

**UEBER DEN STERNHAUFEN
MESSIER 67; INAUGURAL-
DISSERTATION**

Published @ 2017 Trieste Publishing Pty Ltd

ISBN 9780649778409

Ueber den Sternhaufen Messier 67; Inaugural-Dissertation by Erik Fagerholm

Except for use in any review, the reproduction or utilisation of this work in whole or in part in any form by any electronic, mechanical or other means, now known or hereafter invented, including xerography, photocopying and recording, or in any information storage or retrieval system, is forbidden without the permission of the publisher, Trieste Publishing Pty Ltd, PO Box 1576 Collingwood, Victoria 3066 Australia.

All rights reserved.

Edited by Trieste Publishing Pty Ltd.
Cover @ 2017

This book is sold subject to the condition that it shall not, by way of trade or otherwise, be lent, re-sold, hired out, or otherwise circulated without the publisher's prior consent in any form or binding or cover other than that in which it is published and without a similar condition including this condition being imposed on the subsequent purchaser.

www.triestepublishing.com

ERIK FAGERHOLM

**UEBER DEN STERNHAUFEN
MESSIER 67; INAUGURAL-
DISSERTATION**

KAP. I.

Einleitung.

Eine der Methoden, mittelst welcher wir dem Problem der wirklichen Bewegungen der Fixsterne näher rücken können, ist das Studium der scheinbaren Bewegungsverhältnisse in Sternhaufen. Genaue Ausmessungen derselben sind daher von sehr grosser Bedeutung für die Astronomie, da sie eine zukünftige Bestimmung der Bewegungen der Sterne ermöglichen. Nachdem man durch Einführung der Photographie in die praktische Astronomie eine bequeme und genaue Observationsmethode hierfür erhalten hat, hat auch dies Gebiet das Interesse der Astronomen in immer höherem Grade erweckt. Hier alle diejenigen aufzuzählen, welche innerhalb dieses Gebietes verdienstvoll gearbeitet haben, würde ausser dem Rahmen dieser meiner Untersuchung liegen; doch will ich nicht unterlassen, hier einige der bedeutendsten Arbeiten zu erwähnen, welche auf diesem Gebiet ausgeführt worden sind. Vor allen Dingen denke ich da an Prof. J. SCHEINERS Ausmessung¹ von MESSIER 13; durch diese Arbeit hat er zahlreichen späteren Untersuchungen innerhalb der Astronomie der Sternhaufen den Weg eröffnet: DONNERS und BACKLUNDS Ausmessung² von 20 VULPECULÆ und LUDENDORFFS neue Ausmessung³ von Messier 13 u. s. m.

Die photographische Methode ist in diesem Falle nicht nur, wie schon erwähnt worden, bequemer und genauer als

¹ J. SCHEINER, Der grosse Sternhaufen im Hercules Messier 13 etc. [Aus dem Anhang zu den Abhandlungen der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin vom Jahre 1892]. Berlin 1892.

² A. DONNER und O. BACKLUND, Positionen von 140 Sternen des Sternhaufens 20 Vulpeculæ etc. [Bull. Acad. St. Pétersbourg V, Série 2, Nr. 2].

³ H. LUDENDORFF, Der grosse Sternhaufen im Hercules Messier 13. Publikationen des Astroph. Observatoriums zu Potsdam XV. Potsdam 1905.

andere Methoden, sie ist in vielen Fällen, z. B. bei »globular clusters«, die einzige, welche angewendet werden kann. Ausserdem kann man mit dieser Methode, welche die eigentliche Messungsarbeit in das von der Witterung unabhängige Laboratorium verlegt, besser als mit anderen aus den, wenigstens in unserem Klima, recht seltenen wirklich guten Nächten Nutzen ziehen.

Die photographische, wie jede Observationsmethode, hat ihre speziellen Fehler, auf welche der Observator angemessene Rücksicht zu nehmen hat, damit er den gewünschten Genauigkeitsgrad — wenn derselbe mit den vorhandenen Hilfsmitteln überhaupt erreicht werden kann — mit Vermeidung aller unweckmässigen oder unnötigen Arbeit erziele. Bei jeder Methode können die Fehler, welche zurückbleiben, nachdem die Observationen für diejenigen, deren Betrag man berechnen kann, korrigiert worden sind, in zwei Arten geteilt werden: *zufällige* und *konstante*. Den Einfluss der ersteren kann man verringern durch Wiederholung der Observationen, den der letzteren nicht. Bei vorliegender Methode bestehen die zufälligen hauptsächlich aus Pointirungsfehlern und der Deformation der Schicht, die letzteren besonders aus dem s. g. *Stundenfehler*.¹ Letzteres hängt von der Beschaffenheit des Instruments und der Platten ab, sowie auch von der Farbe des Sterns und dessen Lichtstärke, vom Stundenwinkel und der Zenithdistanz, bei welcher die Exponierung stattfindet. Bei gewissen Observationsserien, z. B. *Parallaxbestimmungen*, kann man den Stundenfehler zum grössten Teile unschädlich machen, indem man alle Platten unter so gleichen Verhältnissen als möglich aufnimmt. Und dies lässt sich ziemlich gut tun, da sich die Observationsserien in diesem Falle ja nur über eine geringe Zahl von Jahren erstrecken. Auf eine solche Ähnlichkeit kann man in der Regel nicht rechnen, wenn es sich um Bestimmung der Eigenbewegungen handelt, und die beiden Observationsepochen der Natur der Sache zufolge sehr bedeutend weiter von einander getrennt sind. In diesem Falle würde es also eine unweckmässige Arbeit sein, wenn man durch eine grosse Anzahl Platten die zufälligen Fehler auf eine Grösse reduzieren wollte, welche *viel* geringer sein würde als die der konstanten. Mit guten Instru-

