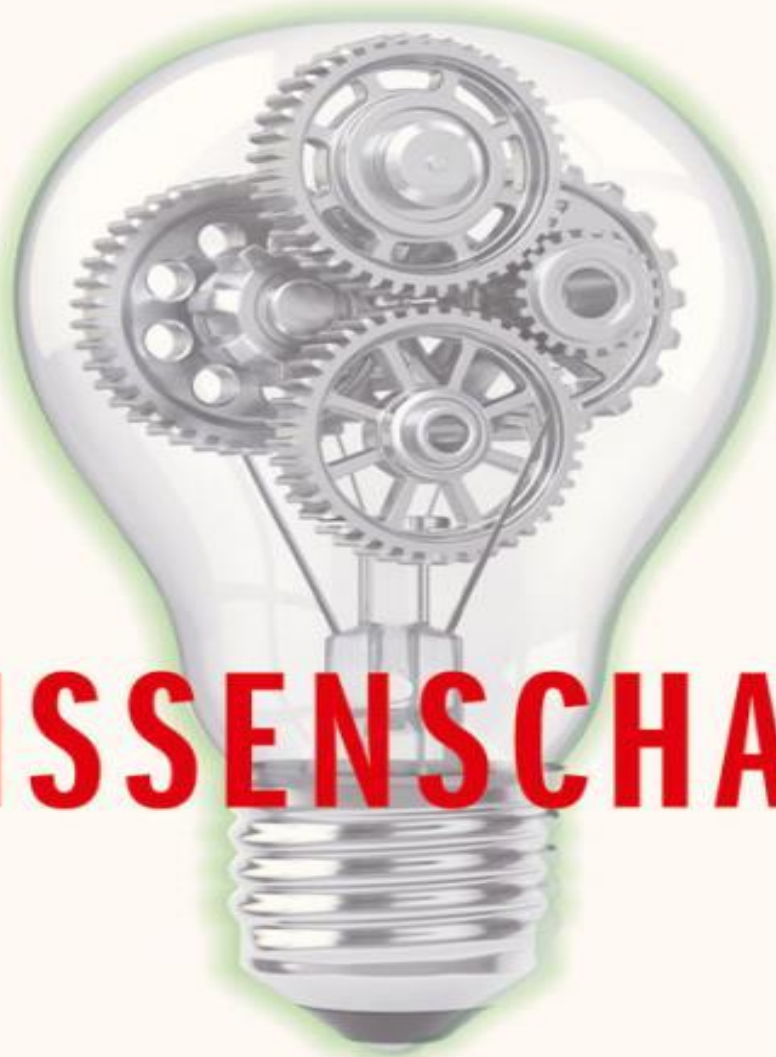


DIE KÜRZESTE  
GESCHICHTE DER



**WISSENSCHAFT**

WILLIAM BYNUM

Atlantik

A

DIE KÜRZESTE  
GESCHICHTE DER



**WISSENSCHAFT**

WILLIAM BYNUM

Atlantik

A

*A*

**William Bynum**

**Die kürzeste Geschichte der  
Wissenschaft**

*Aus dem Englischen von Ines Klöhn und Thomas Pfeiffer*  
Atlantik

*Für Alex und Peter*

# 1

## Am Anfang



Wissenschaft ist etwas ganz Besonderes. Durch sie erfahren wir mehr über unsere Welt und alles, was darin ist – und somit auch über uns selbst.

Seit Tausenden von Jahren suchen die Menschen nach Erklärungen für das, was sie um sich herum wahrnehmen. Die Ergebnisse, zu denen sie dabei kamen, haben sich im Laufe der Zeit geändert. Genauso die Wissenschaft selbst. Wissenschaft ist dynamisch, sie baut auf Vorstellungen und Erkenntnissen auf, die von einer Generation an die nächste weitergegeben werden, und macht andererseits sensationelle Fortschritte, wenn etwas völlig Neues entdeckt wird. Was dagegen unverändert bleibt, sind die Neugier, das Vorstellungsvermögen und die Intelligenz der

Wissenschaftler. Unser heutiger Kenntnisstand mag höher sein, doch die Menschen, die vor 3000 Jahren intensiv über ihre Welt nachdachten, waren ebenso klug wie wir.

In diesem Buch geht es nicht nur um Mikroskope und Reagenzgläser, obgleich die meisten Leute wohl an so etwas denken, wenn sie das Wort »Wissenschaft« hören. Während fast der gesamten Menschheitsgeschichte diente die Wissenschaft neben Magie, Religion und Technik dazu, die Welt zu verstehen und zu beherrschen. Wissenschaft kann etwas so Simples sein wie das tägliche Beobachten des Sonnenaufgangs oder etwas so Kompliziertes wie der Nachweis eines neuen chemischen Elements. Magie ist im Spiel, wenn jemand versucht, durch das Beobachten der Sterne die Zukunft vorauszusagen, und Aberglaube würden wir es nennen, einer schwarzen Katze aus dem Weg zu gehen. Die Religion veranlasst die Menschen zum Beispiel dazu, ein Tier zu opfern, um die Götter gnädig zu stimmen, oder für den Weltfrieden zu beten, und eine gewisse Technik ist vonnöten, um Feuer zu machen oder einen Computer zu bauen.

