

Wie weit ist der Mond von der Erde entfernt?



Grafik: www.gladbad.de

Wie können wir uns eine **Vorstellung** davon machen,
wie weit der Mond entfernt ist?

Und **wie** können wir überhaupt wissen,
wie groß die Entfernung ist?

*Ein Geometrie-Experiment nach Martin Wagenschein
ausgearbeitet von Markus Wurster*

Vorwort

Kosmologische Zusammenhänge sind für viele Kinder interessant. Der Weltraum ist in den Medien faszinierend dargestellt. In der Montessoritradition wurden eine Reihe von Modellen entwickelt, die eine Vorstellung der Größenordnungen und Entfernungen ermöglichen, so z. B. das Planetenmodell und das Material zur Größe der Sonne. Modelle haben aber immer die Schwierigkeit, dass die astronomischen Maße nur hinsichtlich einer Dimension sinnvoll darstellbar sind, also entweder nach Größe oder Entfernung. Beides zusammen bringt unser Vorstellungsvermögen an eine Grenze.

Der Mond – unser Erdtrabant – „spielt“ in einer ganz eigenen Dimension; für kosmologische Darstellungen ist er viel zu nah an der Erde, für irdische Zusammenhänge viel zu weit weg. Er ist gut am Nachthimmel inmitten der Sterne zu sehen und unterscheidet sich doch um Größenordnungen von den Sternen. Er ist manchmal am Tag zu sehen – und erscheint dann gleich groß wie die Sonne. Man meint mit bloßem Auge ein „Mondgesicht“ erkennen zu können. Aber selbst ein Fernglas zeigt noch kaum ein Bild, als dass man die Mondtopographie erkennen könnte. Das alles macht es schwierig einzuschätzen – wie groß und wie weit entfernt ist der Mond? Die uns vertrauten grafischen Darstellungen führen in die Irre. Machen Sie die Probe: Stellen Sie einen Erdglobus und ein Mondmodell im geschätzten maßstabsgetreuen Abstand zueinander...

Wie weit ist der Mond von uns entfernt? Die Kilometerzahl steht in jedem Sachbuch oder findet sich mit wenigen Klicks im Netz: 384 000 km. „Aber schon die Frage: ‚Wie weit sind eigentlich 384 000 km?‘ macht Unbehagen“, kommentiert Hartmut von Hentig. „Wie soll man das sagen? 384 000 km – das sind 384 000 Mal ein Kilometer; ein Kilometer – das sind tausend Meter. Ärgerliche Frage! – hinter der die nötige Einsicht lauert: Wissen, zu dem es keinen Vergleich, keine Erfahrung, keine Anschauung gibt, bleibt leer. Und da öffnet Wagenschein einen anderen Weg: er fragt hier (wie überall) nach dem, was wir alle ja viel lieber wissen wollen als die 384 000 km, aber nicht zu fragen wagen: ‚Woher kann man so etwas – wie weit der Mond entfernt ist – *eigentlich wissen?*‘“¹

¹ Hartmut von Hentig, in: Martin Wagenschein, Verstehen lehren, Beltz, 1999, S. 7f.

Martin Wagenschein hat diese Frage konkret aufgegriffen und gleichzeitig zu einem pädagogischen Lehrstück gemacht.² „Er hat an die Stelle der komplizierten Verfahren, die die Wissenschaft eben um der größeren Genauigkeit willen entwickelt hat, und an die Stelle von buchstäblich abschließenden Ergebnissen ein einfaches Modell *für das Prinzip der Lösung* gesetzt – für ein Vorgehen, das unmittelbar einleuchtet, zur Weiterentwicklung geradezu verführt und obendrein Spaß macht.“³

Die vorgestellte Lösung steht in der Tradition der ersten Größenbestimmungen unseres Sonnensystems durch die antiken Mathematiker Aristarch und Eratosthenes, wiederholt eine historische Lösung des 18. Jahrhunderts und ist deshalb ein besonders schönes Beispiel für sokratisches, exemplarisches und genetisches Lernen.

Wagenschein stellte sich für sein Vorgehen Jugendliche ab 12 Jahren vor. In der Montessoriarbeit mache ich die Erfahrung, dass besonders interessierte Kinder auch früher, z. B. bereits im vierten Schuljahr dem handlungsorientierten Weg folgen können. Das Verfahren beinhaltet zwar Winkelangaben und setzt eine gewisse Präzision beim Arbeiten voraus. Aber „dass hierzu Trigonometrie gehört, ist reiner Aberglaube.“⁴ Das Faszinierende liegt im Erfassen des geometrischen Prinzips, nicht im Ergebnis einer Maßzahl.⁵

Kinder sehen schnell, wie die Modellmenschen (Deutschland/Kapstadt) den Mond „in die Zange bekommen“ können. Die Schwierigkeit, ein genaues Ergebnis zu erhalten, liegt in der Gegebenheit der Geometrie. „Jedes halbe Grad, um das man falsch zielt, jagt den Mond im Raum um Hunderte oder Tausende Kilometer umher. Das ist die Schule der Genauigkeit. Es kommt nicht darauf an, dass wir, mit logarithmischen und trigonometrischen Tafeln rechnend, an Formel-Automatismen hantierend, zusammen einen Wert herausbekommen, der sich ‚sehen lassen kann‘, sondern dass wir merken, wovon Genauigkeit abhängt... Erst wenn es eine jede Gruppe mehrmals zeichnet und dann den Mittelwert ihrer Ergebnisse vorlegt: Erst dann gibt er ein besseres Maß für die Sorgfalt der Arbeit, wenn man ihn vergleicht mit dem, den ‚die Gelehrten ausgerechnet haben‘.“⁶

² Die Erde unter den Sternen, München 1955; als Download verfügbar unter:

www.martin-wagenschein.de/Archiv/W-004.pdf

Die pädagogische Dimension der Physik, Braunschweig 1962, S. 250 ff.

Naturphänomene sehen und verstehen (Nr. 16). Genetische Lehrgänge, hrsg. von Hans Christoph Berg.

Der Mond und seine Bewegung; als Download verfügbar unter:

www.martin-wagenschein.de/Archiv/W-002/Mond.pdf

³ HvH, aaO.

⁴ Wagenschein, Verstehen lehren, aaO., S. 9.

⁵ Wer dennoch die trigonometrische Berechnung nachvollziehen möchte, sei auf die Darstellungen im Netz verwiesen, z. B.: www.leifiphysik.de/web_ph11/umwelt-technik/10entfernungen/mondentfernung.htm

⁶ Die pädag. Dimension der Physik, aao., S. 252.

Mein Vorschlag bleibt sehr eng an der Wagenscheinschen Vorlage. Meine Ausarbeitung betrifft im Grunde nur

- die kleinschrittige Gliederung
- die textliche Ausformulierung
- die Einbeziehung von Montessori-Materialien (Globen)
- die exemplarische Gestaltung von Papiermodellen
- die Idee mit Faden spannen
- die Einbettung in kulturgeschichtliche Zusammenhänge
- die Beigabe von ergänzenden Informationen (Infokarten)

Markus Wurster, 2005-2012

MarkusWurster@gmx.de

Ergänzung: Martin Wagenschein – Genetisches Lernen

Aus: Die Erfahrung des Erdballs (1967), Seite 2f:

Es genügt nicht, Sätze zu lehren („Die Erde läuft um die Sonne.“); es genügt auch nicht, sie zu veranschaulichen („So wie dieser Apfel um die Lampe“). – Und doch kommen wir meistens nicht weiter.

Wir müssen *verstehen* lehren. Das heißt nicht: es den Kindern nachweisen, so daß sie es zugeben müssen, ob sie es nun glauben oder nicht. Es heißt: sie einsehen lassen, wie die Menschheit auf den Gedanken kommen konnte (und *kann*), so etwas nachzuweisen, weil die Natur es ihr *anbot* (und weiter anbietet). Und wie es dann gelang und je neu gelingt. [...]

