

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 53 (1995)  
**Heft:** 267

**Artikel:** Vergrößerungen von CCD-Bildern  
**Autor:** Wernli, H.-R.H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-898719>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 02.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



# Vergrößerungen von CCD-Bildern

H.-R.H. WERNLI

Eine gelungene Aufnahme einer CCD-Astrokamera lässt vielerlei Arten der Bildbearbeitung zu. Im Orion 265 wurde ein allgemeiner Überblick über einige der vielfältigen Möglichkeiten gegeben [1]. Dabei wurden auch kurz zwei Methoden zum Vergrössern von Bildausschnitten vorgestellt. Das dort gezeigte Beispiel (Bild 5, S.260) ist aber vielleicht nicht geeignet, das Potential der Vergrößerung voll zu würdigen. Es ist daher sicher interessant, sich etwas eingehender mit den Möglichkeiten, Problemen und Grenzen auseinanderzusetzen.

Zum Beginn eine kurze Zusammenfassung: Die einfache Methode vergrössert den Bildausschnitt durch Vervielfachen eines Pixels, jene mit Weichzeichnen durch Berechnung neuer Pixelwerte. Für die einfache Methode spricht, dass sich die Pixelwerte nicht verändern, es können weiterhin zuverlässige Lichtmessungen gemacht werden, und es ist sogar möglich, die Vergrößerung ohne Fehler rückgängig zu machen. Der Nachteil ist offensichtlich: Die Pixel nehmen eine klotzige Form an. Anders bei der Methode mit Weichzeichnen: Keine klotzigen Pixel, aber die Vergrößerung ist nicht mehr ohne Fehler rückgängig zu machen und die Pixelwerte werden so sehr verändert, dass Lichtmessungen unzuverlässig werden. «Des einen Freud, des anderen Leid.»

## Die Vergrößerung der Mondkrater Hortensius und Lansberg

Das Ausgangsbild für die folgenden beiden Experimente ist eine Aufnahme von Alfred Bärfuss (SAG-AGO), die im Orion 265 auf Seite 269 zusammen mit einer von ihm angefertigten Karte abgebildet ist [2]. Herr Bärfuss hat eine Sammlung ausserordentlicher Mond- und Sonnenaufnahmen, die er selbst mit seiner CCD-Kamera aufgenommen hat. In seiner Grosszügigkeit hat er mir Kopien vieler seiner Bilder gegeben und auch erlaubt, jenes Bild für diesen Artikel zu verwenden.

Bild 1 zeigt diese Aufnahme nochmals, sie musste aber für die Vergrößerung anders vorbereitet werden. Zuerst wurde abwechselnd mit starken Hoch- und schwachen Tiefpassfiltern versucht, die Schärfe zu erhöhen. Das gelang, weil die Aufnahme an sich schon recht scharf ist. Dann sollten die dunklen Bildteile aufgehellt werden, ohne zuviel an Kontrast zu verlieren. Bereits nach einer schwachen logarithmischen Streckung wurde der Kontrast flau und das entstandene Bild musste mit dem kontraststarken Original gemischt werden.

Das Bild besteht aus 192 Spalten und 165 Zeilen. Wird der Krater 256-fach vergrössert, wird er nahezu bildfüllend. Der Ausschnitt besteht aus nur 12 Spalten ( $192/16=12$ ) und 10 Zeilen ( $165/16=10.3$ ). Jedes Pixel des Originalbildes wurde für den Ausschnitt in Bild 2 256 mal kopiert ( $16 \times 16$ ). Ein einzelner Bildklotz nimmt hier die grössere Fläche ein, als Hortensius in der unvergrösserten Aufnahme.

Wenn die Spalten- und Zeilenanzahl mehr als nur verdoppelt werden sollen, müssen mehrere neue Pixel berechnet werden, die zwischen zwei Spalten oder Zeilen eingefügt werden. Es muss auch untersucht werden, auf welcher Seite sich das hellere und auf welcher sich das dunklere Originalpixel befindet, damit die neu berechneten Werte in der richtigen Reihenfolge eingefügt werden können. Der Aufwand ist gross und es ist viel