Wissenschaft, Magie, Religion und Technik wurden von den ersten menschlichen Gemeinschaften genutzt, die die Flusstäler Indiens, Chinas und des Vorderen Orients besiedelten. Die fruchtbaren Täler lieferten Jahr für Jahr eine so reiche Ernte, dass eine große Gemeinschaft davon ernährt werden konnte. Dadurch konnten sich einige Mitglieder dieser Gemeinschaften auf ein spezielles Wissensgebiet konzentrieren und sich darin zu Experten

entwickeln. Zu diesen ersten »Wissenschaftlern« (wenn sie damals auch noch niemand so nannte) gehörten oft Priester.

Anfangs war die Technik (also das praktische »Tun«) wichtiger als die Wissenschaft (bei der es vor allem um das »Wissen« als solches geht). Wenn man erfolgreich seine Felder bestellen, Kleider nähen oder Essen kochen wollte, reichte es zu wissen, was man zu tun hatte. Man musste nicht unbedingt wissen, *warum* manche Beeren giftig und andere Pflanzen essbar sind, um die einen zu meiden und die anderen anzupflanzen. Auch war es dafür nicht von Bedeutung, warum die Sonne morgens auf- und abends wieder untergeht. Doch wir Menschen sind nicht nur fähig, etwas über die Welt um uns herum zu lernen, in uns steckt auch eine natürliche Neugier. Und diese Neugier ist die Triebkraft der Wissenschaft.

Dass wir mehr über die Menschen in Babylon (im heutigen Irak) wissen als über andere antike Zivilisationen, hat einen einfachen Grund: Sie schrieben auf Tontafeln. Tausende dieser fast 6000 Jahre alten Tafeln sind erhalten geblieben. Sie erzählen uns, wie die Babylonier ihre Welt sahen. Ihre Gesellschaft war streng organisiert, die Menschen führten sorgfältig Protokoll über ihre Ernten, Vorräte und Staatsfinanzen. Die Priester verbrachten einen Großteil ihrer Zeit damit, sich mit den Zahlen und Fakten des damaligen Lebens zu befassen. Sie waren auch die wichtigsten »Wissenschaftler«, wenn es darum ging, Land zu vermessen, Entfernungen zu bestimmen, den Himmel zu



beobachten und Zählmethoden zu entwickeln. Einige ihrer Entdeckungen nutzen wir noch heute. So führen auch wir Strichlisten, indem wir durch vier vertikale Striche einen fünften diagonalen Strich ziehen (wie in diesen Bilderwitzen, wo Häftlinge an der Wand ihrer Gefängniszelle eine Strichliste führen über die Jahre, die sie bereits abgesessen haben). Eine viel bedeutendere Hinterlassenschaft der Babylonier ist aber die Festlegung, dass eine Minute aus sechzig Sekunden und eine Stunde aus sechzig Minuten bestehen soll, oder dass ein Kreis 360 Grad umfasst und eine Woche sieben Tage hat. Es ist schon kurios, wenn man bedenkt, dass es keinen echten Grund dafür gibt, warum eine Minute ausgerechnet aus sechzig Sekunden und eine Woche aus sieben Tagen bestehen sollte. Andere Zahlen hätten ebenso gut funktioniert. Doch das babylonische System wurde auch an anderen Orten übernommen und beibehalten.

Die Babylonier waren gute Astronomen – also Beobachter des Sternenhimmels. Über viele Jahre hinweg beobachteten sie am Nachthimmel bestimmte, immer wiederkehrende Anordnungen in der Position von Sternen und Planeten. Sie glaubten, dass die Erde den Mittelpunkt des Universums bildet und zwischen uns und den Sternen eine mächtige – magische – Beziehung besteht. Solange die Menschen die Erde für das Zentrum des Universums hielten, zählten sie die Erde selbst nicht zu den Planeten. Sie unterteilten den Nachthimmel in zwölf Teile und benannten diese gemäß der darin enthaltenen

Anordnungen (oder »Konstellationen«) von Himmelskörpern. Mit Hilfe eines himmlischen Verbindende-Punkte-Spiels sahen die Babylonier in einigen Konstellationen Bilder von Objekten und Tieren, wie zum Beispiel eine Waage oder einen Skorpion. Das war das erste Tierkreis-System, die Grundlage der Astrologie, die die Einflüsse der Sterne auf uns Menschen erforscht. Astronomie (die Beobachtung der Sterne) und die Astrologie (die »Deutung« der Sterne) waren im alten Babylon und noch viele Jahrhunderte später eng miteinander verbunden. Und auch heute wissen viele Menschen, unter welchem Sternzeichen sie geboren wurden, und lesen ihre Horoskope in Zeitungen und Zeitschriften, um sich dort Ratschläge für ihr Leben zu holen. Doch die »Sterndeutung«, die Astrologie, zählt nicht zu den modernen Wissenschaften.