Wir erkennen das weniger aus Lehrbüchern als aus der Geschichte. Hier wieder nur selten aus einem Abriß der Geschichte der Astronomie oder der Physik. Mit Sicherheit aber aus den Aufzeichnungen der „alten“ Forscher selber (Kopernikus, Kepler, Galilei, Guericke, Descartes, Pascal, Newton) aus der Zeit, da die Naturwissenschaft in einem dramatischen Geschehen stand: Die „alten“ Forscher sind in Wahrheit die jungen, die frühen. Dort wird der Lehrer auf den Ton es ursprünglichen Entdeckens gestimmt, der ihm dann aus den Fragen der Kinder wieder entgegenkommt.

Einige Texte Martin Wagenscheins zum vorgestellten Themenkreis sind im Internet verfügbar. Wagenschein-Archiv: www.martin-wagenschein.de/Archiv/Bibliogr.htm

Darunter:

„Der Mond und seine Bewegung“: www.martin-wagenschein.de/Archiv/W-002/Mond.pdf

„Die Erfahrung des Erdballs“: www.martin-wagenschein.de/Archiv/W-010.pdf

„Die Erde unter den Sternen“: www.martin-wagenschein.de/Archiv/W-004.pdf

Arbeitsschritte / Dialog

1.

„Wie weit ist der Mond von der Erde entfernt?“

Es wäre ganz einfach in einem Buch oder im Internet nachzuschauen. Wir würden die Entfernung leicht herausfinden – soundso viel Kilometer...

Aber können wir uns auch eine **Vorstellung** davon machen, wie weit der Mond entfernt ist?

Und **wie** können wir überhaupt wissen, wie groß die Entfernung ist?

Nimm den Globus (Land/Erde) und den Mond.

Der Mond müsste im Verhältnis zum Globus etwa 4,5 cm Durchmesser haben.

(Eigenbau; Holzkugel mit Ständerchen – er wird auch beim Material

„Monatskette“ gebraucht.)

Stelle sie so auf, wie sie deiner Schätzung nach voneinander entfernt sind.

Auf dem Tisch oder auf dem Boden, je nach dem...

Wir können die wirkliche Entfernung ziemlich genau herausfinden. Hast du Lust dazu?

2.

Ein Maßband bis zum Mond haben wir nicht. Wir können also die Entfernung zum Mond nicht direkt abmessen. Wir müssen einen Umweg gehen...

Wenn der Mond sichtbar ist, können wir mit dem ausgestreckten Arm auf ihn deuten. Unser Arm steht in einem bestimmten Winkel zum Horizont. Dieser Winkel heißt „Höhenwinkel“.

Beispiele andeuten; Winkelzahlen rekapitulieren und schätzen

Diesen Winkel können wir messen. Dazu brauchen wir eine einfache Vorrichtung (Höhenmesser – siehe Anlage).

Unser Messgerät dient eher der Verdeutlichung des Prinzips...

In der Seefahrt und bei der Landvermessung verwendet man Winkelmesser, die sehr viel genauer messen. → Sextant → Quadrant

Evtl. einen Quadranten demonstrieren

3.

Auf dem Globus können wir das nachstellen:

Die braune Scheibe bildet den Horizont – das, was wir hier in „Meine Stadt“ von der Erde um uns herum sehen können.

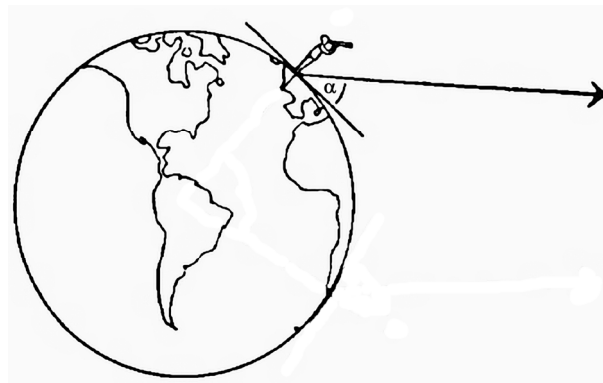
Braune Scheibe, Männchen (Pinn-Nadel) ins Loch stecken (Bohrung bei „Meine Stadt“).

Wenn wir zum Mond zeigen, entsteht ein Winkel zwischen der Bodenfläche und dem ausgestreckten Arm. Diesen Winkel kann man messen – jemand hat den Versuch gemacht und 62 Grad über dem südlichen Horizont gemessen.

Halbkreis mit Blickrichtung zum Mond in „Meine Stadt“ dazuhalten

4.

Skizze an Tafel oder Flipchart:



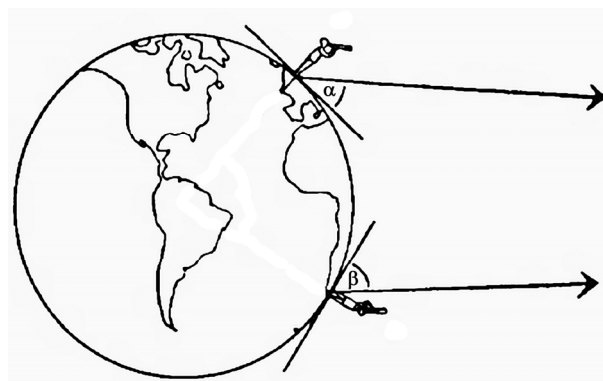
→ Mond

Jetzt brauchen wir aber Hilfe. Wir brauchen jemand, der möglichst weit entfernt von uns ist und ebenfalls seinen Blickwinkel zum Mond misst. Kapstadt in Südafrika wäre ideal. Das liegt sehr weit im Süden der Erdkugel und gleichzeitig fast auf dem gleichen Längengrad.

Zum Glück gibt es Telefone und wir könnten, wenn wir wollten, dort direkt jemanden fragen.

Kapstadt auf Globus andeuten. Längengrad andeuten.

Skizze ergänzen:



→ Mond

Hier wurde zur gleichen Zeit wie bei uns der Blickwinkel zum Mond mit 34 Grad über dem nördlichen Horizont gemessen.

5.

Versuchen wir, beide Beobachter auf dem Globus aufzubauen.

Zweite braune Scheibe auf Kapstadt legen; Männchen; Halbkreis mit Blickrichtung in Kapstadt

Beide "Arme", in „Meine Stadt“ und in Kapstadt deuten nun gleichzeitig in Richtung Mond.

Kannst du den Mond an die richtige Stelle bringen?

Muss jetzt die erste Vermutung über den Erd-Mond-Abstand korrigiert werden? Wahrscheinlich ist aber die Anordnung so unhandlich, dass man keine genauere Aussage treffen kann.

6.

Wenn wir es richtig genau machen wollen, machen wir uns ein Modell: Statt des Globus' nehmen wir eine runde Scheibe mit dem gleichen Durchmesser.

Man kann ein fertiges Modell verwenden – siehe Material, oder das Modell zusammen mit den Schülern dialogisch entwickeln.

Blaues Tonpapier, Durchmesser 16 cm

Wie können wir jetzt die beiden Städte genau einzeichnen?

Dazu brauchen wir einen großen Globus und einen Atlas.

Erkennst du die Breitengrade? Mit ihnen kann man den Ort auf der Erdkugel in Nord-Süd-Richtung genau beschreiben.

siehe Karte „Breitengrad“

Schlage im Atlas nach:

Meine Stadt: _____ Grad nördliche Breite

Kapstadt: 34 Grad südliche Breite

Wir zeichnen diese Winkel zum Äquator im Mittelpunkt. Die Städte markieren wir an der "Erdoberfläche".

7.

Jetzt müssen wir die Blickwinkel zum Mond aufzeichnen, d. h. die Winkel zwischen dem waagrechten Horizont und der Richtung zum Mond am Himmel.

In der vorbereiteten Version sind es die Halbkreise.

