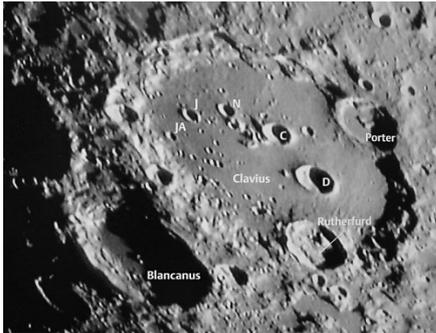


# Abschätzung der Größe des Mondkraters Clavius

K. Völkel  
8. August 2004

Bei streifendem Lichteinfall erscheint die südliche Mondhälfte besonders plastisch. Als markante Struktur in dieser Region fällt der große Krater Tycho auf. Noch weiter südlich tritt die Wallebene Clavius<sup>1</sup> hervor, die auf ihrem Boden selbst noch einmal eine Reihe kleinerer Krater beherbergt. Um die Größe des Kraters Clavius



**Abbildung 1.** Die Wallebene Clavius im Süden des Mondes (nach [Ah], S. 119, Foto: M. Karrer)

zu bestimmen, wird ein Ausschnitt der Aufnahme des Halbmondes verwendet, die am 8. August 2004 um 04:02 MESZ gemacht wurde. Für die weitere Auswertung muss das Bild möglichst gut durch Drehung mit dem selenographischen Koordinatensystem des Mondes (vgl. [Ro]) zur Deckung gebracht werden: auf dem Null-Längengrad liegen etwa Krater Autolycus im Norden und der rechte Rand von Regiomontanus im Süden. Der Mondoktant ergibt sich dann durch einen quadratischen Bildausschnitt. In der Abbildung 2 sind zusätzlich die Achsen dieses Koordinatensystems eingezeichnet, wobei die  $x$ -Achse auf den Betrachter zuläuft. Alle Bildpunkte entstehen aus der senkrechten Projektion der Kugelfläche auf die  $y$ - $z$ -Ebene. Die Breitenkreise werden auf Strecken abgebildet, die jeweils parallel zur  $y$ -Achse verlaufen. Die Großkreise für Längengrade werden zu Ellipsenbögen (vgl. Abb. 3) verformt. Aufgrund der Projektion gelten die folgenden Zusammenhänge:

$$z = r \cdot \sin \varphi \quad (1)$$

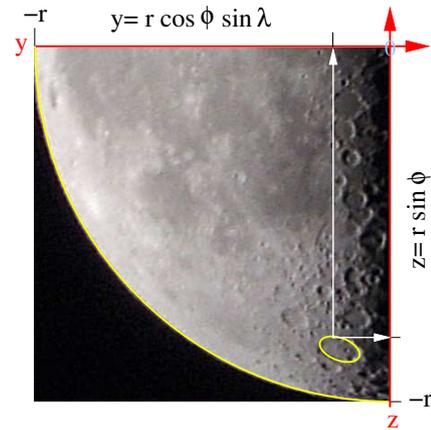
$$y = r \cdot \cos \varphi \cdot \sin \lambda, \quad (2)$$

wobei  $r$  der Kugelradius ist und  $\varphi$  die Breite bzw.  $\lambda$  die Länge bezeichnet.

Aus den Gleichungen (1) und (2) erhält man:

$$\varphi = \arcsin \frac{z}{r}, \quad (3)$$

$$\lambda = \arcsin \frac{y}{r \cdot \cos \varphi}. \quad (4)$$



**Abbildung 2.** Lage des Kraters Clavius im verwendeten Koordinatensystem

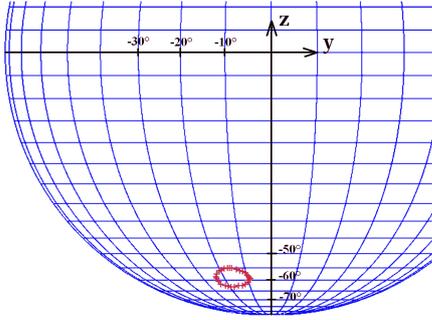
**Tabelle 1.** Bildpunkte am Kraterrand und Auswertung

