller Art gefördert. Ein konkretes Resultat war die Bewegung zum Bau von Kathedralen und die Gründung von Schulen, die sie umgaben – wie Oxford, Cambridge und die Universitäten in Paris und Bologna. Die 1100er und 1200er Jahre waren die große Epoche des Kathedralenbaus.

Touristen in Europa stehen ehrfürchtig da, wenn sie die spitzen Bögen, die hohen Fenster, die weite Luftigkeit der kunstvoll zusammengefügten Balken und Dachstützen bestaunen, die in schwindelerregender Höhe unterhalb der massiven geschlossenen Räume von Bauwerken wie Chartres, Notre Dame, Durham und Exeter zu sehen sind. Kenneth Clark bemerkt, dass „für den mittelalterlichen Menschen die Geometrie eine göttliche Tätigkeit war, Gott war der große Geometer (einer, der Messungen vornimmt), und dieses Konzept inspirierte die Architekten.“ Die Handwerkskunst und die messbaren Harmonien der großen Kathedralen mit ihren hoch aufragenden gotischen Türmen und Strebepfeilern, die die riesigen Türme und rosettenförmigen Fenster stützen, „spiegeln eine komplexere Mathematik wider, als man zu glauben geneigt ist.“

Diese massiven und prächtigen Bauwerke waren nicht nur steinerne Predigten für die Besucher, sie waren und sind auch Zeugnisse der Gelehrsamkeit und des Wissens, die hinter diesen behauenen Steinmonumenten stehen, die bis heute der Stolz ihrer Gastgeberstädte sind. „Sie trauten dem Zement nicht; Ziegel und Mörtel galten als zu schmutzig für das Haus Gottes und zerbröckelten mit der Zeit“, sagt der Technologe Roger G. Lippross. „Die Steinblöcke mussten kompliziert gemeißelt und auf eine Weise ausgerichtet werden, über die wir immer noch ratseln.“ Als die St.-Patricks-Kathedrale in New York Mitte des 19. Jahrhunderts errichtet wurde, war sie 120 Meter lang und an der Spitze 100 Meter hoch und es brauchte zwanzig Jahre bis zur Fertigstellung – genauso lange dauerte es, bis Chartres zwischen 1145 und 1194 in Angriff genommen wurde.

Lippross ist der Meinung, dass einige dieser mittelalterlichen Geheimnisse über das Verhältnis von Größe und Gewicht für uns heute verloren sind.

### „Das brillante Quartett“

Albertus Magnus in Köln legte grundlegende wissenschaftliche Prinzipien fest, an denen wir noch heute festhalten, wie die Verifizierung von Theorien durch **Beobachtung und Berechenbarkeit**. Das war der Weg für weitere Fortschritte. Sein berühmtester Schüler, Thomas von Aquin, legte fünf Wege fest, um die Existenz Gottes in der Natur zu beweisen, und begründete damit die Verbindung zwischen Wissenschaft und Religion, die bis heute Bestand hat (siehe Kasten).

Parallel dazu veröffentlichten Grosseteste und Bacon eine Vielzahl von Werken. Obwohl sie viele falsche Schlüsse zogen, stellte Grosseteste **Theorien zur wissenschaftlichen Methode** auf, die auch heute noch für Studenten der Physik von Bedeutung sind. Mit seinen fundierten

Hypothesen nahm er den Urknall vorweg, indem er beschrieb, dass das Universum mit einer riesigen Explosion begonnen haben könnte und sich die dann freigesetzte Materie – in Anlehnung an die Newtonsche Schwerkraft – langsam in einer Reihe von ineinander verschachtelten Kugeln (den Planeten) absetzte. Seine Hypothesen beruhten auf einer **Nachweisbarkeit durch Experimente und Beobachtungen**. Der Bischof studierte die Brechung des Lichts durch eine Glaslinse. Er machte das im muslimischen Spanien verwendete **Astrolabium**, eine frühe Form des Sextanten, populär. Dieses handliche Gerät diente zur Bestimmung der Höhe von Himmelskörpern und zur Berechnung des Breitengrads und ermöglichte spätere Schiffsreisen in den Nordatlantik.

Es mag im Mittelalter Anhänger der flachen Erde gegeben haben, aber Robert Grosseteste gehörte nicht zu ihnen.

Indem er 1. Mose 1,2 mit den Theorien des Aristoteles verband, schrieb Bischof Robert ausführlich über das Licht als die erste Form, die entstanden ist (eine andere Art, wie er glaubte, als das alltägliche Licht, das wir erleben). Die Aussage, das **Licht sei der Schlüssel zu allen Phänomenen**, erfolgte sieben Jahrhunderte vor Einsteins Theorien. Er zeigte, dass Licht „die Materie nach allen Seiten hin erweitert“. Es ist „allen Dingen im Universum gemeinsam, von den niedrigsten Elementen bis hin zum Firmament“ (Reidl, Seite 6).

