

RUDOLF TASCHNER
Die Zahl, die aus der Kälte kam



GOLDMANN
Lesen erleben

Buch

Wer die Zahlen beherrscht, der hat Macht. Schon Archimedes besiegte die römische Flotte mit Mathematik. Geheimdienste verschlüsseln ihre Botschaften mit mathematischen Methoden. Und Rechenmaschinen schlagen den Menschen in Schach und Jeopardy.

Rudolf Taschner nimmt uns mit auf einen abenteuerlichen Streifzug durch die Weltgeschichte der machtvollsten Zahlen. Er erzählt, wie Blaise Pascal schon im 17. Jahrhundert den Computer erfand, wie Isaac Newton mit der Unendlichkeit rechnen lernte, warum Kurt Gödel zugleich an die Allmacht der Zahlen und an Gespenster glaubte – und sich der britische Geheimdienst an der Zahl 007 die Zähne ausbiss.

Taschner lüftet die Geheimnisse der Mathematik so spannend, leichtfüßig und unterhaltsam, dass auch Nichteingeweihte ihrem Zauber erliegen müssen.

Autor

Rudolf Taschner, geboren 1953 in Ternitz, ist Professor an der Technischen Universität Wien. Er betreibt zusammen mit seiner Frau Bianca »math.space«, einen Veranstaltungsort im Wiener Museums-Quartier, der Mathematik als kulturelle Errungenschaft präsentiert. 2004 wurde Rudolf Taschner zum »Wissenschaftler des Jahres« gewählt. 2011 erhielt er den Preis der Stadt Wien für Volksbildung. Seine Bücher wurden vielfach ausgezeichnet.

Rudolf Taschner

Die Zahl, die aus
der Kälte kam

Wenn Mathematik
zum Abenteuer wird

GOLDMANN



Verlagsgruppe Random House FSC® N001967
Das FSC®-zertifizierte Papier *Lux Cream* für dieses Buch
liefert Stora Enso, Finnland.

1. Auflage

Taschenbuchausgabe Februar 2015

Wilhelm Goldmann Verlag, München,

in der Verlagsgruppe Random House GmbH

Copyright © der Originalausgabe 2013

by Carl Hanser Verlag München

Umschlaggestaltung: UNO Werbeagentur, München

in Anlehnung an die Umschlaggestaltung der Originalausgabe

(Hauptmann & Kompanie Werbeagentur, Zürich)

Umschlagmotiv: © Carl Hanser Verlag/www.corn.at

KF · Herstellung: Str.

Druck und Bindung: CPI – Clausen & Bosse, Leck

Printed in Germany

ISBN: 978-3-442-15828-7

www.goldmann-verlag.de

Besuchen Sie den Goldmann Verlag im Netz



Inhalt

<i>Vorwort</i>	9
----------------------	---

Erst die Null macht Zahlen groß

Das Geheimnis des vierten Jahres	11
Die mächtigen Zahlen des Drachen Tiamat	16
Zahl und Schrift	21
Mit Mathematik beginnt die Aufklärung	26
Der Maharadscha und die große Zahl	29

Die größten Zahlen der Natur

Von den kleinen zu den großen Zahlen	37
Die Vermessung der Erde	41
Astronomisch große Zahlen	46
Die größte Zahl des Universums	50
Nicht Rechnen, Schätzen will gelernt sein	53

Der größte Mathematiker

Ein Märtyrer der Mathematik	57
Die geniale Idee	59

Inhalt

Zweiter zu sein zählt nicht	66
Ägyptische Brüche	70
Die Rinder des Sonnengottes	75

Die größten Zahlen der Mathematik

Eine Zahl nach der anderen	81
Quadrat- und Kubikzahlen	85
Potenzen und Prozente	90
Die wichtigste Rechnung und das viele Geld	95
Donald Knuths Zahlenmonster	97

Geheimnisvolle Zahlen

4 294 967 297	101
Die Sucht nach Primzahlen	107
Eine Zahl, die aus der Kälte kam	111
Geheimnisse schmieden und lüften	115
Große Primzahlen	120
Illusion und Wirklichkeit	124
Die absolut sichere Methode	126
Der Zufall verspricht Sicherheit	131
Normale Zahlen	133
Kreatives Durcheinanderwerfen	137