Hier ein paar gemessene Höhenwinkel:

Ort	Breitengrad	Höhenwinkel zum Mond
Berlin	53 Grad nördliche Breite	58° südlich
Wien	48 Grad nördliche Breite	63° südlich
Schwäbisch Hall	49 Grad nördliche Breite	62° südlich
...
Kapstadt	34 Grad südliche Breite	34° nördlich

Natürlich macht es Spaß die Zahlen des eigenen Wohnortes zu verwenden. Die Breite entnimmt man einer Atlaskarte. (Im Internet auch aus einer Datenbank www.fwiegleb.de/geodat.htm). Den Höhenwinkel kann man für unsere Zwecke einfach linear interpolieren: Breitengrad + Höhenwinkel = 111°

8.

Die Erdscheibe legen wir auf den Boden.

Jetzt kommen die Halbkreise mit den gemessenen Höhenwinkeln dazu. Wir müssen sie so legen, dass der Boden (Horizont) genau waagrecht auf der Erdoberfläche liegt.

Das bedeutet, die Horizontlinie muss genau senkrecht zu der Linie zum Erdmittelpunkt liegen. Verwende dafür ein Geodreieck.

9.

Jetzt müssen wir alle Teile so auf dem Boden ausrichten, dass wir genügend Platz zum Peilen haben.

Die Achse zum Mond ist etwa 20 Grad nördliche Breite – siehe Hilfspunkt auf der Vorlage. Wir brauchen in dieser Richtung ca. 5 Meter freien Platz!

Nun fixieren wir alle Teile ganz exakt mit Tesa auf dem Boden. Wir müssen äußerst genau vorgehen (Geodreieck!).

Peile mit Augenmaß, wo sich die beiden Blickrichtungen treffen würden. Hier müsste der Mond stehen.

Tatsächlich bilden die beiden Peil-Linien einen Winkel von lediglich ca. 1 Grad. Man kann also auch so kaum abschätzen, wo der Mond sein muss. Man merkt aber schon: sehr weit weg!

10.

Mit einem Trick finden wir die Stelle, an der sich der Mond befindet:

Wir befestigen einen Faden genau in Kapstadt und spannen ihn so, dass er genau auf der roten Linie ("Blickrichtung") ist. Wickle den Faden von der Spule – du musst einige Schritte weit gehen! Spanne ihn und fixiere ihn mit Tesa auf dem Boden.

Spanne einen zweiten Faden von Meine Stadt aus.

Wenn die Fäden ganz genau auf den roten Linien liegen und lang genug sind, dass sie sich schneiden – dann wissen wir, wo sich der Mond befindet! Stelle dich hier am Schnittpunkt auf. Bist du auch überrascht, wie weit er entfernt ist?

11.

Jetzt haben wir eine gute Vorstellung, wie weit der Mond von der Erde entfernt ist. Aber natürlich nur in unserem Modell, noch nicht in der Wirklichkeit. In unserem Modell ist ja alles stark verkleinert.

Wie viel Mal passt die Erdscheibe hintereinander bis zum Mond?

Miss es aus oder rechne es aus!

Die Entfernung mit der Erdscheibe abgreifen. Oder:

Wir messen den Abstand und dividieren ihn durch 16 cm (Erddurchmesser).

Wenn wir sehr genau gearbeitet haben, werden wir als Ergebnis ungefähr 30 Mal erhalten. Im Grunde sind wir nun mit unserer prinzipiellen Darstellung am Ende. Wir haben jetzt eine klare Vorstellung, wie weit der Mond entfernt ist (und wie man das wissen kann). Eine Kilometerzahl gibt uns keine bessere Vorstellung – sie ermöglicht uns aber neue Berechnungen.

Karte „30 Erddurchmesser“

12.

Willst du jetzt ausrechnen, wie viele Kilometer das sind?

Dazu muss man eine bestimmte Größe wissen...

Den Erddurchmesser nachschlagen (12.700 km). Mit der Zahl multiplizieren, die wir oben ermittelt haben.

„Wissenschaftliche“ Zahl: 384.000 km

13.

Diskussion über die Genauigkeit unserer Messungen/Ergebnisse.

Wie gehen Wissenschaftler damit um?

- Messreihe statt einzelner Versuch
- Durchschnittswert
- Überprüfung durch unabhängige Teams

Wiederholung des Versuchs (in verschiedenen Teams)

Nachbetrachtungen**14.**

Unser Versuch wurde genau so zum ersten Mal im Jahr 1752 durchgeführt. Die französischen Astronomen Lalande und Lacaille hatten ihn sich ausgedacht. Lalande reiste nach Berlin und Lacaille nach Kapstadt. Am 23. Februar maßen sie beide gleichzeitig den Höhenwinkel. Weil sie kein Telefon hatten und die Uhrzeiten in Berlin und Kapstadt nicht genau gleich waren, mussten sie sich dafür noch eine Lösung ausdenken. Sie verfolgten die Bahn des Mondes am Himmel und stellten fest, wann er sich an seiner höchsten Position befand. Genau zu diesem Zeitpunkt nahmen die Wissenschaftler ihre Messung vor. Als sie sich wieder zuhause trafen, konnten sie aus den beiden Messungen die Mondentfernung errechnen.

Karte „Lalande/Lacaille“

15.

Stelle dir vor, du würdest zu Fuß zum Mond wandern... Könnte man diese Entfernung schaffen?

Wenn du am Tag 30 Kilometer gehst, 365 Tage im Jahr, ohne Ruhetag.

Wie lange bist du unterwegs – hin und zurück?

70 Jahre – ein ganzes Leben lang, aber wir könnten es einmal schaffen!

Die erste Rundreise zum Mond und zurück, die US-amerikanische Mission Apollo 8 im Jahre 1968, brauchte dagegen nur eine Woche.

Karte „Apollo 8“ – aber Vorsicht, die gezeichnete Entfernung stimmt wieder mal nicht im Verhältnis zur Größe (wie bei den meisten astronomischen Darstellungen)!

Die erste Landung auf dem Mond war von der Sowjetunion bereits für das Jahr 1959 geplant gewesen. Das unbemannte Raumschiff hieß „Lunik 1“ und sollte eigentlich zum Mond fliegen

und auf seiner Oberfläche zerschellen. Leider verfehlte Luna 1 den Mond knapp und flog an ihm vorbei. Im zweiten Anlauf schaffte es dann das Raumschiff Lunik 2. Lunik 3 fotografierte im selben Jahr zum ersten Mal die Rückseite des Mondes.

Die ersten Menschen betraten mit Apollo 11 im Jahr 1969 den Mond. In den folgenden drei Jahren gab es weitere fünf bemannte Reisen zum Mond. Seit 1972 war kein Mensch mehr auf dem Mond.

Karte „Lunik 1“ und „Apollo 11“

16.

Die Apollo-Astronauten hatten bei einer Mission den Auftrag, Laserreflektoren auf dem Mond aufzustellen, die etwa einen Quadratmeter groß sind. Von der Station „Laser-Lune“ in Frankreich werden Laserstrahlen auf den Mond geschossen. Die Reflektoren werfen einen Teil der Strahlen zurück. Aus der Laufzeit der Laserstrahlen kann die Entfernung des Mondes bis auf wenige Zentimeter genau bestimmt werden.

Karte „Laser-Messung“

Übrigens ist die Mondentfernung nicht immer gleich. Der Mond bewegt sich nicht kreisförmig um die Erde, sondern elliptisch (was heißt das?). So schwankt die Entfernung um 50.000 km während eines Umlaufs um die Erde.

17.

Auf eine ähnliche Weise wie wir in unserem Modell könnte man auch die Entfernung zur Sonne feststellen. Aristarch von Samos, ein Astronom aus der griechischen Antike (etwa 300 vor Christi) maß ebenfalls nur die Winkel zwischen Erde, Mond und Sonne und konnte dann sagen, wie viel Mal die Sonne weiter von uns entfernt ist als der Mond. Die genauen Entfernungen wusste er so aber nicht.