Bischof Robert stand mit seinen umfangreichen Schriften zur Geometrie am Anfang der mathematischen Physik. „Ohne Strecken, Winkel und Zahlen“, schrieb er, „gibt es kein wahres wissenschaftliches Mittel zur Messung und Überprüfung.“ Sein Schüler Roger Bacon aus Oxford wurde aufbauend auf den Erkenntnissen seines Lehrers berühmt. „Wärmestrahlen und Schall durchdringen die Wände von Gold und Messing“, schrieb er – eine sehr moderne klingende Erkenntnis. Bacons Überlegungen zur Optik umfassten die Gesetze der Brechung, Vergrößerung und Teleskopie. Dies inspirierte Leonard Digges Mitte des 15. Jahrhunderts zur Erfindung des Fernrohrs. Als Galilei mit seinen eigenen Linsen auftauchte, nahm die moderne Wissenschaft ihren Lauf.

Währenddessen schrieb Albertus Magnus in Deutschland 38 dicke Bände über alles Mögliche, von der Frage, wie ein geköpfter Hahn weiter singen kann, bis hin zur Frage, warum die Erde eine Kugel ist. Er zeigte, dass die Milchstraße aus Sternen besteht, wies auf die Beziehung zwischen den Nerven und dem Gehirn bei Kopfverletzungen hin, zeigte, wie eine Spinne eine Fliege auf große Entfernung wahrnimmt und erklärte die Sehweise von Unterwassertieren. Damit war er das, was wir einen „Renaissancemenschen“ nennen, Jahrhunderte vor Leonardo da Vinci. Die mittelalterlichen Wissenschaftler der 1200er Jahre, die sich auf scharfe Beobachtung eingestellt hatten, hinterließen das Vermächtnis, dass wissenschaftliche Theorien den Test der Beweisführung bestehen müssen, idealerweise durch mathematische Theoreme [als richtig erkannte Aussagen].

Überall um sie herum gab es praktische Beweise für ihre mathematischen und geometrischen Studien. Die großen Kathedralen sind Teil ihres Vermächtnisses und inspirieren uns noch heute.

---

#### QUELLEN:

- Kenneth Clark, *Civilization*  
Francis Collins, *The Language of God*  
Will Durant, *The Age of Faith*

## Die fünf Wege des Thomas von Aquin

Thomas von Aquin (berühmtester Schüler von Albertus Magnus) war der theologische Superstar des Mittelalters. Er war der herausragendste Gelehrte der Universitäten, die um die Dom-schulen der 1100er und 1200er Jahre entstanden.

Er ist sogar in vielen Philosophiekursen dafür bekannt, dass er Aristoteles' Beweise für einen unbewegten Primat in „fünf Wege“ umformulierte, um die Existenz Gottes als völlig plausibel darzustellen. Dazu gehören:

**1. Der Bewegungsbeweis.** Die Beobachtung zeigt uns, dass es für jede Wirkung eine Ursache geben muss. Nichts bewegt sich, was nicht von etwas anderem bewegt wird. Dieser Eine, der nicht bewegt werden muss, ist das, was die Menschen mit Gott meinen.

**2. Der Kausalitätsbeweis.** Alle sinnvollen Objekte werden von einem anderen ins Dasein gerufen. Die Kette des Seins muss irgendwo beginnen. Heute argumentieren Teilchenphysiker, dass es Quantenelemente gibt, die spontan ins Dasein springen, aber diese bringen natürlich nicht beobachtbar vollwertige Universen oder komplizierte menschliche Gehirne hervor. Aquin hat dazu beigetragen, dieses langwierige kosmologische Argument in den Vordergrund zu stellen.

**3. Der Kontingenzbeweis [Argument der Notwendigkeit].** Wenn wir uns umschauen, sehen wir, wie Dinge ins Leben treten und wieder verschwinden. Bei so vielen Dingen, die aus der Existenz fallen und scheinbar unnötig sind, ist es denkbar, ein notwendiges Wesen zu postulieren, von dem alles abhängt.

**4. Der Stufenbeweis [Argument der Hierarchie].** Die physische Welt zeigt Abstufungen der Wertigkeit von Felsen über Pflanzen bis hin zu Menschen. Gott wäre die logische höchste Stufe in dieser Kette. Dieser Punkt wird als der schwächste in seiner Darstellung angesehen.

**5. Der Finalitätsbeweis.** Das Auftreten von Design im Universum verlangt nach einem ursprünglichen, höchsten Designer. Dieses Argument setzt viel voraus und setzt voraus, dass wir die materielle Welt in jedem Fall richtig deuten, dennoch ist die Idee heute sehr aktuell.

Wie Alister McGrath aufzeigt, sind diese fünf Möglichkeiten für einen dogmatischen Skeptiker letztlich nicht stichhaltig, zeigen aber für einen Gläubigen die innere Logik des Glaubens an Gott. Sie sind vernünftige „nachträgliche“ Argumente. Die Welt spiegelt Gott wider, meinte Aquin, und die fünf Wege erläutern diese Prämisse auf eindringliche und logische Weise. Sie legen auch die logischen Strukturen des Denkens und die Verpflichtung zur wissenschaftlichen Methode dar, die er von Albertus Magnus gelernt hat, dessen Motto es war, „die Ursachen zu erforschen, die in der Natur am Werk sind.“