Denken mit Zahlen

Ken Jennings' und Brad Rutters Debakel	141
Die „Pascaline“, zur Unzeit konstruiert	144
Leibnizens Zahlen und Lovelaces Programme	149
Die elektrische Geburt der Zahlenmaschinen	154
Gelernters Skeptizismus und Turings Test	158

Der Anspruch auf Allwissenheit

Ein Gigant aus Göttingen	163
Kein „Ignorabimus“	166
Hilbert verbannt das geometrische Empfinden	170
Unendliche Dezimalzahlen	174
Ein Hotel voll Paradoxien	178
Ein unendliches Frage- und Antwortspiel	182
Hilberts Programm	185

Allmacht statt Allwissenheit

Der Mathematiker der Intuition	193
Eine Wissenschaft, auf Sand gebaut	196
Der größte Logiker des Jahrhunderts	199
Gespenster in Princeton	203
Die Ortung der Unendlichkeit	207

<i>Anmerkungen</i>	211
--------------------------	-----

Vorwort

Nichts ist kälter als die Zahl.

Wobei „kalt“ im Sinne von unpersönlich, gefühllos, unerbittlich verstanden wird. Und in der Tat: Wenn jemand im hitzigen Disput „Zahlen auf den Tisch legt“, verstummen die Gegner. An den Zahlen gibt es nichts zu rütteln. Sie stehen für Endgültiges. Das mit Zahlen Versiegelte ist unumstößlich und unwiderruflich.

Während Heraklit den Wandel der Welt im Feuer, in der wärmenden Flamme verwirklicht sah, tritt ihm kühl Parmenides von Elea entgegen, der mit glasklarer Logik verkündet: Es kann kein Entstehen und kein Vergehen geben: Wie kann etwas aus nichts hervorgehen? Wie kann etwas, das existiert, plötzlich nicht mehr sein? Der Wandel, so Parmenides, ist nur Illusion. Seine Botschaft verheißt Bestand und damit Sicherheit. Null bleibt ewig null, eins bleibt ewig eins, und beide bleiben ewig voneinander verschieden. Nicht umsonst fordert der durch die eleatische Schule geprägte Platon von allen, die seine Akademie betreten, von allen, die er zu den künftigen Herrschern der Welt, zu den Philosophenkönigen heranzuziehen verspricht, mathematisches Wissen.

Wer die entscheidenden Zahlen kennt, gar mit ihnen zu manipulieren versteht, hat das letzte, das alles bestimmende Wort. Jenes Wort, das in den Augen aller anderen „zählt“. Es ist das Wort des Mächtigen. Und es ist ein kaltes Wort.

Doch Parmenides irrt.

Davon erzählt dieses Buch. Aus einer Legion von Geschichten über die vermeintliche Macht der Zahlen sind willkürlich einige wenige

Vorwort

herausgegriffen. Nicht auf die historische Überprüfbarkeit in allen Einzelheiten – se non è vero, è ben trovato – wurde Wert gelegt, sondern auf die Botschaft, die mit den Erzählungen verbunden ist: Zahlen sind nicht einfach da. Zahlen sind erfunden worden, um Ordnung und Übersicht schaffen zu können. Zahlen haben uns zu dienen, nicht zu beherrschen. Zahlen sind nicht das Fundament des Daseins, denn dieses ist sicher nicht „kalt“. Aber verbindliche Markierungen zu seinem besseren Verständnis sind Zahlen sehr wohl.

Geschichten über Zahlen zu erzählen, Mathematik als eminente kulturelle Errungenschaft einer breiten Öffentlichkeit vorzustellen, ist seit mehr als zehn Jahren das Ziel von „math.space“, angesiedelt im Wiener Museumsquartier, unterstützt von den österreichischen Ministerien für Unterricht, Wissenschaft, Technologie und Finanzen und organisiert von meiner Frau Bianca, in dem in mehreren hundert Veranstaltungen pro Jahr die vielseitigsten Bezüge der mathematischen Zahlenwelt zur Wirklichkeit vor Augen geführt werden. Manches, wenn auch nicht alles von dem, was in diesem Buch berichtet wird, ist im „math.space“ angedeutet, teilweise nur skizziert worden. Schon allein darum, aber auch weil sie mir in allen Phasen meines Lebens unermüdlich und verlässlich zur Seite steht, will ich meiner Frau an dieser Stelle von ganzem Herzen danken. Unsere Tochter Laura lehrte mich durch ihre Fragen, dass jede tiefe Erkenntnis eine zwingende und zugleich einleuchtende Erklärung hat, und unser Sohn Alexander hat mein Manuskript genau gelesen, mich auf peinliche Fehler aufmerksam gemacht und mir mit Zuspruch, aber auch mit Kritik sehr geholfen.