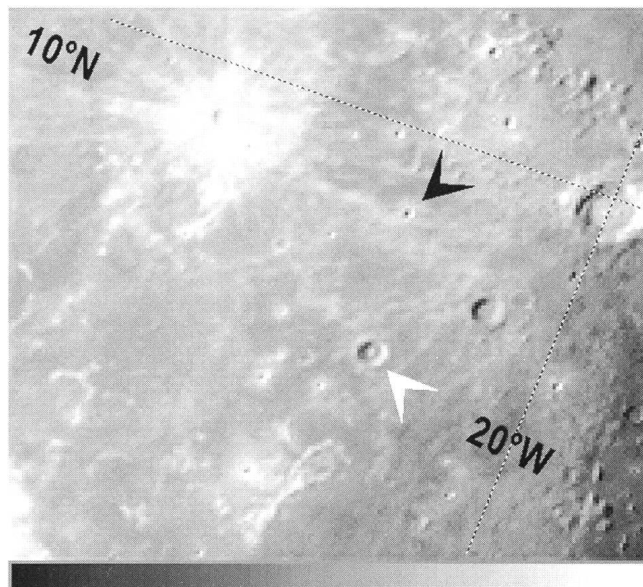
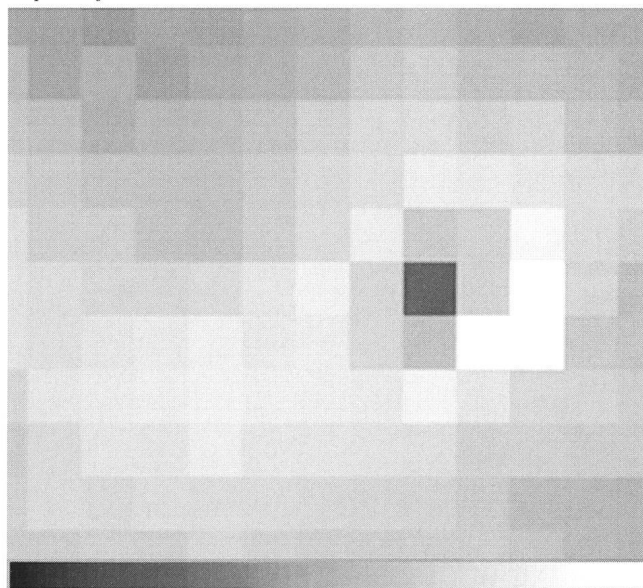


Bild 1: Ausgangslage für die Vergrößerungen. Der schwarze Pfeil zeigt auf Hortensius, der weisse auf Lansberg.

einfacher, nur jeweils ein neues Pixel zwischen zwei vorhandene einzufügen, die Pixelfläche also nur zu vervierfachen. Man kann diese Vervielfachung mehrmals wiederholen, bis die gewünschte Vergrößerung erreicht ist. Bild 3 zeigt den Ausschnitt, nachdem die Fläche viermal hintereinander vervierfacht wurde; er ist jetzt gleich gross, wie jener in Bild 2 ( $x4$ ,  $x16$ ,  $x64$ ,  $x256$ ).

Bild 2: Vergrößerung des Kraters Hortensius durch 256-maliges Kopieren jedes Pixels.



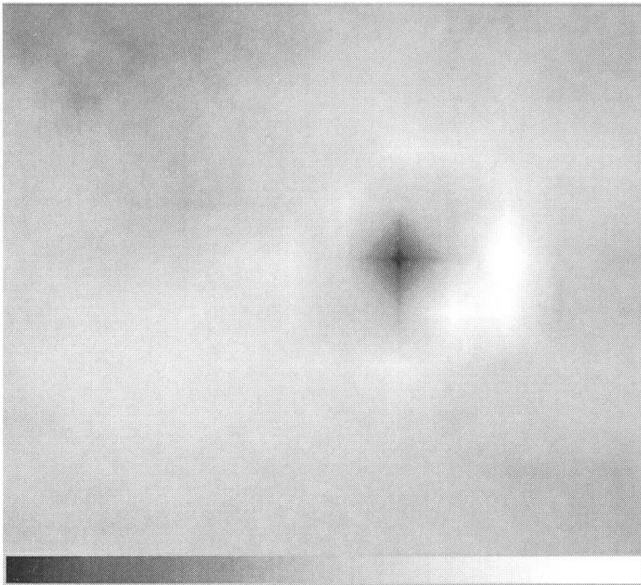


Bild 3: Vergrößerung des Kraters Hortensius durch viermaliges Vervielfachen der Pixelfläche. Es wurden neue Pixel berechnet.