Die Babylonier waren nur eine von mehreren mächtigen Gruppierungen des alten Vorderen Orients. Am meisten wissen wir über die Ägypter, die sich bereits 3500 v. Chr. entlang des Nils ansiedelten. Keine Zivilisation vor oder nach ihnen war so abhängig von einem einzelnen Naturphänomen. Der Nil war für die Ägypter von existenzieller Bedeutung, denn bei seinen Hochwassern verteilte der mächtige Strom jedes Jahr fruchtbaren Schlamm über das Land an seinen Ufern und bereitete es so für die Ernte im nächsten Jahr vor. Dank des heißen und trockenen Klimas in Ägypten blieben viele Zeugnisse der damaligen Zeit erhalten, die wir heute bestaunen können,

darunter zahlreiche Wandgemälde und eine Art Bilderschrift, die sogenannten Hieroglyphen. Nachdem Ägypten erst von den Griechen und dann von den Römern erobert wurde, ging die Kunst, Hieroglyphen zu lesen und zu schreiben, verloren, und so blieb die Bedeutung dieser Schrift für beinahe 2000 Jahre ein Rätsel. Bis im Jahr 1798 ein französischer Soldat in der Nähe der Hafenstadt Rosette (oder Raschid, wie sie auf Arabisch heißt) im Norden Ägyptens in einem Trümmerhaufen einen halbrunden Stein fand, auf dem in drei verschiedenen Schriften eine Inschrift eingemeißelt war: in Hieroglyphen, in Altgriechisch und in Demotisch, einer anderen historischen Sprache des alten Ägyptens. Der Stein von Rosette befindet sich heute im Britischen Museum in London. Sein Fund war eine Sensation! Gelehrte konnten den altgriechischen Text lesen, und damit konnten sie jetzt auch die geheimnisvollen ägyptischen Hieroglyphen entziffern. Nun konnte wirklich damit begonnen werden, die Glaubenswelt und die Bräuche der alten Ägypter zu erforschen.

Die ägyptische Sternkunde ähnelte der babylonischen. Der Kalender war für sie von großer Bedeutung, er sagte ihnen nicht nur, wann sie die Felder bestellen mussten oder das Hochwasser des Nils zu erwarten war, auch religiöse Feste planten sie anhand des Kalenders. Ihr »natürliches« Jahr umfasste 360 Tage. Das Jahr war eingeteilt in zwölf Monate mit jeweils drei Wochen, die wiederum aus je zehn Tagen bestanden. Und um ein Verschieben der Jahreszeiten

zu vermeiden, fügten sie ans Ende des Jahres noch zusätzliche fünf Tage hinzu. Die Ägypter glaubten, das Universum habe die Form einer rechteckigen Schachtel, und am Boden dieser Schachtel befinde sich ihre Welt, die der Nil genau in der Mitte durchfließt. Der Jahresanfang fiel mit der Nilschwemme zusammen und richtete sich schließlich nach dem Erscheinen des Sirius, des hellsten Sterns am Nachthimmel. Wie in Babylon spielten Priester auch am Hof der Pharaonen, der ägyptischen Herrscher, eine bedeutende Rolle. Da die Pharaonen als göttlich galten, glaubten die Ägypter, sie würden im Jenseits weiterleben. Deshalb bauten sie die Pyramiden, die riesige Grabmäler sind. In diesen kolossalen Bauwerken wurden die Pharaonen zusammen mit ihren Verwandten und anderen wichtigen Leuten sowie Dienern, Hunden, Katzen, Möbeln und Proviant beigesetzt, um für das Leben im Jenseits gerüstet zu sein. Um die Leichname wichtiger Persönlichkeiten vor dem Verfall zu bewahren (schließlich sollten sie im Jenseits nicht verwest und stinkend auftauchen), entwickelten die Ägypter Techniken zur Einbalsamierung der Toten. Dafür wurden zunächst die inneren Organe entfernt und in spezielle Gefäße gegeben. Das Gehirn etwa wurde mit einem langen Haken durch die Nasenlöcher entnommen. Mit Hilfe von Chemikalien wurde der restliche Körper haltbar gemacht, in Leinen gewickelt und in einem Sarkophag beigesetzt.

Mit Sicherheit hatten die Einbalsamierer ziemlich genaue Vorstellungen davon, wie Herz, Lunge, Leber und

Nieren aussehen. Da es jedoch keine Berichte über die entnommenen Organe gibt, wissen wir leider nicht, welche Funktionen sie ihnen zuordneten. Andere Schriftstücke mit medizinischen Beschreibungen sind jedoch erhalten geblieben und liefern uns Einblicke in die ägyptische Medizin und Chirurgie. Die alten Ägypter vertraten die damals übliche Auffassung, Krankheiten entstünden durch eine Mischung aus religiösen, magischen und natürlichen Ursachen. Heiler sagten während der Behandlung ihrer Patienten Zaubersprüche auf, wobei viele ihrer Heilmethoden von einer genauen Beobachtung der Krankheiten zeugen. Einige der Medikamente, mit denen sie Unfall- oder Operationswunden behandelten, hatten möglicherweise eine antibakterielle Wirkung und unterstützten so den Heilungsprozess. Und das, Tausende von Jahren bevor Bakterien überhaupt entdeckt wurden.

