

INHALT



Die ALTEN Kulturen



Die Erde heute	10	Warum Pi?	30
Monde und Monate	14	Römische Baukunst	32
Die Jahreszeiten	16	Kunstvolle Aquädukte	34
Rechte Winkel	18	Körpermaße	36
Landvermessung	20	Nacht und Tag	38
Die alten Griechen	22	Baue eine Sonnenuhr/Sternuhr	40
Die Erde ist rund	26	Wiegen	42
Vermessung der Erde	28		



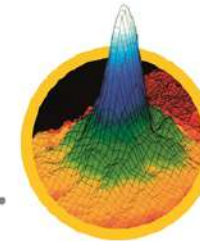
Zeitalter der ENTDECKUNGEN



Wer dreht sich um wen?	46
Galileo Galilei	48
Die Schwerkraft	50
Wo bin ich?	52
Die Seefahrt	54
Meridiane	56
Landkarten	58



MODERNE Messungen



Heiß und kalt	62	Riesig	82
Energie messen	64	Winzig	84
Elektrizität	66	Ungewöhnliche Maße	86
Das Licht	68	Die SI-Einheiten	90
Lichtgeschwindigkeit	70	Lösungen/Dank/Register	92
Unter Druck	72		
Hört mich jemand?	74		
Musik ist Trumpf	76		
Moderne Zeiten	78		
Katastrophe!	80		



Vermessung der Erde

Die Griechen wussten, ebenso wie die Phönizier vor ihnen, dass die Erde rund ist. Ein genialer Grieche ging noch einen Schritt weiter: **Er berechnete ihre Größe**, und zwar erstaunlich genau!

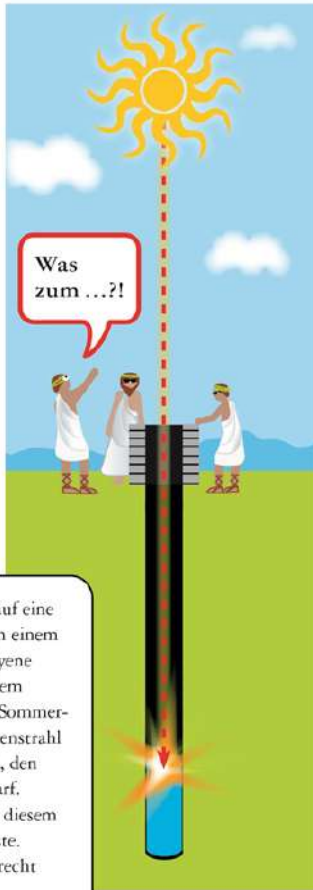


Einer der klügsten

Mathematiker im alten Griechenland war **Eratosthenes**. Er lebte in der ägyptischen Stadt Alexandria, die im Jahr 240 v. Chr. die Hauptstadt des griechischen Reiches war. Er war ein brillanter Verfasser von Büchern und ein großer Lehrer und leitete die berühmte Bibliothek von Alexandria, in der das wertvolle Wissen der Griechen in Form von Schriftrollen aufbewahrt wurde.



Eines Tages stieß Eratosthenes auf eine Geschichte, die ihn faszinierte. Er las von einem ungewöhnlichen Brunnen in der Stadt Syene (heute Assuan) im Süden Ägyptens, in dem nur einmal im Jahr – genau am Tag der Sommersonnenwende zur Mittagszeit – ein Sonnenstrahl bis zum Wasserspiegel hinuntergelangte, den das Wasser dann hell glitzernd zurückwarf. Eratosthenes erkannte, dass die Sonne in diesem Augenblick genau im Zenit stehen musste. Ihre Strahlen trafen die Erde genau senkrecht und warfen praktisch keine Schatten.



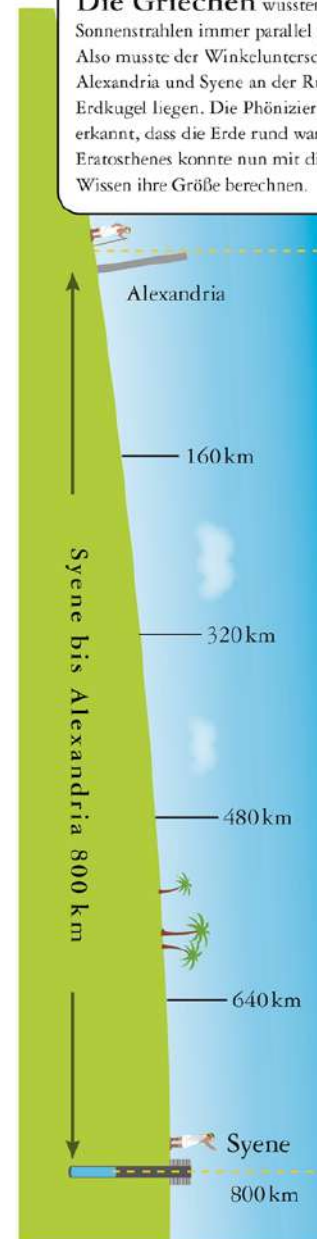
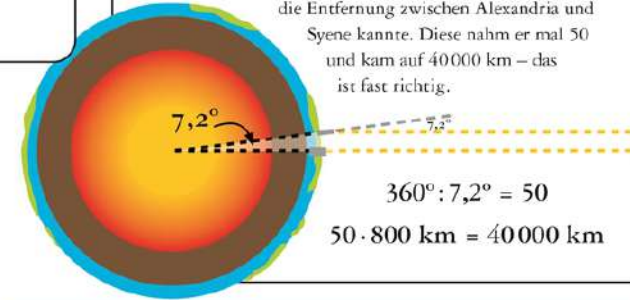
Im sehr viel