$y$ -Koord. [px]	$z$ -Koord. [px]	Breite $\varphi$ [°]	Länge $\lambda$ [°]
-130	-646	-55,06	-16,74
-140	-648	-55,32	-18,19
-147	-652	-55,83	-19,40
-153	-654	-56,09	-20,37
-162	-664	-57,42	-22,44
-164	-673	-58,66	-23,58
-162	-677	-59,22	-23,69
-155	-686	-60,52	-23,56
-149	-695	-61,88	-23,65
-136	-699	-62,51	-21,95
-128	-701	-62,82	-20,83
-119	-702	-62,98	-19,42
-109	-702	-62,98	-17,73
-98	-698	-62,35	-15,54
-85	-698	-62,35	-13,44
-77	-695	-61,88	-11,97
-68	-689	-60,97	-10,24
-66	-683	-60,08	-9,67
-62	-679	-59,51	-8,92
-62	-676	-59,08	-8,81
-66	-672	-58,52	-9,23
-71	-668	-57,96	-9,78
-77	-661	-57,02	-10,34
-85	-657	-56,49	-11,27
-94	-654	-56,09	-12,35
-104	-650	-55,58	-13,50
-117	-646	-55,06	-15,03
-123	-646	-55,06	-15,82

**Ergebnis** |  $\Delta\varphi = 7,92^\circ$  |  $\Delta\lambda = 14,88^\circ$

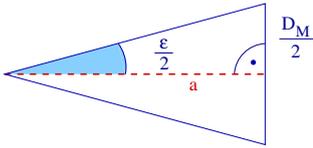
Für einige am Rand des Kraters liegende Bildpunkte wurden mittels eines Grafikprogrammes deren Koordinaten vermessen. Diese Werte und die Berechnungen nach Gl. (3) und (4) sind in der Tabelle zusammengestellt, wobei der Radius  $r$  des Mondes 788 Bildpunkte betrug. Der Krater Clavius weist somit eine Winkelausdehnung von  $7,9^\circ$  in der Breite und  $14,9^\circ$  in der Länge auf.

<sup>1</sup> benannt nach Ch. Clavius, Mathematiker, \*25.3.1537 in Bamberg, †6.2.1612 in Rom



**Abbildung 3.** Lage der Randpunkte (aus Tabelle 1) im verwendeten Messgitter des Mondoktanten

Um hieraus die Abmessung des Kraters in Kilometern bestimmen zu können, wird eine Information zur Größe des Mondes benötigt. Der elektronische Himmelsatlas *Cartes du Ciel*, [Ch], gibt für den Zeitpunkt des Mondfotos eine Entfernung von  $a = 394310$  km und einen Winkeldurchmesser von  $\varepsilon = 30,3'$  an. Für den Durchmesser  $D_M$  des



**Abbildung 4.** Sehwinkel des Mondbeobachters (Skizze nicht maßstabsgerecht)

Mondes bzw. seinen Umfang  $U_M$  erhält man

$$D_M = 2 \cdot a \cdot \tan \frac{\varepsilon}{2} \Rightarrow D_M = 3475 \text{ km}, \quad (5)$$

$$U_M = 2\pi \cdot a \cdot \tan \frac{\varepsilon}{2} \Rightarrow U_M = 10918 \text{ km}. \quad (6)$$

Der Durchmesser  $d_{NS}$  des Kraters in der Nord-Süd-Richtung berechnet sich aus der direkten Proportionalität, die zwischen der Winkelausdehnung  $\Delta\varphi$  und dem Umfang des Mondes besteht.