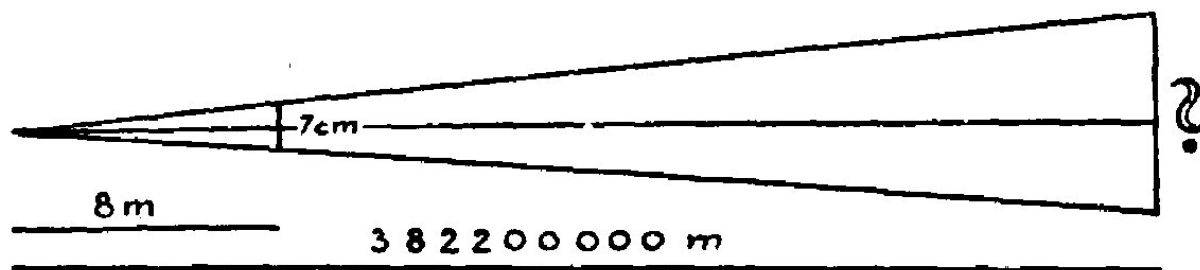
Kurze Zeit später konnte Eratosthenes den Erdumfang bzw. den Durchmesser der Erde ermitteln. Jetzt konnte man auch die Entfernung zum Mond und zur Sonne in einer genauen Zahl ausdrücken.

Ergänzungsinfos „Aristarch“

Ideen für eine Weiterführung

1.

Wie groß ist der Mond?



Indem wir die Entfernung des Mondes bestimmt haben, „ist damit eine Position gewonnen, von der aus sofort und leicht zwei neue Eroberungen zu machen sind: Wenn der Mond 30 Erdkugeln weit entfernt ist, so haben wir ein Gefühl, wie groß er in Wirklichkeit sein muss, um so groß zu erscheinen, wie wir ihn sehen. Lässt sich daraus eine Rechnung machen? Es genügt der sogenannte Strahlensatz und ein Teller, soweit vor das Auge gehalten, dass er den Mond gerade verdeckt. (Ist der Strahlensatz noch nicht bekannt, so schadet das nichts: im Gegenteil, wir haben hier eine lebendige Gelegenheit, ihn, wie alle Mathematik, aus der Praxis herauszuziehen.) Eine runde Schachtel von 7 cm Durchmesser leistet es in 8 m Abstand. So viel Mal also der Mond (in seinem Abstand von 30 Erdkugeln oder $30 \cdot 2 \cdot 6\,370\text{ km} = 382\,200\,000\text{ m}$) weiter von uns entfernt ist als die Schachtel (in ihren 8 m), also $382\,200\,000 : 8 = 47\,800\,000$ Mal, ebenso viel Mal ist er größer als sie (mit ihren 7 cm). Sein Durchmesser ist also $7 \cdot 47\,800\,000\text{ cm} = 3\,346\text{ km}$. Um die Ungenauigkeit eines solchen Ergebnisses zum Bewusstsein zu bringen, ist es sehr zu raten, die Messung von mehreren Beobachtern und auch mit verschiedenen Kreisscheiben machen zu lassen und dann die Ergebnisse untereinander zu vergleichen. Für das Gedächtnis genügt es, dass der Mond (linear) etwa 4 Mal kleiner als die Erde ist. Abstürzend würde er gerade Europa zermalmen können.“

aus: Martin Wagenschein, Der Mond und seine Bewegung, Seite 7

www.martin-wagenschein.de/Archiv/W-002/Mond.pdf

2.

Die Bedeutung des Mondes für unsere menschlichen Lebensbedingungen

Ohne ihn, von Herbert Cerutti | DIE ZEIT, 13.11.2008 Nr. 47

Wenn die Erde den Mond nicht hätte, wäre menschliches Leben nicht möglich.

(siehe PDF-Datei im Materialpaket)

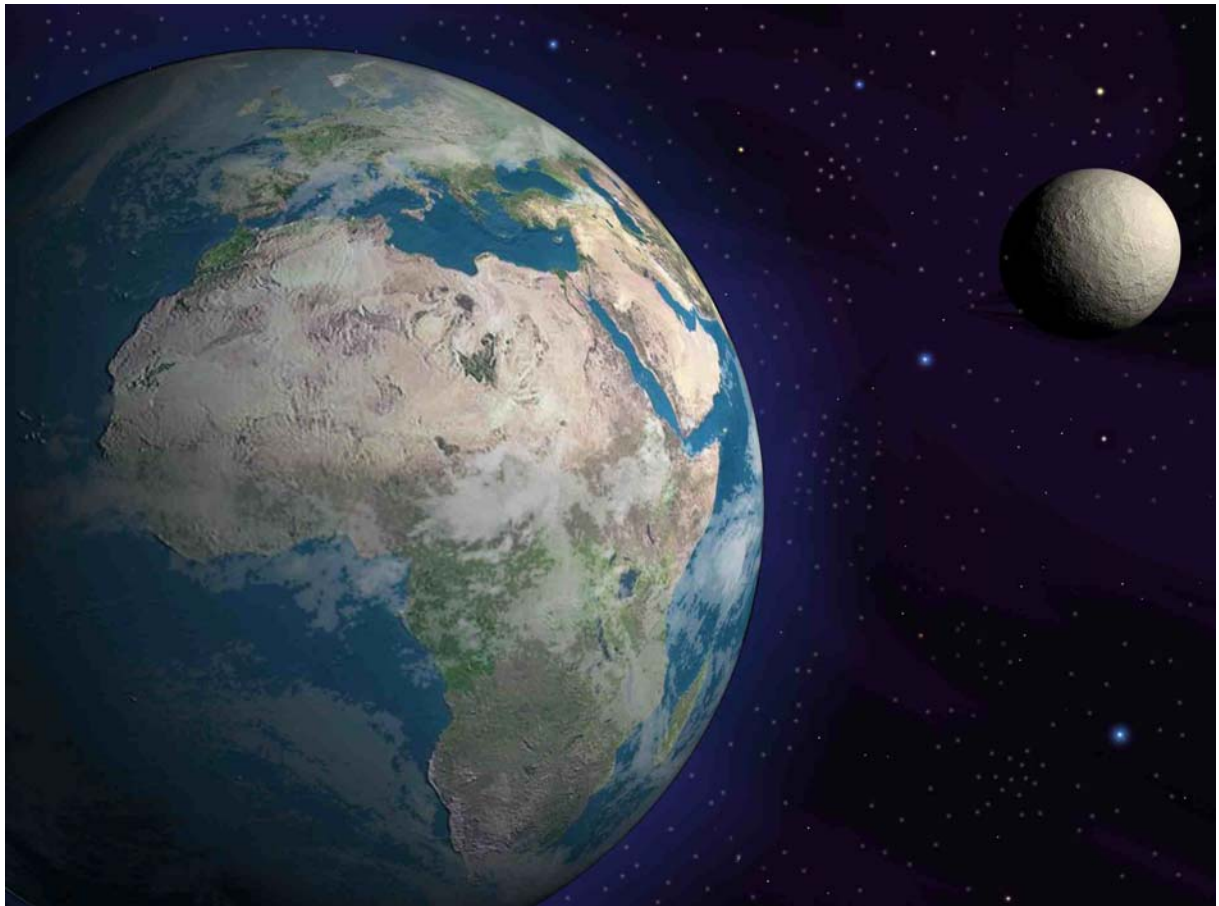
Wie weit ist der Mond von der Erde entfernt?