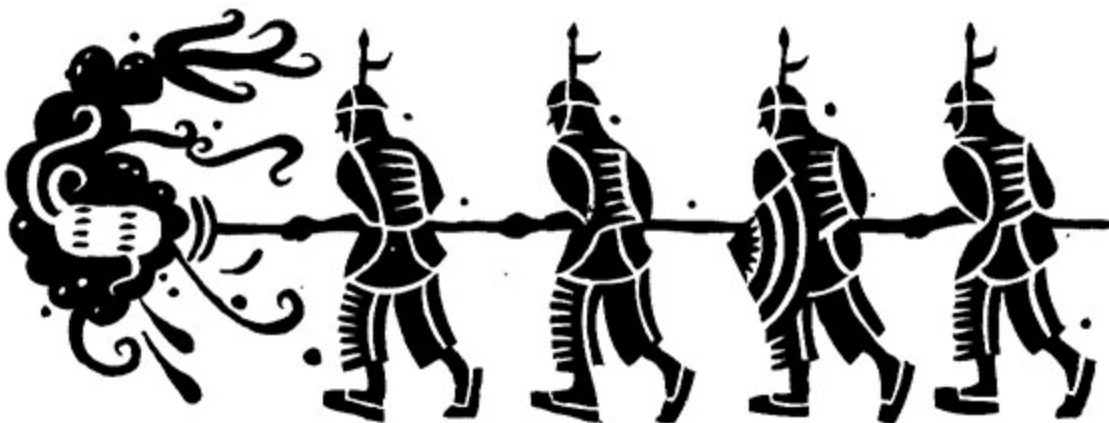
Die drei wichtigsten »wissenschaftlichen« Tätigkeitsbereiche waren damals das Rechnen, die Astronomie und die Medizin.

Das Rechnen war notwendig, um zu wissen, wie viele Feldfrüchte man anbauen musste und wie man Handel trieb, oder um einschätzen zu können, ob man genügend Soldaten oder Pyramidenbauer zur Verfügung hatte. Der Astronomie kam eine wichtige Rolle zu, weil Sonne, Mond und Sterne so eng mit den Tagen, Monaten und Jahreszeiten verbunden sind, dass es für den Kalender unverzichtbar ist, deren Position sorgfältig zu beobachten. Und natürlich gab es auch damals Kranke und Verletzte,

die medizinische Hilfe benötigten. Doch in jedem dieser Bereiche vermischten sich Magie, Religion, Technik und Wissenschaft, und so können wir oft nur erahnen, warum die Menschen jener frühen Kulturen des Vorderen Orients bestimmte Dinge taten oder wie der Alltag des einfachen Volkes aussah. Informationen über das einfache Volk zu gewinnen ist generell schwierig, weil in der Regel nur einflussreiche Leute lesen und schreiben konnten und geschichtliche Spuren hinterließen. Dasselbe gilt für zwei andere antike Zivilisationen, die etwa zur gleichen Zeit im fernen Asien, nämlich in China und Indien, entstanden.

## 2

# Nadeln und Zahlen



Weit entfernt von Babylon und Ägypten, in Indien und China, entstanden am Fuße des Himalaya-Gebirges zwei weitere antike Kulturen. Vor ungefähr 5000 Jahren lebten die Menschen dort in Dörfern und Städten entlang der Täler des Indus und des sogenannten Gelben Flusses. Damals waren die Gebiete Indiens und Chinas sogar noch größer, als sie es heute sind. Beide Länder waren Teil eines umfangreichen Fernhandelsnetzes, das die Land- und Seewege entlang der Gewürzrouten nutzte. Die Schrift und die Wissenschaft hatten dort bereits ein beachtliches Niveau erreicht, und das eine förderte dabei das andere: Die Wissenschaft begünstigte den Handel, und der durch den Handel erwirtschaftete Reichtum ermöglichte

wiederum den Luxus des wissenschaftlichen Forschens. Tatsächlich war die Wissenschaft jener Zivilisationen bis um das Jahr 1500 mindestens so fortschrittlich wie die in Europa. Aus Indien stammen unsere Zahlen und die Begeisterung für Mathematik. Aus China kommen Papier und Schießpulver sowie ein für die Schifffahrt unentbehrliches Instrument: der Kompass.

Heute ist China eine bedeutende Wirtschaftsmacht. Dort hergestellte Waren wie Kleidung, Spielzeug und elektronische Güter werden auf der ganzen Welt verkauft. Ein Blick auf das Etikett unserer Sportkleidung genügt, um sich davon zu überzeugen! Jahrhundertlang schaute man im Westen mit Geringschätzung und Misstrauen auf dieses riesige Land. Die Chinesen hatten eine ganz eigene Art, Dinge zu tun, und ihr Land galt als mysteriös und wie erstarrt in uralten Traditionen.

Heute wissen wir, dass China überhaupt nicht erstarrt, sondern schon immer ein dynamisches Land und seine Wissenschaft in stetigem Wandel war. Eines jedoch blieb über die Jahrhunderte hinweg tatsächlich unverändert: die Schrift. Die chinesische Schrift besteht aus sogenannten Ideogrammen, kleinen bildhaften Zeichen, die für ganze Begriffe stehen und auf uns, die wir an das Alphabet gewöhnt sind, befremdlich wirken. Beherrscht man jedoch diese Bilderschrift, fällt einem das Lesen alter - und sehr alter - chinesischer Schriften ebenso leicht wie die Lektüre heutiger Texte. Auch haben wir China die Erfindung von Papier zu verdanken, was das Schreiben erheblich



erleichterte. Das älteste erhaltene Stück Papier stammt ungefähr aus dem Jahr 150 v. Chr.