weiter nördlich gelegenen Alexandria geschah das nie. Hier fiel das Sonnenlicht auch am Tag der Sommersonnenwende in einem leichten Winkel auf den Boden und warf somit kurze Schatten. Eratosthenes wählte eine hohe Säule aus und maß ihre Höhe und ihren Schatten. Mithilfe eines Dreiecks errechnete er den Winkel des Sonnenlichts. Er wich um $7,2^\circ$ von der Senkrechten ab.



Die Griechen wussten, dass Sonnenstrahlen immer parallel verlaufen. Also musste der Winkelunterschied zwischen Alexandria und Syene an der Rundung der Erdkugel liegen. Die Phönizier hatten bereits erkannt, dass die Erde rund war, doch Eratosthenes konnte nun mit diesem Wissen ihre Größe berechnen.

Er stellte sich zwei gerade Linien vor, die durch den Brunnen und die Säule bis zum Mittelpunkt der Erde drangen und dort zusammentrafen. Diese Linien mussten auch im Winkel von $7,2^\circ$ zusammentreffen. Da $7,2^\circ$ ein Fünfzigstel eines Kreises ist, konnte Eratosthenes den Umfang der Erdkugel berechnen, wenn er die Entfernung zwischen Alexandria und Syene kannte. Diese nahm er mal 50 und kam auf 40000 km – das ist fast richtig.



Nach seiner Entdeckung zeichnete Eratosthenes eine neue Landkarte der Erde, in die er sogar Längengrade einsetzte, die er genial berechnete: Er verglich einfach die Tageslänge der Sommer- und Wintersonnenwende. Leider nahm ihn niemand ernst, weil die Menschen sich nicht vorstellen konnten, dass die Erde so groß war. Eratosthenes behauptete, es müsse riesige unentdeckte Kontinente und Ozeane geben, aber das konnten die Leute nicht glauben. Außerdem sagte er, dass die Ozeane größer seien als die Landflächen und dass sie alle miteinander verbunden seien – auch damit hatte er vollkommen recht.



Eratosthenes erhielt nie die verdiente Anerkennung. Im Alter von etwa 80 Jahren hörte er einfach auf zu essen und starb blind und unglücklich. Erst 1700 Jahre später fanden die Menschen heraus, dass er recht gehabt hatte. Bis dahin waren unzählige Seefahrer ums Leben gekommen, weil ihre Karten die Größe der Erde völlig falsch wiedergaben.



Körpermaße

Der menschliche Körper war das erste Messinstrument der Welt. Vor der Erfindung von Meterstäben oder anderen Geräten verglichen die Menschen die Größe der Dinge einfach mit ihrem Körper. Manche Körperteile werden heute noch als Maßeinheiten verwendet.

Die Menschen haben schon immer die Finger zum Zählen und die Hände, Arme und Beine zum Messen verwendet. Die größte Einheit war die Körpergröße, die kleinste eine Haaresbreite.

DAS YARD Der englische König Edward I. führte den Abstand von seiner Nasenspitze bis zu den ausgestreckten Fingern als „Yard“ (91,44 cm, etwa eine Armlänge) ein. Inzwischen wird jedoch in Großbritannien, ebenso wie schon lange im übrigen Europa, meist in Metern gemessen.



1 Yard

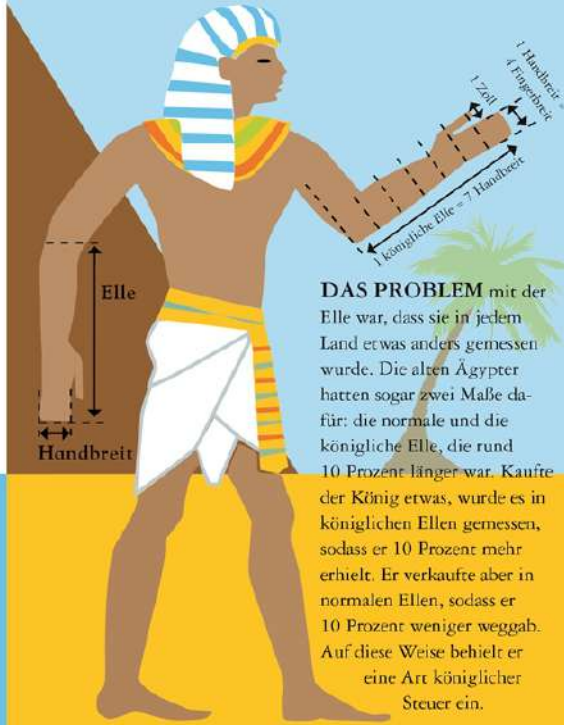
DER FADEN Matrosen streckten Seile zwischen beiden Händen aus, um sie abzumessen, und nannten diesen Abstand einen „Faden“. Sie befestigten ein Gewicht an einem Seil mit Knoten im Abstand von je einem Faden, um die Tiefe seichtere Gewässer zu messen, damit ihr Schiff nicht auf Grund lief.