Verglichen mit der einfachen Vergrößerung (Bild 2) stellt Bild 3 eine deutliche Verbesserung dar. Betrachtet man Bild 3 aber genauer, fällt am südöstlichen Kratertrand ein heller Winkel auf. Er gehört nicht zur Aufnahme: es ist ein Artefakt. Wenn man bedenkt, dass zwischen je zwei benachbarten Originalpixeln 15 neue berechnet wurden, ist man erstaunt, dass das Resultat überhaupt so gut ausfallen konnte. Trotzdem stören solche Muster, die durch diese Vergrößerungsmethode entstehen. (Um den Effekt besser zu zeigen, wurde nach jeder Vergrößerungsstufe hochpassgefiltert. Die Fehler wurden dadurch verstärkt.) Bild 4 zeigt diesen Makel nicht mehr. Anstatt direkt viermal hintereinander die Pixelfläche zu vervierfachen, wurde jedes Zwischenresultat zuerst

Bild 4: Wie Bild 3, allerdings wurde das Zwischenresultat nach jedem Vervielfachen tiefpassgefiltert.

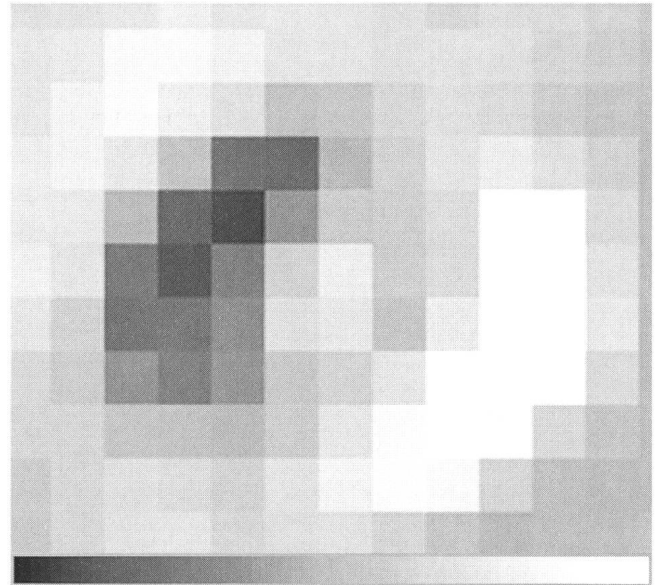
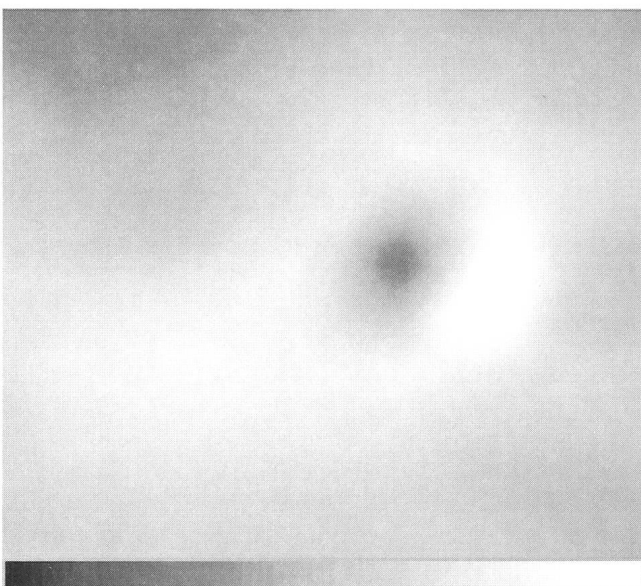


Bild 5: Krater Lansberg. Gleiche Vergrößerung wie für Bild 2.

schwach tiefpassgefiltert. Dabei verschwinden die durch die Vergrößerung entstandenen, aber noch nicht sichtbaren Artefakte. Tatsächlich stellt man fest, dass Bild 4 etwas weniger scharf ist, als Bild 3. Diesen Schärfeverlust nimmt man aber gerne in Kauf, wenn damit die unliebsamen Muster wegfallen.

Im Zentrum des Mondkraters Lansberg erkennt man in der unvergrößerten Aufnahme (Bild 1) eine Bergspitze. Sie ist drei bis vier Pixel gross. Bild 5 zeigt die Vergrößerung der Fläche des Kraters um den Faktor 256 und Bild 6 wurde auf gleiche Weise vergrößert, wie sie für Bild 4 beschrieben wurde. Zugegeben, der Berg erscheint nicht mehr so spitz, scharf und kontrastreich, aber er ist immer noch klar erkennbar.

Bild 6: Krater Lansberg. Gleiche Vergrößerung und Filterung wie für Bild 4.