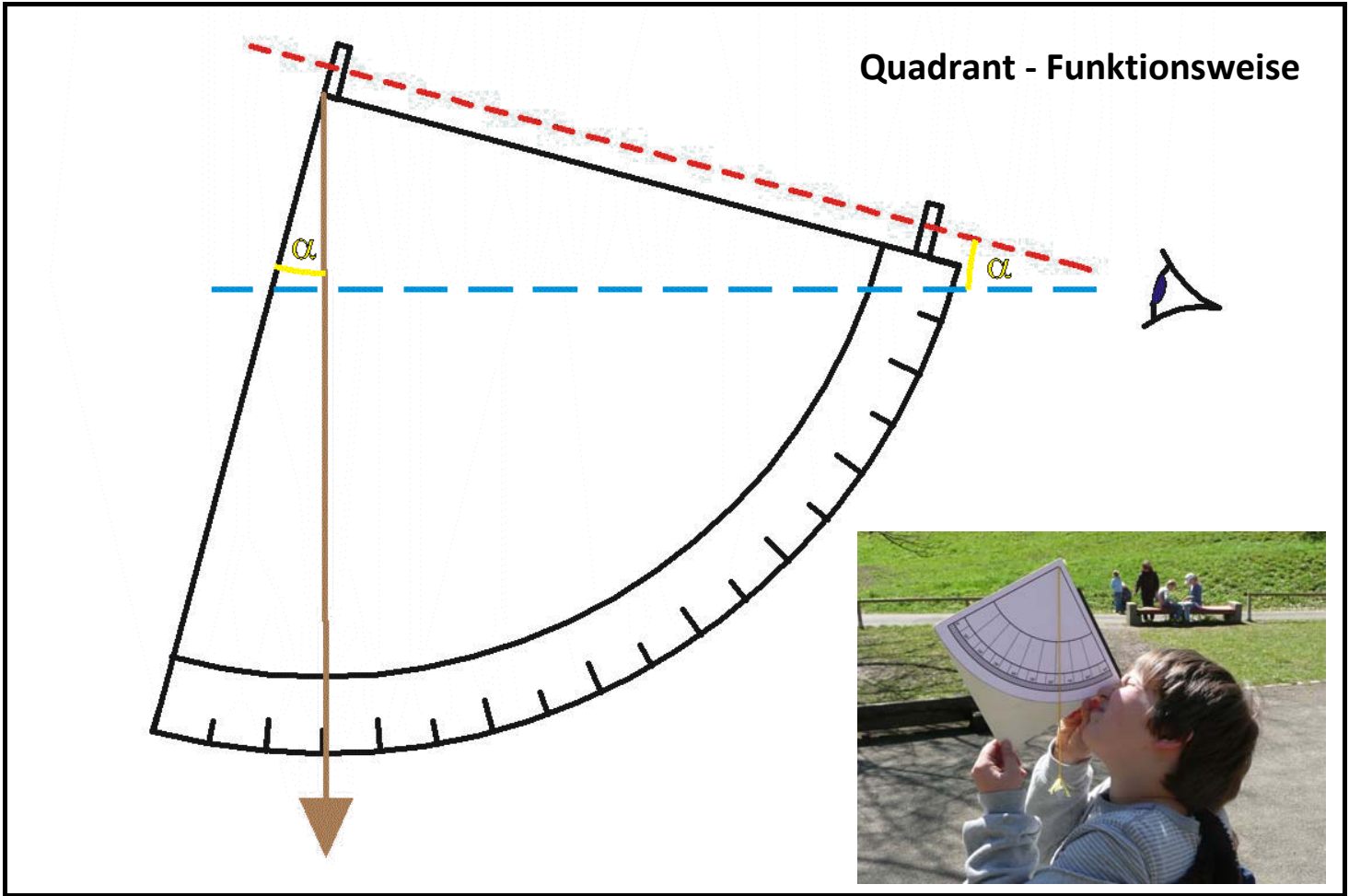
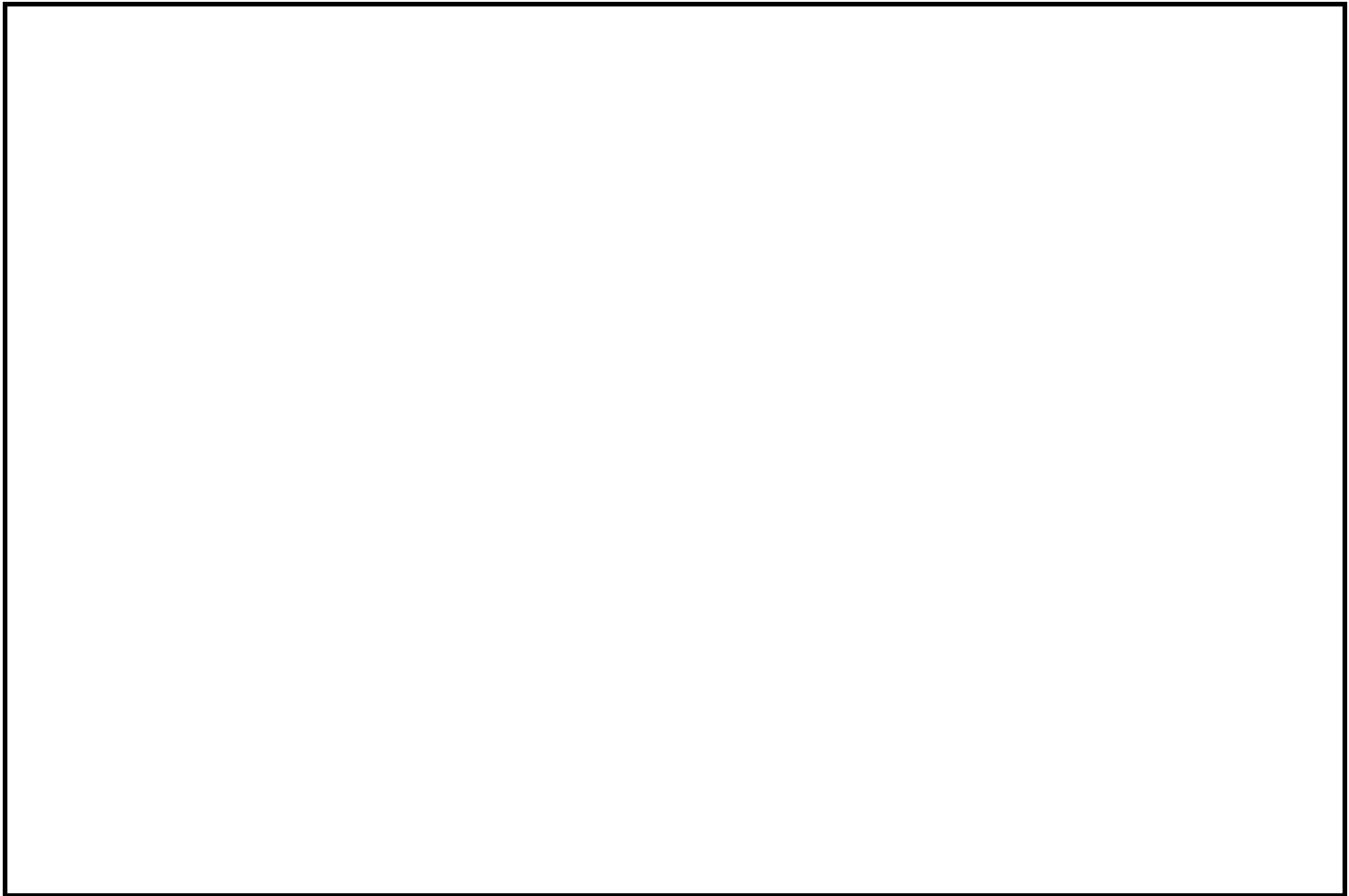
Wie können wir uns eine **Vorstellung** davon machen,
wie weit der Mond entfernt ist?