Gedankt sei auch dem Verlag Hanser, ein besonderes merci cordialement Herrn Christian Koth, für das uneingeschränkte Vertrauen in mich als Autor, für die wunderbare Zusammenarbeit, für die schöne Ausstattung des Buches, das, wie ich hoffe, allen Leserinnen und Lesern die Scheu vor den kalten Zahlen nimmt. Denn die Geschichten, die um sie herum gesponnen werden, lassen ihre Frostigkeit vergessen.

Erst die Null macht Zahlen groß

Das Geheimnis des vierten Jahres

Es war der Stich einer Mücke, der Tutanchamun das Leben raubte. Sie übertrug ihm, dem Pharaon, dem Herrscher über Ägypten, die Malaria, eine mit hohem Fieber verbundene Krankheit, an der Menschen mit schwacher Gesundheit sterben können. Und Tutanchamun war sehr schwach. Schon von Geburt an hatte er kaputte Knochen, nur mit Krücken konnte er gehen, seine Wirbelsäule war verkrümmt. Der Malaria-Erreger hatte bei dem gebrechlichen jungen Mann, der bereits als neunjähriges Kind Pharaon wurde und danach nur zehn Jahre regierte, ein leichtes Spiel.

Als 1922 der englische Altertumsforscher Howard Carter und sein Team das Grab des Bedauernswerten fanden, waren sie begeistert: Es war nicht so verwüstet wie die zuvor entdeckten Gräber der Pharaonen. Bei denen hatten sich schon vor Jahrtausenden Grabräuber der in ihnen gelagerten Schätze bemächtigt. Auch aus dem Grab des Tutanchamun wollten Räuber das viele Gold und den wertvollen Schmuck entwenden. Aber sie wurden offenbar bei ihrem Vorhaben gestört, ließen die Beute zurück und flüchteten. Und so fand Carter das Innere

Erst die Null macht Zahlen groß

des Grabes fast unversehrt vor. Im Licht der Fackeln und Lampen strahlte in der düsteren Gruft das viele Gold, das 3244 Jahre lang – so viel Zeit war seit des Pharaos Tod vergangen – im Dunkel seiner Entdeckung geharrt hatte.

Was veranlasste die Ägypter, ihrem Herrscher, der in Wahrheit nur ein gebrechliches Menschenkind gewesen war, solche Verehrung entgegenzubringen? Eine Verehrung, die über seinen allzu frühen Tod hinausreichte, so dass sie seine letzte Ruhestätte mit wertvollen Schätzen, mit reichen Grabbeigaben, mit Prunk und Zier ausstatteten? Die meisten der Ägypter haben ihren Pharaos nie gesehen. Sie schufteten als Bauern und Handwerker an den Ufern des Nils, jenes gewaltigen Flusses, der die ägyptische Wüste bis hin zum Mittelmeer durchzieht und der den Menschen das Leben in der sonst unwirtlichen Gegend ermöglicht. Der Nil spendet ihnen das dringend nötige Wasser, vor allem aber überflutet er immer wieder das Land. Bei diesen Überschwemmungen bringt er von seinem Oberlauf im fernen Süden fruchtbare Erde mit. Sie setzt sich, wenn der Nil wieder in sein Flussbett zurückfindet, am Ackerboden ab und bildet so den Dünger für überreiche Getreideernten. Der Pharaos war für die Bauern und Handwerker ein fernes, ein mächtiges Wesen. Sie hörten wundersame Geschichten von diesem geheimnisvollen König, der – so wurde geraunt – ein Sohn der Götter selbst sein sollte, vom Himmel herabgekommen, um über Ägypten zu herrschen. Er sei Gebieter über die Welt, so wurde dem einfachen Volk weisgemacht. Er beföhle den Fluten des Nils zu kommen und zu gehen.