1 Faden



DIE ELLE ist ein uraltes Längenmaß. Sie entspricht der Länge des Unterarms eines Mannes vom Ellbogen bis zu den Fingerspitzen, also 457 mm. Die Arche Noah war nach der Beschreibung in der Bibel 300 Ellen (137 m) lang und 30 Ellen (14 m) hoch. Tatsächlich wurde aber erst 1858 ein so großes Schiff gebaut.



DAS PROBLEM mit der Elle war, dass sie in jedem Land etwas anders gemessen wurde. Die alten Ägypter hatten sogar zwei Maße dafür: die normale und die königliche Elle, die rund 10 Prozent länger war. Kaufte der König etwas, wurde es in königlichen Ellen gemessen, sodass er 10 Prozent mehr erhielt. Er verkaufte aber in normalen Ellen, sodass er 10 Prozent weniger weggab. Auf diese Weise behielt er eine Art königlicher Steuer ein.



Leonardo da Vinci zeichnete 1490 die berühmte „Proportionsstudie nach Vitruv“, die von dem Architekten Vitruv und alten römischen Maßen inspiriert war. Ein nackter Mann mit ausgestreckten Armen und Beinen steht in einem Quadrat und einem Kreis. An ihm sind die Einheiten Elle, Fuß, Handbreit und Schritt in exakten Proportionen dargestellt.



Die Proportionsstudie nach Vitruv zeigt, dass die Armspanne eines Menschen (1 Faden) ungefähr der Körpergröße entspricht. Versuche es selbst: Markiere an der Wand deine Größe und prüfe, ob du deine Arme so weit strecken kannst.

DIE RÖMER maßen weite Entfernungen in Schritten. Ein Schritt, genannt *passus*, war etwa 1,6 m lang, was jedoch der Länge von zwei Schritten entspricht. Professionelle Schreiter zählten beim Messen der Entfernung zwischen zwei Städten nämlich immer nur den rechten oder linken Fuß. Tausend Schritte – *mille passuum* – wurden eine Meile genannt. Meilen gibt es heute noch im englischen Sprachraum, aber sie sind rund 129 m länger als die römische Meile.

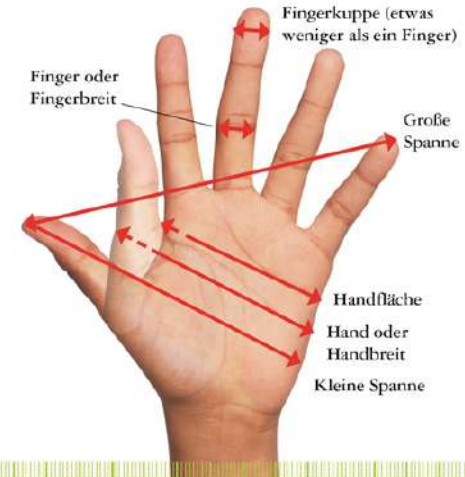
DCCLXVI, DCCLXVII, DCCLXVIII ... o Mist, schon wieder verzählt!

Soldaten marschieren oft im Viererfeld und zählen dabei: „Links, zwei, drei, vier...“



Die Römer nutzten auch den Fuß (*pes*). Der römische Fuß war ein Fünftel eines Schrittes und ein Sechstel der Körpergröße eines Mannes, also ungefähr 29,5 cm lang. Das ist länger als ein durchschnittlicher menschlicher Fuß. Vielleicht maßen die Römer ihre harten Ledersandalen mit.

FINGER UND DAUMEN sind bei jedem Menschen verschieden und keine zuverlässigen Maße. „Über den Daumen gepeilt“ bedeutet daher auch „ungefähr“. Die englische Einheit Zoll könnte anhand der Breite eines Daumens am mittleren Knöchel festgelegt worden sein. Viele Sprachen verwenden für Zoll und Daumen dasselbe Wort.



EIN HANDBREIT bezeichnet die Breite der Hand mit angelegtem Daumen. Mit diesem veralteten Maß wird heute noch die Schulterhöhe von Pferden in Großbritannien gemessen. Ein erwachsenes Tier mit einer Schulterhöhe unter 1,47 m ist ein Pony. Thumbelina, das kleinste Pony der Welt, maß nur 4 Handbreit.

Ist die folgende Behauptung richtig oder falsch:

„Die allermeisten Menschen haben mehr als die durchschnittliche Anzahl Beine.“

Die Lösung findest du auf Seite 92.