### Die Vergrößerung des Hantelnebels

Die beiden Krater nehmen auf dem CCD-Chip nur wenige Pixel ein und die Vergrößerungen sind recht gut gelungen. Das gibt Mut für einen weiteren Versuch. Diesmal soll aus einer Aufnahme, die etwa 13 Quadratgrad des Himmels abbildet, ein Objekt herausvergrössert werden, welches auf dem Chip auch nicht grösser abgebildet ist als die Mondkrater. Ein Kugelsternhaufen eignet sich dafür nicht, denn die einzelnen Sterne würden zu einer grossen Kugel verschmelzen. Ein nebliges Gebilde hingegen eignet sich für einen solchen Versuch, denn es ist diffus, ohne scharfe Kanten und unscharf.

In Bild 7 ist der Hantelnebel M27 (NGC6853) im Sternbild des Fuchses (Vulpecula) ungefähr in der Mitte der Chipfläche zu finden. Er bedeckt etwa 50 der 32'680 abgebildeten Pixel. Die Aufnahme stammt von Robert Glaisen (SAG-AGO). Bei solchen verhältnismässig grossflächigen Himmelsaufnahmen sieht man viele Sterne, deren Grössenklassen weit jenseits der sechsten liegen und daher mit dem Himmelsatlas nicht zu identifizieren sind.

Nach den Erfahrungen bei den Kratervergrößerungen erwartet man bei der Vergrößerung nach der einfachen Art auch hier nicht besonders viel. Wenn man weiss, wie der Hantelnebel aussieht, kann man seine Form mit viel Phantasie im «Klotzbild» 8 erkennen.

Wie bei den Mondkratern wurde die Fläche des Hantelnebels viermal vervierfacht. Nach jedem Vergrößerungszyklus wurde tiefpassgefiltert und der Kontrast linear verstärkt. Das Ergebnis (Bild 9) kann sich sehen lassen.

Es gibt zugegebenermassen bessere Aufnahmen des Hantelnebels. Man darf aber beim Urteil nicht vergessen, aus wie wenigen Pixeln er ursprünglich bestand, und wie stark die Vergrößerung ist. Gleichwohl ob man nun von diesem Resultat beeindruckt ist oder nicht, kann man sich die Frage stellen, ob ein auf solche Weise vergrössertes Bild überhaupt noch die Wirklichkeit zeigt. Schliesslich wurden pro tatsächlich vorhandenen Pixel 255 neue berechnet. Gewisse Zweifel sind durchaus berechtigt und bedeuten nicht, man meine, die

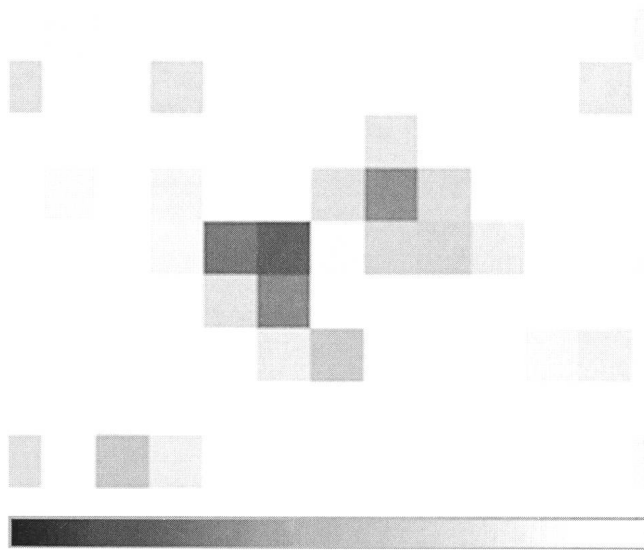


Bild 8: Die 256-fache Vergrößerung des Hantelnebels nach der einfachen Art.

vorgestellte Vergrößerungsmethode taue nichts oder gar der Autor habe einen an der Nase herumgeführt. Es ist daher beruhigend zu wissen, dass es eine Möglichkeit gibt, diese Zweifel aus dem Weg zu räumen. Die Klotzbilder (Bild 2, 5 und 8) sind unverfälschte Vergrößerungen, weil ausschliesslich die in der Originalaufnahme vorhandenen Pixel vervielfacht wurden, ohne neue zu berechnen. Betrachtet man diese Bilder aus einer Distanz, die etwa 40 mal grösser ist, als die Diagonale der Abbildung (hier aus etwa 4 bis 5 Meter), fließen die Klötze zusammen. Aus der grösseren Entfernung erscheinen die