Und selbst die ganz wenigen, die den Pharaos wirklich zu Gesicht bekamen, werden ihn nur an besonders heiligen Tagen erblickt haben. Angetan mit wertvollstem Geschmeide, goldenen Gewändern, die seinen von Leiden geschlagenen Körper verhüllten, wenn er, das Henkelkreuz, das Zeichen des Lebens, wie ein Szepter in der Hand haltend vom Thron aus feierlich verkündete: Nun kämen wieder die Tage, dass

der Nil über seine Ufer tritt, das trockene Land befruchtet, Nahrung und Leben schenkt. Nur eine Handvoll Auserlesener wird es gewesen sein, die wirklich um des Pharaos Zustand als kranker und wohl auch schwacher Mensch gewusst haben. Aber diese Kenntnis durfte nicht nach außen dringen, keiner außerhalb des innersten Beraterkreises durfte wissen, dass der Pharaos weder stark noch göttlicher Herkunft war. Denn dann wäre der Glaube der Ägypter an dessen Herrergewalt zerstört, das ganze riesige Reich vom Zerfall bedroht gewesen. Einer musste ja, so waren die Berater des Pharaos überzeugt, die Oberherrschaft über die Arbeit der Bevölkerung haben, einer musste ihnen befehlen, wann zu säen und wann zu ernten sei. Und dieser eine war der Pharaos, der Sohn seines Vaters und der Nachfahr seiner Ahnen, die auch schon Pharaonen gewesen waren, egal um was für eine kümmerliche Gestalt es sich bei ihm handelte.

Auch wusste Tutanchamun nicht selbst, wann der Nil mit dem fruchtbaren Schwemmland über seine Ufer treten würde. Seine Berater teilten ihm dieses Wissen mit. Sie waren die eigentlichen Herrscher des Landes, verbargen sich aber hinter der Figur des Pharaos. So hielten es die Berater in jahrtausendealter Tradition – und sie taten es nicht allein aus Respekt vor dem Herrscherhaus, sondern auch, weil sie es wollten: So konnten sie sich von den mühseligen Pflichten fernhalten, die ein Pharaos auf sich nehmen musste: Könige und Gesandte anderer Länder empfangen, wenn nötig an der Spitze seines Heeres Feldzüge unternehmen und Kriege führen, bei den hohen Festtagen in den schweren Gewändern stundenlang bei Zeremonien zu Ehren der Götter mit ernsthafter Miene Würde zeigen. Die Berater hatten ein angenehmes, ruhiges, unbeschwertes Leben im Schatten des ruhmreichen Pharaos.

Ein solch schönes Leben konnten sie sich leisten, weil sie wussten, wie man den Zeitpunkt des Nilhochwassers berechnen konnte. Sie beobachteten die Sterne, die über der Wüste Ägyptens Nacht für Nacht

Erst die Null macht Zahlen groß

glanzvoll strahlten. Und sie stellten fest, dass immer nach dem Erscheinen eines besonders hellen Sterns knapp vor Sonnenaufgang, des Sirius im Sternbild der Hunde, der Nil über die Ufer trat. Diese besondere Zeit des Jahres hieß Hundstage, ein Name, der sich bis in die Gegenwart erhalten hat. Vor allem aber verstanden die Berater des Pharaos etwas, das sonst niemand in Ägypten beherrschte:

Sie konnten zählen.

Nicht nur bis acht oder bis zwölf, das werden die Bauern auch gekonnt haben, sondern weit über hundert, zweihundert, dreihundert hinaus. Dies verstanden damals sicher nur ganz wenige Menschen. Denn fast niemand konnte schreiben, und große Zahlen wie 365 oder 1460 hat man nur dann im Griff, wenn man sie aufzuschreiben versteht.

Tatsächlich waren zuerst diese beiden die entscheidenden Zahlen, die den Beratern des Pharaos zu ihrer Macht verhalfen.

Die Bedeutung der Zahl 365 liegt auf der Hand: Die Priester und Schriftgelehrten Ägyptens wussten, dass es fast genau 365 Tage von einem heliakischen Aufgang des Sirius bis zum nächsten dauert. So viele Tage umfasst daher das ägyptische Jahr. Die Berater hatten ihre Beobachtungen des Himmels über die Jahrzehnte allerdings sehr sorgfältig vollzogen und ein noch tieferes Geheimnis gelüftet: Schleichend verzögert sich der Aufgang des Sirius so, dass er sich gleichsam jedes vierte Jahr um einen Tag verspätet. Dieses zusätzliche Wissen behielten sie für sich, die Dauer des ägyptischen Jahres teilten sie freizügig dem ganzen Volke mit. Um es den Zahlenunkundigen beibringen zu können, unterteilten sie das Jahr in zwölf Monate und jeden Monat in drei Dekaden, wobei eine Dekade aus zehn Tagen besteht. Somit bestanden alle Monate aus 30 Tagen. Die Gesamtheit der zwölf Monate umfasst 360 Tage. Und wenn die zwölf Monate vorüber waren, fügten die Ägypter zum Jahresabschluss fünf feierliche Zusatztage ein. So gelangten sie zu den 365 Tagen des ägyptischen Jahres¹.