Das riesige China zu regieren gestaltete sich schon immer schwierig, doch die Wissenschaft konnte dabei zumindest helfen. Im 5. Jahrhundert v. Chr. wurde mit dem vielleicht größten technischen Bauprojekt aller Zeiten begonnen: der Chinesischen Mauer. Damals herrschte in China die Zhou-Dynastie. (Die chinesische Geschichte ist nach ihren jeweiligen Herrscherhäusern in »Dynastien« unterteilt.) Die Mauer sollte das Reich einerseits davor schützen, dass die Barbaren aus dem Norden hereinkamen, und andererseits davor, dass die Chinesen hinauskommen! Der Bau der Mauer zog sich über Jahrhunderte hin, kontinuierlich wurde sie erweitert und repariert und erstreckt sich heute über eine Gesamtlänge von über 20000 Kilometern. (Jahrelang hielt sich das Gerücht, die Mauer sei sogar vom Weltraum aus zu sehen, was aber inzwischen widerlegt ist: Selbst einem chinesischen Astronauten gelang es nicht, das Bauwerk zu erkennen.) Ein weiteres Meisterwerk der Ingenieurskunst ist der sogenannte Große Kanal. Er wurde während des 5. Jahrhunderts v. Chr. unter der Sui-Dynastie begonnen. Unter Einbeziehung einiger natürlicher Wasserstraßen verband der 1800 Kilometer lange Kanal die große Binnenstadt Peking im Norden des Landes mit der im Süden gelegenen Küstenstadt Hangzhou und von dort aus mit dem Rest der Welt. Diese monumentalen Bauwerke sind nicht nur beeindruckende Belege für die Fähigkeiten

chinesischer Landvermesser und Ingenieure, sondern auch für die enorme menschliche Arbeitsleistung, die für ihre Realisierung aufgebracht werden musste. Zwar hatten die Chinesen die Schubkarre erfunden, beladen und geschoben werden musste sie jedoch mit Muskelkraft.

Die Chinesen betrachteten das Universum als eine Art lebenden Organismus, in dem bestimmte Kräfte wirkten und alles miteinander verbanden. Die elementare Kraft oder Energie hieß »Qi« (gesprochen: »Tschì«). Zwei weitere wichtige Kräfte waren »Yin« und »Yang«: Yin, das weibliche Prinzip, wurde mit Dunkelheit, Wolken und Feuchtigkeit verbunden. Mit Yang, dem männlichen Prinzip, wurde Sonnenschein, Hitze und Wärme verbunden. Niemals besteht etwas nur aus Yin *oder* Yang – die beiden Kräfte treten stets in Kombination auf, wobei ihre Anteile jeweils unterschiedlich sind. Gemäß der chinesischen Philosophie steckt in jedem von uns sowohl Yin als auch Yang, und die individuelle Mischung bestimmt, wer wir sind und wie wir uns verhalten.

Die Chinesen glaubten, das Universum bestünde aus fünf Elementen: Wasser, Metall, Holz, Feuer und Erde. Dabei handelte es sich nicht einfach um gewöhnliches Wasser oder Feuer, wie wir es kennen, sondern um Elemente, die zusammen die Welt und den Himmel erschufen. Natürlich besaßen diese Vier-Elemente-Lehre unterschiedliche Eigenschaften, es gab aber auch ineinandergreifende Kräfte. So kann Holz zum Beispiel Erde bezwingen (ein Spaten aus Holz kann Erde umgraben). Metall kann Holz

bearbeiten. Feuer kann Metall zum Schmelzen bringen. Wasser kann Feuer löschen, und Erde kann Wasser eindämmen. (Nicht von ungefähr wurde das bekannte Spiel »Schere, Stein, Papier« in China erfunden.) In Verbindung mit den Kräften Yin und Yang erzeugen diese Elemente den zyklischen Rhythmus der Zeit und der Natur, die Jahreszeiten, den Kreislauf von Geburt und Tod sowie die Bewegungen der Sonne, der Sterne und der Planeten.

Da alles aus diesen Elementen und Kräften zusammengesetzt ist, ist alles in gewisser Weise lebendig und miteinander verbunden. Die Vorstellung eines »Atoms« als Grundeinheit der Materie war den Chinesen daher fremd. Auch hielten es chinesische Naturphilosophen nicht für notwendig, alles in Zahlen auszudrücken, damit es »wissenschaftlichem« Anspruch genügt. Die Zahlenlehre hatte vor allem praktische Funktionen: Sie diente unter anderem der Preisberechnung beim Kauf und Verkauf von Waren oder dem Abwiegen von Waren. Die älteste erhaltene Quelle, die in China den Abakus erwähnte – also einen Rechenschieber mit Kugeln, die man auf Stäben hin- und herschiebt –, stammt aus dem zweiten Jahrhundert v. Chr. Das Gerät selbst ist aber wesentlich älter. Ein Abakus beschleunigt nicht nur das Zählen, sondern auch das Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren und Dividieren.

Zahlen wurden auch dafür benutzt, die Tages- und Jahreslänge zu berechnen. Bereits 1400 v. Chr. wussten die Chinesen, dass das Jahr 365 Tage hat, und wie die meisten frühen Kulturen berechneten sie die Monate anhand des