Bild 7: In diesem Ausschnitt aus dem Sternbild Vulpecula ist der Hantelnebel M27 enthalten

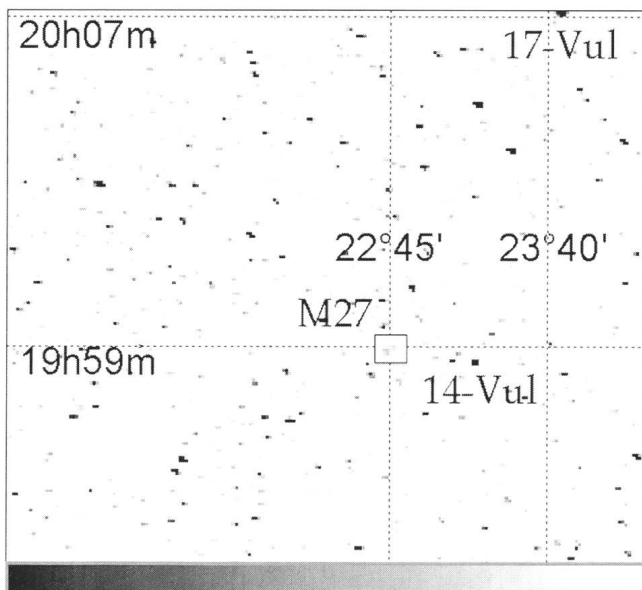


Bild 9: Die 256-fache Vergrößerung des Hantelnebels mit Weichzeichen und Tiefpassfiltern.





Bilder der unterschiedlichen Vergrößerungsmethoden praktisch gleich. Kurzsichtige – an Myopie leidende – Leser können sich diese sportliche Betätigung ersparen, wenn sie die Brille abnehmen und die Bilder eine Armlänge von sich halten.

[1] WERNLI, H.-R.H.; *Bildbearbeitung mit der CCD-Astrokamera*. Orion 265, Dezember 1994, Seite 257ff.

[2] ZUBER, F.; *Astronomie mit 85 Jahren*, oder: wie scharf ist scharf. Orion 265, Dezember 1994, Seite 268f.

HANS-RUEDIGER WERNLI  
Pletschgasse,  
CH-3952 Susten/VS

## M33

Die grosse Galaxie im Sternbild Dreieck. Aufnahme von Dany Cardoen mit seinem 1m-Teleskop in Puimichel. ▶

Verwendet wurde ein dreilinsiger Feldkorrektor. Belichtung 25 Minuten auf TP 4415 H.

Vergrössert mit Hilfe einer unscharfen Maske, welche die Wiedergabe feinsten Einzelheiten bis ins Zentrum ermöglicht.

Photo: DANY CARDOEN

*Der Gasnebel M 16 aufgenommen von Dany Cardoen mit seinem 1-m-Teleskop in Puimichel durch ein dreilinsiges Feldkorrektor auf TP 4415 H.* ▼



## An- und Verkauf • Achat et vente

### Zu verkaufen

**Refraktor CELESTRON C 102 F** 102mm f/8.8. Hervorragende Vixen-Fluorit Optik. Nur Rohr mit Zubehör (Sucher, Zenitprisma, Rohrschellen) Preis Fr.1500.–. Tel. 031/972 22 46

### Zu verkaufen

**Newton-Reflektor RET 50**, f 1:8,7. Brennweite 1m, äquatoriale Montierung, Okulare 6- und 20mm, Barlow-Linse, Mondfilter, Kamera-Adapter. Günstiger Preis nach VB. Tel 061/931 14 14

**Gratis abzugeben** vier Segment Alu-Kuppel, Ø ca. 5 m. Info bei: Astro. Inst. Uni Bern, Tel. 031/631 85 91 (z. V. ab Juni 95)

### Zu verkaufen

**Teleskop MEADE 2045 Schmidt-Cassgrain 4" f/1000mm** mit Polwiege und verstellbarem Metallstativ. 90 Grad Sucher, Taukappe, 2 Sonnenfilter und -Blenden, Nebelfilter, Weitfeld-Prisma und Plössel 26mm, Kamera T-Adapter, OkularProjektion Ortho 18mm, Gegengewicht, Vorrichtung für Piggyback-Foto, Netzgerät, Auto-Anschlusskabel, passende Tasche mit Einlage. Ideal für Astro-Foto-Einsteiger. NP Fr.3800.– Preis nach VB.

Hans Müller, Dietlikerstr.68, 8302 Kloten. Tel 01/813 01 97