Die genaue Kenntnis darüber, wann der Sirius aufgeht, behielten die Berater für sich: Jedes vierte Jahr war es ein anderer Tag, an dem verkündet wurde, dass der Sirius das Kommen des Nils anzeigt. Den Bauern war das ein Rätsel, den Beratern hingegen nicht. Sie wussten: Nach vier Jahren ereignet sich der Aufgang des Sirius um einen Tag später. Nach zehn mal vier Jahren, also nach 40 Jahren, daher schon um eine Dekade später. Nach 30 mal vier Jahren, also nach 120 Jahren, somit um einen Monat später. Und wenn vier mal 365 Jahre vergangen sind, das sind 1460 Jahre, dann ist der große Zyklus zu Ende: jener von den Priestern nach der Göttin Sothis benannte Zyklus, an dem jeder Tag des Jahres an jeweils vier aufeinanderfolgenden Jahren als Tag des Aufgangs des Sirius gefeiert wurde. Doch niemand, außer den Gebildeten der Schriftgelehrten, konnte mit einer so großen Zahl wie 1460 verfahren.

Und die Schriftgelehrten waren darauf bedacht, dass es so für immer bleiben möge. Also ließen die Zahlenkundigen das Volk im Glauben, der Pharaos erführe immer aufs Neue von den Göttern den genauen Zeitpunkt der Anschwellung des Nils. Selbst als im Jahr 237 v. Chr. – drei Generationen, nachdem Alexander der Große mit seinem griechischen Heer Ägypten erobert hatte, die nach ihm benannte Stadt Alexandria mit ihrer weltberühmten Bibliothek gegründet war und mehr Menschen als je zuvor zu lesen, zu schreiben und zu rechnen verstanden – der Pharaos Ptolemäus III., auch er ein hochgebildeter Grieche, jedes vierte Jahr einen Schalttag einführen wollte, wehrte sich die Priesterschaft Ägyptens energisch dagegen. Sie setzte nach des Ptolemäus Tod sein Dekret wieder außer Kraft. Denn dann wäre der Nil immer an den gleichen Tagen des Jahres über die Ufer getreten, die Bevölkerung hätte die Weissagungen des Pharaos nicht mehr gebraucht, die Schriftgelehrten hätten ihren Einfluss verloren.

Große Zahlen bedeuten große Macht.

Die mächtigen Zahlen des Drachen Tiamat

Blickten in Ägypten die Zahlenkundigen auf den Sirius, so verfolgten die Astronomen des Zweistromlandes, der Wüstengegend, durch die Euphrat und Tigris als lebenspendende Ströme fließen, den Lauf der beiden auffälligsten Gestirne des Himmelszelt: der Sonne und des Mondes. Beide gehen in östlicher Richtung auf, erreichen im Süden ihren höchsten Punkt über dem Horizont und gehen in westlicher Richtung unter. Wir wissen heute, dass diese scheinbare Bewegung durch die Drehung der Erde vom Westen zum Osten um ihre eigene Achse entsteht. Auch das ganze Himmelsgewölbe führt innerhalb von 24 Stunden diese scheinbare Drehbewegung von Osten nach Westen durch.

Allerdings bleiben Sonne und Mond nicht an ihrem Ort am Himmelszelt verankert, sondern durchlaufen entlang der Himmelskugel nahe beieinanderliegende Kreise, welche die Sonne beziehungsweise den Mond entlang der zwölf Sternzeichen Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann und Fische führen. Der Kreis auf der Himmelskugel, den die Sonne durchzieht, heißt Ekliptik. Das Wort stammt vom griechischen *ekleipein* und bedeutet „verschwinden“. Warum dieser eigenartige Name gewählt wurde, werden wir bald verstehen. Ziemlich genau 365 Tage und einen Vierteltag benötigt die Sonne, um die Ekliptik zu durchlaufen. Wenn ein Astronom des alten Babylon den Stand der Sonne anvisierte und genau zwölf Stunden später entlang dieser Visierlinie auf das Sternenzelt blickte, wusste er, welches der zwölf Sternzeichen der Sonne genau gegenübersteht.