Mondes. Wie für alle antiken Völker entsprach ein Jahr auch für die Chinesen der Zeitspanne, die die Sonne brauchte, um zu ihrem Ausgangspunkt am Himmel zurückzukehren. Die zyklischen Bewegungen von Planeten, wie etwa dem Jupiter, und der Sterne passen gut zu der Vorstellung, dass alles in der Natur zyklisch ist. Auf der Suche nach dem absoluten Ursprung sollte eine aufwendige Berechnung zeigen, wie lange es dauert, bis das gesamte Universum einen Zyklus vollendet hat – das Ergebnis: 23639040 Jahre. Das bedeutete, dass das Universum sehr alt war (obwohl wir heute wissen, dass es noch viel älter ist). Auch über die Struktur des Universums machten sich die Chinesen Gedanken. Einige der frühen chinesischen Sternkarten zeigen, dass es ihnen gelang, auf zweidimensionalen Karten Himmelskörper im dreidimensionalen Raum abzubilden. Xuan Le, der zur Zeit der Späten Han-Dynastie (25–220 n. Chr.) lebte, war der Ansicht, dass Sonne, Monde und Sterne im leeren Raum schweben würden, angetrieben durch die Winde. Das steht in krassem Gegensatz zu der Überzeugung der antiken Griechen, die meinten, dass die Himmelskörper an festen Sphären (die man sich wie durchsichtige Schalen vorstellte) befestigt seien. Die Vorstellung der antiken Chinesen kommt unserem heutigen Verständnis des Weltraums wesentlich näher. Chinesische Sterngucker hielten ungewöhnliche Ereignisse sehr sorgfältig fest, und weil ihre Aufzeichnungen so weit zurückreichen, sind sie für Astronomen auch heute noch von Nutzen.

Da die Chinesen davon ausgingen, dass die Erde sehr alt ist, fiel es ihnen auch nicht schwer, Fossilien als zu Stein gewordene Überreste einst lebendiger Pflanzen und Tiere zu betrachten. Steine wurden nach Härte und Farbe klassifiziert. Besonders geschätzt wurde Jade, Kunsthandwerker verwandelten Jadesteine in kostbare Statuen. Erdbeben sind in China keine Seltenheit. Zwar konnte im 2. Jahrhundert n. Chr. noch niemand erklären, warum es dazu kam, doch ein sehr gelehrter Mann namens Zhang Heng verwendete bereits ein Gerät, mit dem er die Erdstöße registrieren konnte. Es handelte sich um ein hängendes Gewicht, das ins Schwingen geriet, wenn die Erde bebte. Das war eine sehr frühe Version dessen, was wir heute einen Seismographen nennen, ein Gerät, das normalerweise eine gerade Linie zeichnet und ausschlägt, wenn die Erde bebt.

Die Chinesen nutzten auch das Phänomen des Magnetismus. Sie fanden heraus, wie man Eisen magnetisierte, indem man es hoch erhitzte und es abkühlen ließ, während es in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet war. In China gab es Kompassse, lange bevor sie im Westen bekannt waren, und sie wurden sowohl in der Schifffahrt als auch in der Wahrsagerei eingesetzt. Meist waren es die sogenannten »nassen Kompassse«: eine magnetisierte Nadel, die in einer mit Wasser gefüllten Schüssel schwamm. Wir sind es gewohnt, dass Kompassnadeln nach Norden zeigen, doch für die Chinesen zeigten sie nach Süden. (Natürlich zeigen unsere Kompassse auch nach

Süden – nur eben mit dem anderen Ende der Nadel. Es spielt eigentlich keine Rolle, für welche Richtung man sich entscheidet, solange sich alle auf eine Richtung einigen.)

Die Chinesen waren auch gute Chemiker. Die besten unter ihnen waren häufig Taoisten, Anhänger des legendären Philosophen Lao-Tse, der zwischen dem 2. und 4. Jahrhundert v. Chr. lebte. (*Tao* bedeutet »Weg«, »Pfad«.) Andere wiederum folgten den Lehren von Konfuzius oder Buddha. Die Weisheiten dieser religiösen Führer beeinflussten die Grundeinstellung ihrer Anhänger im Hinblick auf das Studium des Universums. Religion hatte schon immer einen Einfluss darauf, wie Menschen ihre Umwelt wahrnehmen.

Die chemischen Kenntnisse der Chinesen waren für damalige Verhältnisse beachtlich. Sie konnten zum Beispiel Alkohol und andere Substanzen destillieren und Kupfer aus Lösungen extrahieren. Aus einer Mischung aus Kohle, Schwefel und Kalisalpeter stellten sie Schießpulver her. Das war der erste chemische Sprengstoff, das Ausgangsmaterial sowohl für die Entwicklung des Feuerwerks (Pyrotechnik) als auch von Waffen. Man könnte Schießpulver als Beispiel für Yin und Yang in der Welt der Chemie betrachten: Es ermöglichte einerseits wunderschöne Feuerwerke bei Hofe und wurde andererseits bereits im 10. Jahrhundert auf östlichen Schlachtfeldern eingesetzt, um Waffen und Kanonen zu zünden. Auf welchem Wege das Rezept für diese zerstörerische Substanz nach Europa gelangte, ist nicht

zweifelsfrei geklärt, jedenfalls fand man eine Herstellungsanleitung aus dem Jahr 1280. Kriege wurden dadurch überall verlustreicher.