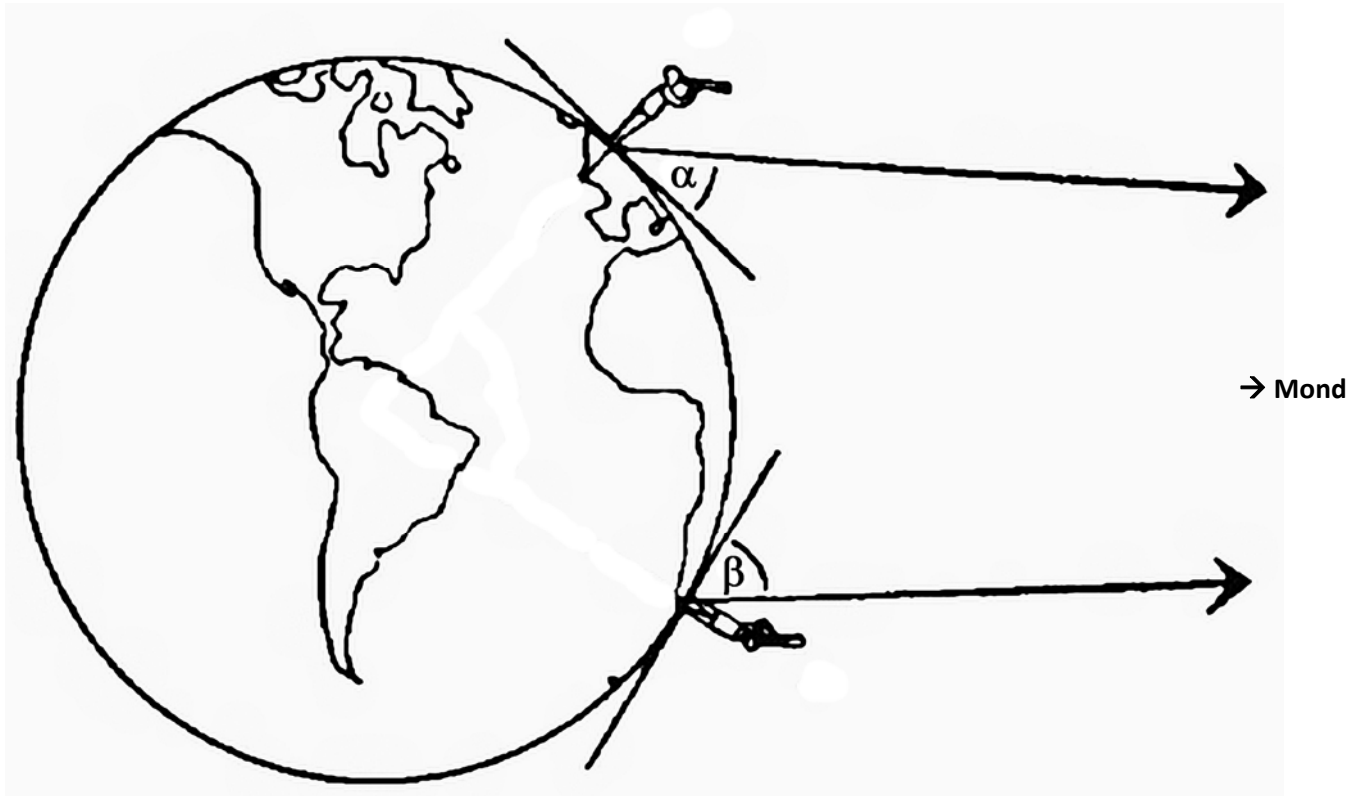
Und **wie** können wir überhaupt wissen,
wie groß die Entfernung ist?

Ein Geometrie-Experiment nach Martin Wagenschein
ausgearbeitet von Markus Wurster

– Begleitkarten zur dialogischen Einführung –

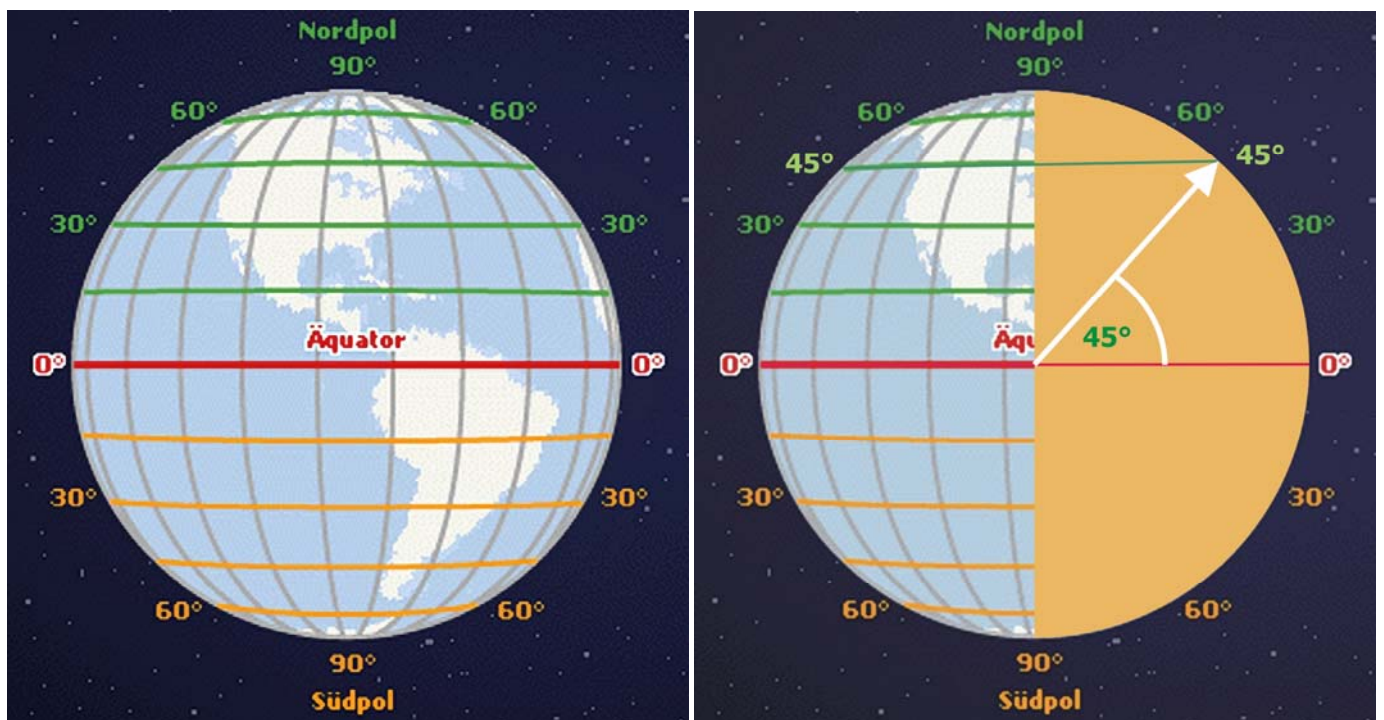






aus: M. Wagenschein, Der Mond und seine Bewegung, S. 6 (bearbeitet von Markus Wurster)