Unser modernes heliozentrisches Weltbild lehrt, dass nicht die Sonne entlang der Ekliptik läuft, sondern dass sich die Erde im Laufe eines Jahres einmal um die Sonne bewegt. Es sind die verschiedenen Positionen entlang der Erdbahn, die bewirken, dass sich die Sonne entlang der Ekliptik scheinbar vor die Sternzeichen stellt.

Der Mond hingegen umrundet tatsächlich die Erde, und seine Bahn entlang des Sternenzeltes ist ebenfalls eine geschlossene Kreislinie, die er sehr schnell, nämlich innerhalb von 27 Tagen und knapp acht Stunden, einem sogenannten siderischen Monat, durchläuft. Weil aber in dieser Zeitspanne auch die Sonne scheinbar entlang der Ekliptik weitergewandert ist, wird der Mond nach diesem siderischen Monat nicht im gleichen Winkel von der Sonne beleuchtet. Um gegenüber der Sonne wieder die gleiche Position einzunehmen, braucht der Mond ein wenig länger, nämlich den sogenannten synodischen Monat, der ziemlich genau 29 Tage und zwölf Stunden dauert. Nach einem synodischen Monat sieht man den Mond wieder in der gleichen Phase. Die Monate, welche die Astronomen des Zweistromlandes zur Einteilung der Zeit definierten, richteten sich nach diesen Mondphasen: Sie dauerten abwechselnd 29 und 30 Tage. Immer bei Vollmond feierte das Volk des Zweistromlandes seine Götter und pilgerte zu den Tempeln. Man machte sich nicht während des glühend heißen Tages auf den mühsamen Weg, sondern in der angenehm kühlen Nacht. Und um sich nicht zu verlaufen, benötigte man das Licht des Mondes. Auch der jüdische Festkreis ist auf den Vollmond ausgerichtet: Pessach, das Fest, bei dem der Befreiung aus dem ägyptischen Joch gedacht wird, wird am Vollmond des ersten Frühlingsmonats Nissan gefeiert. Und das Osterfest, das sich am jüdischen Pessach orientiert, ist auf den Sonntag danach festgesetzt.

Der Kreis, den der Mond auf dem Himmelszelt durchläuft, führt auch durch die zwölf Sternzeichen des Tierkreises. Er stimmt aber nur fast, nicht genau mit der Ekliptik überein. Fiele die Mondbahn präzise mit der Ekliptik zusammen, erblickten wir bei jedem Neumond eine Sonnenfinsternis, weil sich der Mond, dessen von der Erde abgewandte Seite bei Neumond von der Sonne beschienen wird, direkt vor die Sonne schöbe und sie verdeckte. Und wir erblickten bei jedem Vollmond eine Mondfinsternis, weil zu diesem Zeitpunkt die Erde genau

Erst die Null macht Zahlen groß

in den Strahl von der Sonne zum Mond träte und ihren Schatten auf den Mond würfe. Weil jedoch die Mondbahn zur Ekliptik in einem Winkel von rund fünf Grad geneigt ist, kommt es bei Neumond nur selten zu einer Sonnenfinsternis und bei Vollmond nur selten zu einer Mondfinsternis.

All dies war den babylonischen Gelehrten bekannt – das Volk selbst wusste davon nichts.

Mit großer Präzision vermaßen die Astronomen die Bahn des Mondes von ihren Zikkuraten aus, den gestuften Tempeltürmen, die sie nicht nur über den Dunst der Stadt, sondern auch über das gemeine Volk erhoben. Zur einen Hälfte liegt die Mondbahn über der Ekliptik, zur anderen Hälfte liegt sie unter ihr. An zwei diametral gegenüberliegenden Stellen auf der Himmelskugel schneidet die Mondbahn die Ekliptik. Diese zwei Punkte auf der Ekliptik heißen die Knoten der Mondbahn. Die babylonischen Gelehrten nannten sie den „Drachenkopf“ und den „Drachenschwanz“.