Unter den Chinesen gab es auch Alchemisten, die nach dem sogenannten »Lebenselixier« suchten – einer Substanz, von der man sich erhoffte, dass sie unser Leben verlängern oder uns gar unsterblich machen. (Mehr zum Thema Alchemie findet sich in Kapitel neun.) Ihre Suche blieb erfolglos, und wahrscheinlich hätte so mancher Herrscher sogar länger gelebt, wenn er die vermeintlichen Wundermittel, die die Alchemisten zusammengebraut hatten, *nicht* ausprobiert hätte. Dennoch stieß man auf der Suche nach jener magischen Substanz auf zahlreiche Arzneimittel, die gegen diverse Krankheiten halfen. Wie in Europa benutzten chinesische Ärzte zur Behandlung von Krankheiten Pflanzenextrakte, doch sie stellten auch Präparate aus Schwefel, Quecksilber und anderen chemischen Stoffen her. Fieberkrankheiten wurden mit einem Extrakt der Beifußpflanze behandelt, den man an bestimmten Punkten auf die Haut auftrug, um den Fluss der »Lebensäfte« zu unterstützen. Diese Behandlungsmethode wurde vor kurzem in einem circa 1800 Jahre alten Buch über Heilmittel entdeckt. Und neueste Laboruntersuchungen ergaben, dass es sich dabei um ein wirksames Mittel gegen Malaria handelt, einer mit hohem Fieber einhergehenden Krankheit, die in tropischen Ländern heute zu den häufigsten Todesursachen zählt.

In China wurden bereits im 2. Jahrhundert v. Chr. medizinische Bücher verfasst, und die traditionelle chinesische Medizin wird bis heute auf der ganzen Welt angewandt. Akupunktur, bei der an bestimmten Körperstellen Nadeln in die Haut gestochen werden, ist eine weitverbreitete Behandlungsmethode, die sowohl bei verschiedenen Krankheiten als auch zur Bewältigung von Stress und in der Schmerztherapie eingesetzt wird. Die Akupunktur basiert auf der Vorstellung, dass der Körper eine Reihe von Kanälen besitzt, durch die die Lebensenergie Qi fließt. Und durch die Akupunkturnadeln sollen diese Kanäle stimuliert und mögliche Blockaden gelöst werden. Manchmal werden bei Operationen fast ausschließlich Akupunkturnadeln benutzt, um den Schmerz auszuschalten. Die Arbeit chinesischer Wissenschaftler unterscheidet sich heute nicht mehr von der ihrer westlichen Kollegen, doch die Traditionelle Chinesische Medizin hat immer noch viele Anhänger auf der ganzen Welt.

Dasselbe gilt für die Traditionelle Indische Medizin. Sie basiert auf Texten, die circa 200 v. Chr. bis 600 n. Chr. in der antiken Sprache Sanskrit geschrieben und unter dem Namen »Ayurveda« zusammengefasst wurden. Ayurveda zufolge wird der Körper von Lebensenergien, den sogenannten »Doshas«, beeinflusst. Man unterscheidet drei verschiedene Prinzipien: »Vata« ist trocken, kalt und leicht, »Pitta« ist heiß, bitter und scharf, und »Kapha« ist kalt, schwer und süß. Diese Doshas sind für das richtige



Funktionieren unseres Körpers unentbehrlich, geraten sie ins Ungleichgewicht zueinander oder befinden sie sich am falschen Ort, wird der Mensch krank. Um herauszufinden, um welche Krankheit es sich handelte, untersuchten indische Ärzte insbesondere die Haut des Patienten und fühlten seinen Puls. Medikamente, Massagen und spezielle Diäten sollten das fehlende Gleichgewicht wiederherstellen. Um ihre Patienten zu beruhigen und ihre Schmerzen zu lindern, benutzten indische Ärzte den Saft von Schlafmohn, aus dem auch die Droge Opium hergestellt wird.

Ein anderes medizinisches Werk des antiken Indien, das Buch *Susruta*, konzentriert sich auf die Beschreibung von erstaunlich anspruchsvollen Operationen. Litt ein Patient zum Beispiel an einer Katarakt (heute umgangssprachlich auch »grauer Star« genannt, eine Trübung der Augenlinse, die das Sehvermögen einschränkt), stach der Chirurg vorsichtig mit einer Nadel in den Augapfel und schob die Katarakt auf die Seite. Indische Chirurgen transplantierten auch Haut von gesunden Körperstellen der Patienten auf zum Beispiel beschädigte Nasen und waren damit frühe Vorreiter der plastischen Chirurgie.

Die ayurvedische Heilkunst wurde von hinduistischen Ärzten praktiziert. Als sich um 1590 auch Muslime in Indien ansiedelten, brachten sie ihre eigenen medizinischen Vorstellungen mit, die auf der von frühen islamischen Ärzten weiterentwickelten Medizin der griechischen Antike basierten. Diese sogenannte »Yunani«-

Medizin (*yunani* bedeutet »griechisch«) entwickelte sich parallel zum ayurvedischen System. Beide Heilmethoden werden in Indien, neben der uns vertrauten, traditionellen westlichen Medizin, bis heute angewandt.

Indien hatte seine eigene wissenschaftliche Tradition. Indische Sterngucker erforschten den Himmel, die Sterne, die Sonne und den Mond, indem sie an das Werk des griechischen Astronomen Ptolemäus und einige wissenschaftliche Arbeiten aus China anknüpften, die buddhistische Missionare von ihren Reisen zurückgebracht hatten. In der indischen Stadt Ujjain gab es eine Sternwarte, wo einer der frühesten uns bekannten indischen Wissenschaftler, Varahamihira (ca. 505 n. Chr.), arbeitete. Er sammelte alte astronomische Schriften und fügte ihnen eigene Beobachtungen hinzu. Erst viel später, im 16. Jahrhundert, entstanden Sternwarten auch in Delhi und Jaipur. Der indische Kalender war relativ genau, und wie die Chinesen glaubten auch die Inder, dass die Erde sehr alt ist. Einer ihrer astronomischen Zyklen erstreckte sich über einen Zeitraum von 4320000 Jahren. Auch in Indien suchte man nach einem Elixier, das ein langes Leben ermöglicht, sowie nach einer Möglichkeit, aus einfachen Metallen Gold zu gewinnen. Ihren wichtigsten Beitrag leistete die indische Wissenschaft jedoch auf dem Gebiet der Mathematik.