Breitengrade

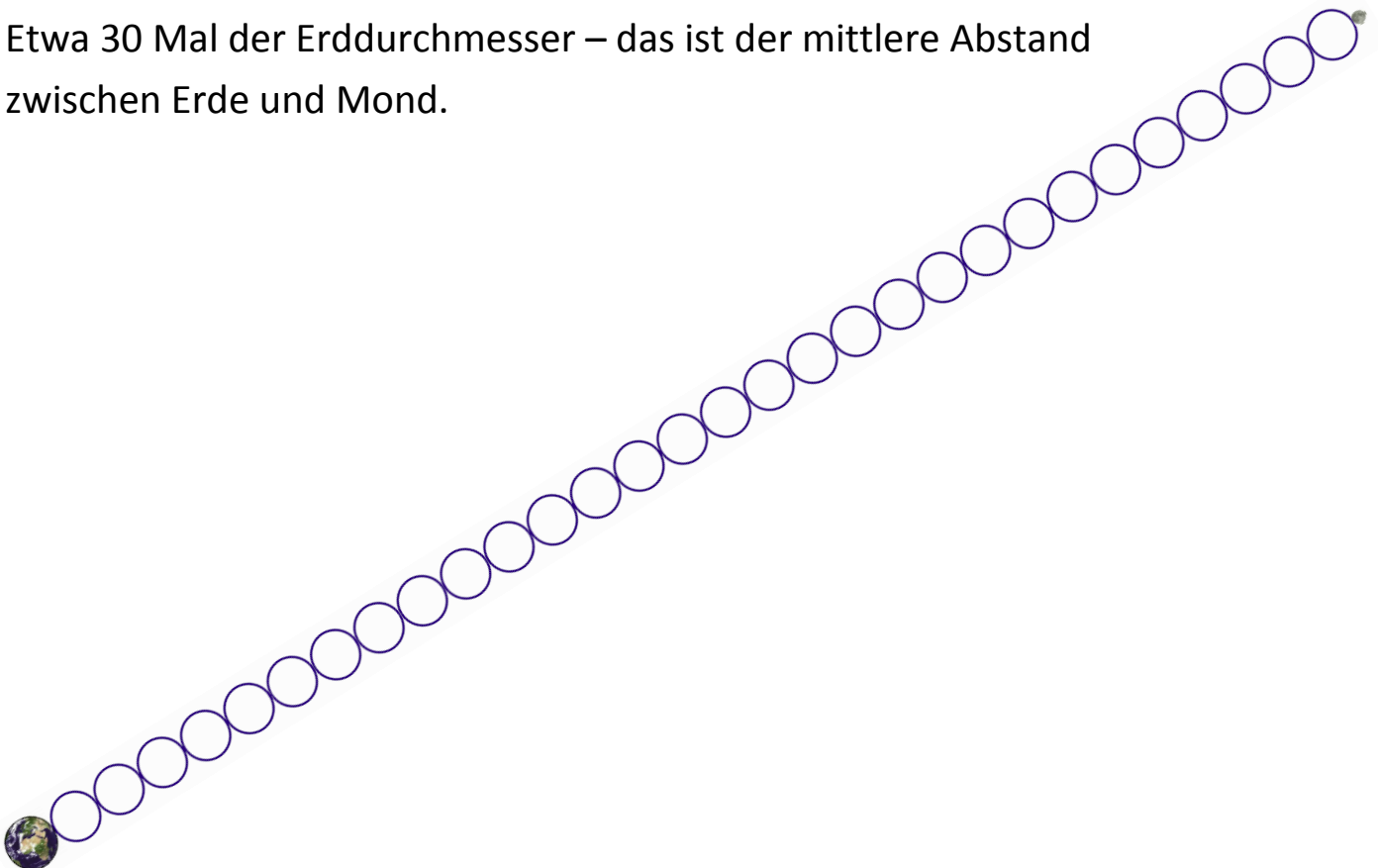


Grafik: Encarta 2009; bearb. M. Wurster

Einige geografischen Orte und ihre gemessenen Peil-Winkel zum Mond.

Ort	Breitengrad	Messwinkel zum Mond
Berlin	53 Grad nördliche Breite	58° südlich
Wien	48 Grad nördliche Breite	63° südlich
Schwäbisch Hall	49 Grad nördliche Breite	62° südlich
...
Kapstadt	34 Grad südliche Breite	34° nördlich

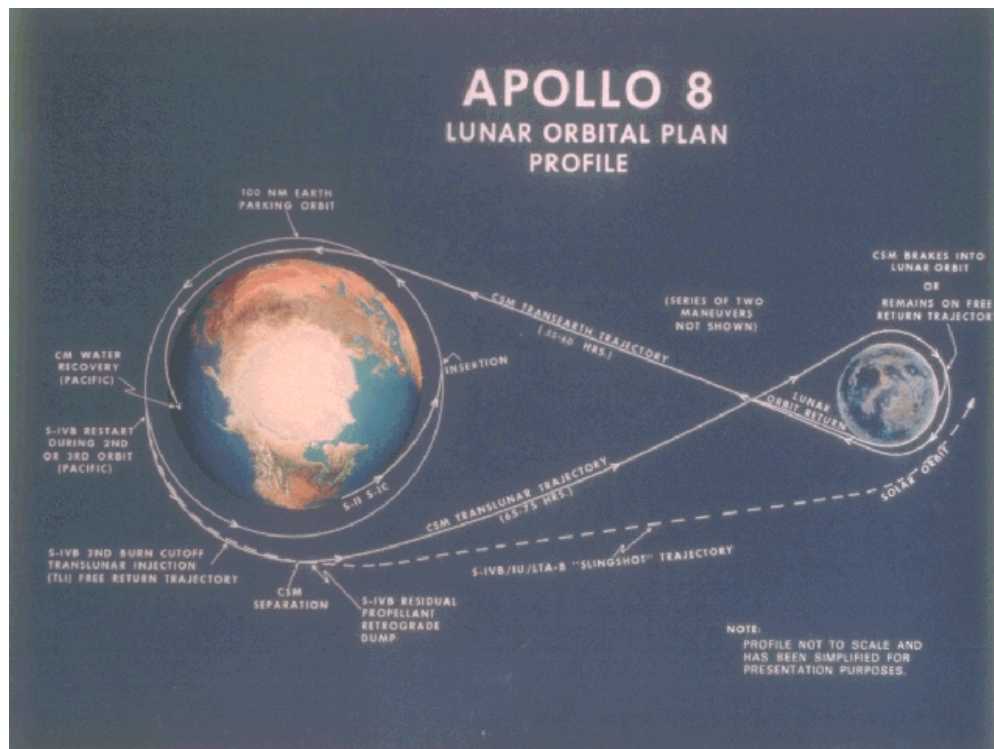
Etwa 30 Mal der Erddurchmesser – das ist der mittlere Abstand zwischen Erde und Mond.





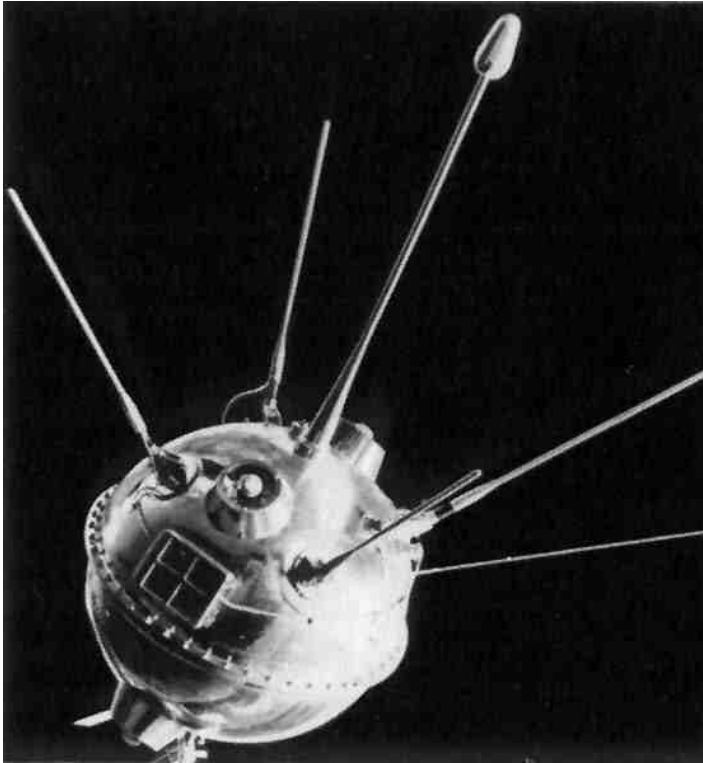
Unser Versuch wurde zum ersten Mal im Jahr 1752 durchgeführt. Die französischen Astronomen Lalande und Lacaille befanden sich gleichzeitig in Berlin bzw. in Kapstadt und notierten ihre Messungen. Als sie sich wieder trafen, konnten sie aus den beiden Messungen die Mondentfernung errechnen.

Bild links: www.fineartprintsondemand.com; rechts: www.nndb.com



Die erste Rundreise zum Mond und zurück 1968 mit „Apollo 8“ – aber Vorsicht, die gezeichnete Entfernung stimmt wieder mal nicht im Verhältnis zur Größe!

Grafik: http://abyss.uoregon.edu/~js/images/apollo8_1.gif



Lunik 1, die erste Sonde auf dem Mond (1959) und Apollo 11 mit den ersten Menschen auf dem Mond (1969).