Denn, so erzählten die Gelehrten ihren staunenden Zuhörern, auf dem Himmelszelt haust der geheimnisvolle Drache Tiamat. Wo sein Kopf lauert, beginnt die Mondbahn sich über die Ekliptik zu heben. Wo auf der Gegenseite der Himmelskuppel sein Schwanz ist, stößt die Mondbahn wieder auf die Ekliptik und sinkt unter sie. Und manchmal, zu einer Zeit, die nur die Götter kennen, verschlingt der Drache mit seinem Kopf die Sonne. Oder der Drache schnürt mit seinem Schwanz die Sonne ein.

Angsterfüllt fragten die Zuhörer die gelehrten Priester: „Was geschieht, wenn der Drache mit seinem Maul die Sonne verschlingt, wenn sein Schwanz die Sonne erdrückt?“

„Die Sonne verschwindet, Finsternis bedroht uns“, antworteten die Priester.

„Und wann wird dies geschehen?“

„Wir müssen die Götter befragen, vielleicht geben sie uns die Ant-

wort. Und wenn Ihr ihnen ein gefälliges Opfer darbietet, werden die Götter den Drachen bezwingen, so dass er die Sonne wieder freilässt und sie weiter auf uns scheinen kann.“

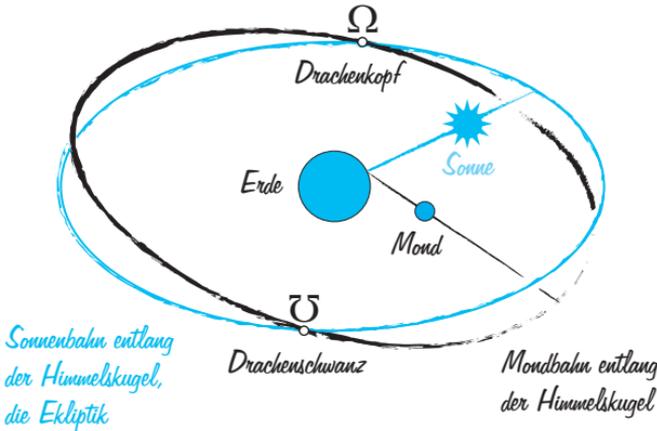


Abb. 1: Von der Erde aus gesehen scheint die Sonne während des Jahres eine durch die Tierkreiszeichen führende Bahn entlang der Himmelskugel zu ziehen, welche die Ekliptik heißt. Die scheinbare Mondbahn entlang der Himmelskugel ist zur Ekliptik ungefähr 5 Grad geneigt und wird vom Mond in einem (siderischen) Monat durchlaufen. Die Schnittpunkte der scheinbaren Mondbahn mit der Ekliptik heißen die Mondknoten Drachenkopf und Drachenschwanz. Nur wenn Sonne und Mond auf der Geraden vom Drachenschwanz zum Drachenkopf liegen, ereignen sich Finsternisse: Sind dabei Sonne und Mond auf gegenüberliegenden Seiten der Erde, erlebt man eine Mondfinsternis. Sind hingegen Sonne und Mond vor der Erde auf dem Sehstrahl des Beobachters zum Mondknoten, erlebt der Beobachter eine Sonnenfinsternis.

Aber statt die Götter zu befragen, beobachteten die Gelehrten mit ihren Visiergeräten haargenau den Mond: Präzise maßen sie die Zeitspannen, die der Mond auf seiner Himmelsbahn benötigt, um vom Drachenkopf zum Drachenschwanz und vom Drachenschwanz wieder zurück zum Drachenkopf zu gelangen. Ein voller Durchlauf ist ein klein

Erst die Null macht Zahlen groß

wenig kürzer als der siderische Monat. Lange Listen dieser Zeitspannen dürften die Gelehrten angelegt haben. Denn sie verrieten ihnen, was sie dem Volk als Botschaft der Götter verkündeten: Nur wenn sich der Mond in einem der beiden Knotenpunkte befindet, kann sich eine Finsternis ereignen. Doch zugleich muss entweder Vollmond oder aber Neumond herrschen. Dafür ist die Zeitspanne von einem Vollmond zum nächsten maßgeblich, der den Astronomen Babylons wohlbekannte synodische Monat. Mit diesem Wissen konnten die Gelehrten Babylons Sonnenfinsternisse vorausberechnen: Sie finden nur dann statt, wenn sich der Neumond im Drachenkopf oder im Drachenschwanz befindet. Sie können zuweilen sehr lange auf sich warten lassen. Von einer totalen oder ringförmigen Sonnenfinsternis bis zur nächsten über einem bestimmten Ort der Erde muss man im Schnitt 140 Jahre ausharren. So selten dieses Ereignis ist, so faszinierend ist es – und für Menschen, die es sich nicht erklären können, erschreckend.