Die Zahlen, die wir als »arabische Zahlen« bezeichnen (1, 2, 3 und so weiter), stammen eigentlich aus Indien und kamen über den Vorderen Orient zu uns. Gleiches gilt für

die Erfindung der Zahl »Null«. Und auch die Idee vom »Stellenwert« geht auf indische Mathematiker zurück. Nehmen wir beispielsweise die Zahl 170: Die »1« = 100 besetzt die »Hunderterstelle«; die »7« = 70 belegt die »Zehnerstelle«; und die Null steht auf der »Einerstelle«. Das ist für uns so selbstverständlich, dass wir nicht einmal darüber nachdenken, doch ohne das Stellenwertsystem wäre das Schreiben hoher Zahlen wesentlich komplizierter. Der bekannteste unter den frühen indischen Mathematikern, der im 7. Jahrhundert lebende Brahmagupta, fand heraus, wie man das Volumen von Prismen und anderen geometrischen Körpern berechnen kann. In seinen Schriften wird zum ersten Mal die Zahl »Null« erwähnt, und er legte fest, dass alles, was mit null multipliziert wird, null ergibt. Es dauerte fast 500 Jahre, bis ein anderer indischer Mathematiker namens Bhaskara (1114-1185) erklärte, dass alles, was durch null geteilt wird, unendlich ist. Moderne mathematische Berechnungen, die die Welt erklären, wären ohne diese Erkenntnisse nicht möglich.

Während in Indien und China traditionelle Heilmethoden auch heute noch gleichberechtigt neben den Methoden der westlichen Medizin bestehen, ist das in der Wissenschaft anders. Indische und chinesische Wissenschaftler arbeiten heute mit denselben Theorien, Instrumenten und Zielen wie ihre Kollegen anderswo auf der Welt. Wissenschaft, wie sie im Westen entwickelt wurde, ist mittlerweile universal gültig.

Wir dürfen jedoch nicht vergessen, dass unser Zahlensystem in Indien und die Papierherstellung in China erfunden wurden. Wenn wir also eine gewöhnliche Neunerreihe schreiben, gebrauchen wir eine sehr alte Errungenschaft aus dem Fernen Osten.

### 3

## Atome und der leere Raum



Im Jahr 454 v. Chr. besuchte der griechische Geschichtsschreiber Herodot (ca. 485–425 v. Chr.) Ägypten. Genau wie wir war er sehr beeindruckt von den Pyramiden und den riesigen, etwa 18 Meter hohen Statuen bei Theben, einer am Nil gelegenen Stadt in Oberägypten. Er konnte kaum glauben, wie alt dort alles war. Ägypten war längst von den Persern überrannt worden, und sein Glanz gehörte der Vergangenheit an. Herodot selbst lebte in einer viel jüngeren, fortschrittlicheren Gesellschaft, in einem Land, das ein Jahrhundert später, unter Alexander dem Großen (356–323 v. Chr.), Ägypten sogar erobern würde.

Zu Herodots Zeiten wurden weite Teile des östlichen Mittelmeerraums von einer griechisch sprechenden

Bevölkerung geprägt. Dort entstanden die Werke Homers, des blinden Poeten, wie etwa die Geschichte, die davon erzählt, wie die Griechen die Trojaner besiegten, indem sie ein riesiges hölzernes Pferd bauten und sich darin versteckten, oder die phantastische Heimreise des griechischen Helden Odysseus, eines der führenden Köpfe des Trojanischen Krieges. Die Griechen waren begabte Schiffbauer, Kaufleute und Denker.

Zu den frühesten Denkern gehörte Thales (ca. 625–545 v. Chr.), ein Kaufmann, Astronom und Mathematiker aus Milet, einer Stadt an der Küste der heutigen Türkei. Zwar sind seine Schriften im Original nicht überliefert, doch spätere Autoren zitieren ihn und erzählen Anekdoten, die ihn beschreiben. Eine dieser Anekdoten berichtet, dass er einmal so sehr darin vertieft war, den Sternenhimmel zu beobachten, dass er dabei aus Versehen in einen Brunnen stürzte. Eine andere Geschichte beschreibt ihn als cleveren Geschäftsmann: Weil er voraussah, dass es eine reiche Olivenernte geben würde, mietete er lange vor der Erntezeit sämtliche Ölpresen, um sie dann bei Beginn der Ernte gewinnträchtig weiterzuvermieten. Wie wir in den folgenden Kapiteln sehen werden, war Thales keineswegs der einzige zerstreute Professor, der mit seiner Wissenschaft Geld gemacht hat.

Es wird behauptet, Thales habe Ägypten besucht und die ägyptische Mathematik nach Griechenland gebracht. Doch das ist wohl ebenso eine Legende wie die Behauptung, er habe eine totale Sonnenfinsternis vorhergesagt (für eine