$$d_{NS} = U_M \cdot \frac{\Delta\varphi}{360^\circ} \Rightarrow d_{NS} \approx 240 \text{ km}. \quad (7)$$

Für die Berechnung der Ausdehnung  $d_{OW}$  in Ost-West-Richtung muss der Breitengrad berücksichtigt werden.

$$d_{OW} = U_M \cdot \frac{\Delta\lambda}{360^\circ} \cdot \cos \frac{\varphi_{min} + \varphi_{max}}{2} \Rightarrow d_{OW} \approx 232 \text{ km}. \quad (8)$$

Als Mittelwert  $d$  der Abmessungen in die verschiedenen Richtungen erhält man schließlich:

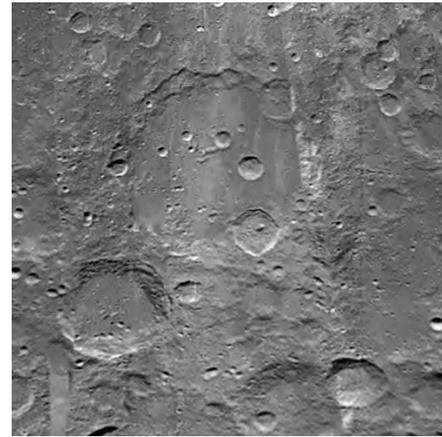
$$d = \frac{d_{OW} + d_{NS}}{2} \Rightarrow d \approx 236 \text{ km}. \quad (9)$$

Die Wallebene Clavius, die zu den größten Kratern des Mondes zählt, besitzt eine Ausdehnung von etwa 236 km.

Dieses – auf einfache Art und Weise<sup>2</sup> – gewonnene Resultat befindet sich in guter Übereinstimmung mit den in der Literatur angegebenen Werten.

**Tabelle 2.** Literaturangaben zur Größe des Kraters Clavius

Durchmesser	Quelle
225 km	[Ne], S. 38
225 km	[Ah], S. 119
240 km	[He], S. 69



**Abbildung 5.** Mit einem Grafikprogramm wurde durch Entzerrung der Projektion aus den Bild-daten der Mondvermessung (Mission Clementine – <http://www.nrl.navy.mil/clementine/clib/>) ein Kraterbild erzeugt. Der Mittelpunkt des Wallebene liegt bei  $59^\circ$  Süd und  $15^\circ$  Ost selenographischer Koordinaten.

## Literatur

- [Ah] Neckel, T.,(Hg): Ahnerts Astronomisches Jahrbuch 2003, Verlag Sterne und Weltraum, Heidelberg, (2002)
- [Ba] Backhaus, U.: Die Bewegung des Mondes, Universität Koblenz  
<http://didaktik.physik.uni-essen.de/~backhaus/lectures.htm>
- [Ch] Chevalley, P.: Cartes du Ciel – Himmelskarten, Elektronischer Himmelsatlas, (2000)  
<http://www.stargazing.net/astropc/index.html>
- [He] Herrmann, J: dtv-Atlas zur Astronomie: Deutscher Taschenbuch Verlag, München, 7. Auflage, 1983
- [Ne] Neckel, T: Den Mond selbst entdecken!; in: Monde – Missionen zu neuen Welten, SuW-SPECIAL 7, Verlag Sterne und Weltraum, Heidelberg, (2002), S. 34–38
- [Ro] Roth, G.: Der Erdmond; in: Astronomie für Alle, SuW-BASICS 1, Verlag Sterne und Weltraum, Heidelberg, (2002), S. 32–36

<sup>2</sup> Durch die Libration zeigt der Mond nur annähernd sein gleiches Gesicht (vgl. [Ba]). Der Mittelpunkt des verwendeten Koordinatensystems weicht folglich ab. Zum Zeitpunkt des Mondfotos betrug die Libration in der Breite  $-0,72^\circ$  und  $+5,55^\circ$  in der Länge (nach [Ch]).