Am 4. Juli 587 v. Chr. herrschte Vollmond, und zusammen mit vielen anderen beobachtete der griechische Philosoph Thales von Milet in dieser Nacht eine Mondfinsternis. Irgendwie ist es Thales gelungen, den babylonischen Gelehrten das Zahlengeheimnis des Drachen Tiamat zu entlocken: 23 Monate und einen halben Monat später, so verrieten sie ihm, werde der Neumond, nachdem er bereits fünf- undzwanzig Mal durch den Drachenkopf und fünfundzwanzig Mal durch den Drachenschwanz gelaufen sein wird, sich zusammen mit der Sonne im gegenüberliegenden Mondknoten befinden und dort eine Sonnenfinsternis hervorrufen. Jetzt brauchte Thales nur mehr zu rechnen: $23\frac{1}{2}$ synodische Monate sind 693 Tage, um 37 Tage weniger als zwei Jahre. Folglich wird die Sonnenfinsternis 37 Tage vor dem 4. Juli 585 v. Chr., also 33 Tage vor dem 30. Juni 585 v. Chr., folglich am 28. Mai 585 v. Chr. stattfinden.

Man stelle sich vor: Ein babylonischer Priester spricht zu seinem Volk und sagt:

„Morgen wird der Drache Tiamat die hell leuchtende Sonne mit seinem Maul verschlingen. Schwärze wird sie umhüllen, der Himmel sich verfinstern, Dämmerung einbrechen, Düsternis herrschen. Aber wir haben zu den Göttern gebetet. Die Götter werden dem Drachen gebieten, die Sonne wieder freizulassen. Preist die Götter und bringt in den Tempeln Eure Opfer dar!“

Am nächsten Tag geht kein Bürger Babylons in Ruhe seiner Arbeit nach, alle starren gebannt in den Himmel. Und wirklich: Die Sonne verfinstert sich, wie es der Priester verkündete, und nach Minuten der Düsternis tritt sie wieder aus dem unheimlichen Schatten hervor. Für sein weiteres Dasein und das Dasein seiner Kinder und Kindeskinde hat der Priester mit der Erfüllung seiner Prophezeiung ausgesorgt. Keiner der Babylonier würde es wagen, an seiner Autorität zu zweifeln.

In Wahrheit steckt hinter seiner Vorhersagekraft nichts anderes als Rechenfertigkeit mit großen Zahlen.

Der Legende nach soll Thales tatsächlich die Sonnenfinsternis des 28. Mai 585 v. Chr. vorhergesagt haben. Aber er beförderte nicht mehr wie die Gelehrten Babylons den Aberglauben, sondern bekundete erstmals, dass er sein Wissen dem Vermögen verdankte, mit großen Zahlen rechnen zu können. Es sind nüchterne Zahlen, die sich hinter der magischen Geschichte des Drachen Tiamat verbergen. Allerdings so große Zahlen, dass sie dem lese- und rechenunkundigen Volk unverstänlich blieben.

Zahl und Schrift

Mit Zahlen umgehen zu können, war in alter Zeit das Tor zu einem reichen und sorgenfreien Leben. Ägyptische Vermessungsbeamte hatten bereits einen wichtigen Schritt zu diesem Ziel getan: Sie konnten mit Zahlen hantieren, die über ein Dutzend hinausgingen und bei



Rudolf Taschner

Die Zahl, die aus der Kälte kam

Wenn Mathematik zum Abenteuer wird

Taschenbuch, Broschur, 256 Seiten, 12,5 x 18,7 cm

11 s/w Abbildungen

ISBN: 978-3-442-15824-9

Goldmann

Erscheinungstermin: Januar 2015

Wenn Rudolf Taschner in die Geheimnisse der Zahlen einweicht, wird Mathematik zum Abenteuer. Von den alten Pharaonen bis zu „denkenden“ Computern: Taschner zeigt, dass die Mathematik im Zentrum unseres Lebens steht. Und er beweist: Wer die Zahlen seine Freunde nennt, der kann fast alles schaffen.