Foto links: Wikipedia, rechts: GEOkompakt Nr. 21

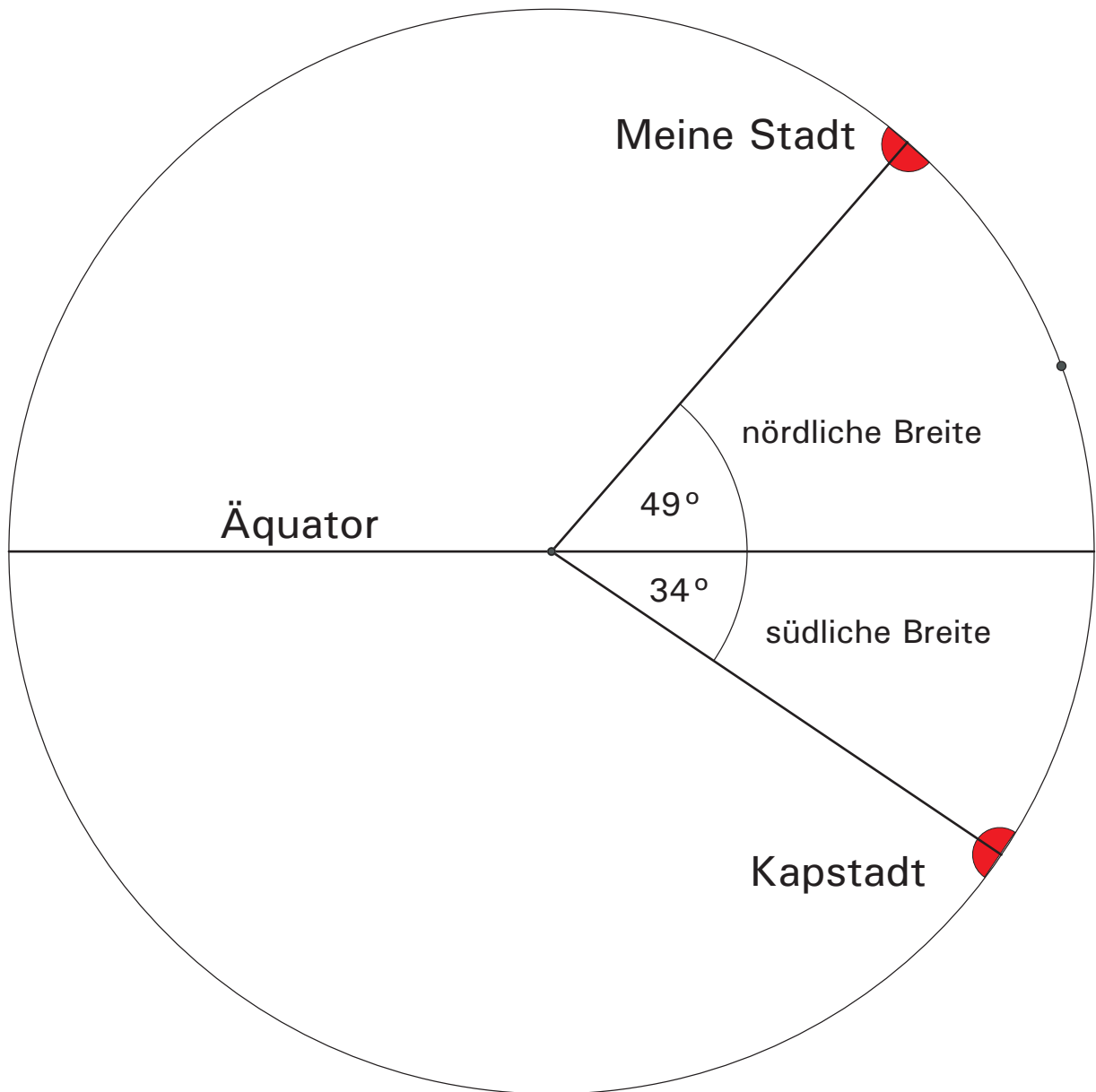


Um mögliche Erschütterungen auf dem Mond zu messen, stellt Aldrin einen Seismometer (im Bild links) auf. Mit dem Reflektor (rechts) wird es möglich sein, per Laser die Entfernung zwischen Erde und Mond zu messen

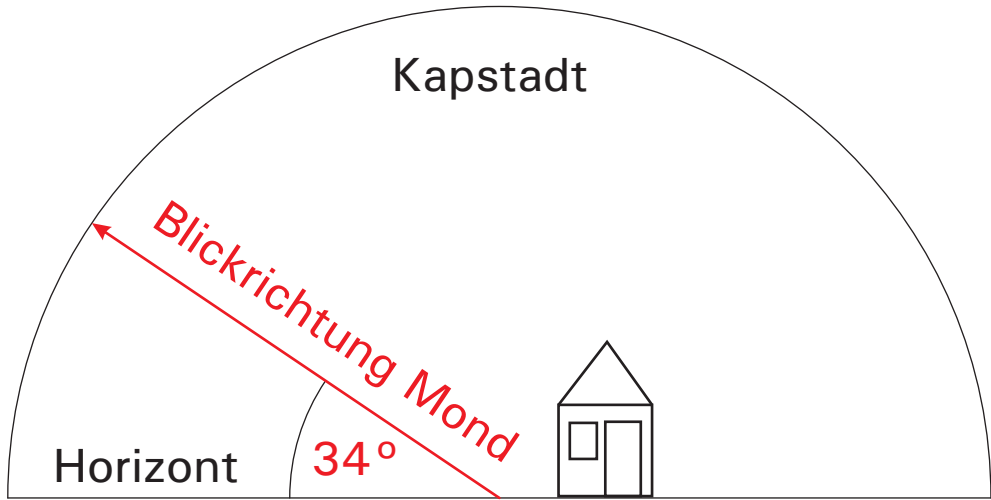
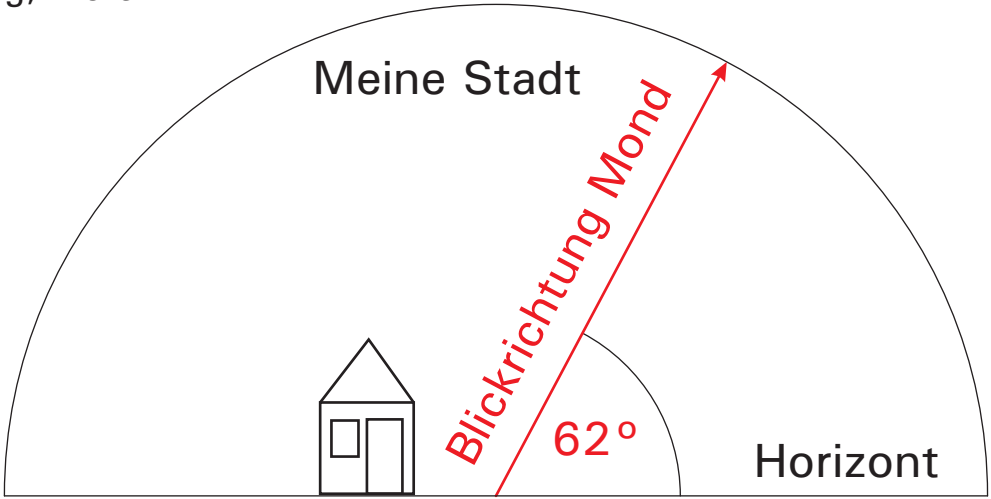
Die Apollo-Astronauten haben Laserreflektoren auf dem Mond aufgestellt, die etwa einen Quadratmeter groß sind. Von der Station „Laser-Lune“ in Frankreich werden Laserstrahlen auf den Mond geschossen. Die Reflektoren werfen einen Teil der Strahlen zurück. Aus der Laufzeit der Laserstrahlen kann die Entfernung des Mondes bis auf wenige Zentimeter genau bestimmt werden.

Foto: GEOkompakt Nr. 21

Erdmodell, 16 cm, hellblau



Mondpeilung, weiß



Horizontscheiben, braun