¹ KAPTEYN, Publ. of the Astr. Lab. at Groningen I, S. 68. O. BERGSTRAND, Über die Wirkung der atmosphär. Dispersion etc. A. N. 3999.

menten und gebührender Genauigkeit von Seiten des Observators dürften schon mit zwei oder höchst drei Platten die ersteren bedeutend geringer sein als die letzteren. Die Grösse des Stundenfehlers dürfte sich im allgemeinen $0''{,}1$ nähern.

Als ich zu Ende des Jahres 1905 beschloss, vermittelt des grossen photographischen Refraktors des *Observatoriums zu Upsala* und dessen Repsoldschen Messapparates einen Sternhaufen auszumessen, wählte ich MESSIER 67. Es kann vielleicht weniger wohlbedacht meinerseits erscheinen, unter der grossen Anzahl geeigneter Objekte, die vorhanden sind, gerade diesen zu wählen, der vor nicht mehr als 8 Jahren von Dr. K. G. OLSSON am *Observatorium zu Stockholm* gemessen worden ist.¹ Bei dieser kurzen Zwischenzeit ist es ja kaum wahrscheinlich, dass irgend welche Bewegungen sollten wahrgenommen werden können. Es ist auch nicht dieses Zweckes wegen, dass ich diesen Sternhaufen wählte, sondern weil mir Dr. Olssons Ausmessung nur wenig geeignet scheint, eine zuverlässige Grundlage für eine zukünftige Untersuchung der Eigenbewegungen darzubieten. Eine solche Grundlage habe ich durch meine Ausmessung schaffen wollen. Obgleich es für eine Motivierung meines obigen Urteils hinreichend sein könnte, auf ein kritisches Studium der erwähnten Abhandlung Dr. Olssons hinzuweisen und auf den Vergleich, welchen ich am Ende dieser meiner Abhandlung aufzustellen gedenke zwischen seinen Resultaten und den meinigen, will ich dennoch einige der Fakta hier anführen, die dieser meiner Auffassung zu Grunde liegen. Olssons beide Platten sind mit einer Kamera mit ziemlich kleiner Öffnung aufgenommen — 162 mm — und einer kurzen Brennweite — 235 cm. Schon hieraus könnte sich der Verdacht ergeben, dass die Ausmessung weder hinsichtlich der Vollständigkeit (die Expositionszeit betrug nur 1 Stunde), noch der Genauigkeit die Forderungen der modernen Astronomie würde befriedigen können. Ich darf indessen nicht unterlassen zu erwähnen, dass mit derselben Kamera späterhin Resultate erzielt worden sind, deren Genauigkeit sehr gut ist. Die Platten sind ferner bei der ganz unmotiviert grossen Zenithdistanz von 80° aufgenommen. Dies hat

¹ K. G. OLSSON, Photographische Ausmessung des Sternhaufens G. C. 1712 (Messier 67). [Iakttagelser och undersökningar anställda på Stockholms Observatorium]. Stockholm 1898. — Diese Arbeit wird im folgenden kurz mit «OLSSON» zitiert.

nach Dr. Olssons eigener Aussage¹ einen besonders schlechten Einfluss auf die Form der schwächeren Sternbilder und auf die Genauigkeit der Messungen derselben gehabt. Bei den Ausmessungen hat Dr. Olsson von den *persönlichen Fehlern* gar keine Notiz genommen, wodurch sich möglicherweise systematische Fehler in die resultierenden Örter haben einschleichen können, um so gefährlicher, da sie dann Funktionen der Lichtstärke der Sterne wären. Es existiert eine merkliche Disharmonie zwischen Sir JOHN HERSCHELS Beschreibung dieses Sternhaufens, die von Dr. Olsson² zitiert wird: »sehr hell und gross, ausserordentlich reich und aus Sternen 10.—15. Grössenklasse bestehend«, und Dr. Olssons eigenem Katalog: 2 von der 8:ten Grössenklasse etc., insgesamt kaum ein und ein halb Hundert und nur sehr wenige schwächer als die 12:te Grössenklasse. Dr. Olsson gibt jedoch in diesem Falle durchweg die Sterne etwa ein und eine halbe Grössenklasse zu hell an, so dass die Sterne, welche in seinem Katalog als 12^{m,0} stehen, in der Tat von der Grösse 13,5 sind.

Nach dem hier Angeführten dürfte meine Neumessung von Messier 67 nicht als überflüssig anzusehen sein.

Meinem ursprünglichen Plane gemäss wollte ich 3 Platten von diesem Sternhaufen messen: zwei mit ca. 2 Stunden Exposition und eine mit ca. 1 Stunde. Die besonders schlechten Luftverhältnisse, welche im letztverflossenen Winter vorherrschend waren, hatten indessen zur Folge, dass ich nicht mehr als eine gute Platte mit zweistündiger Exposition erhalten konnte, sowie die mit einer Stunde. Es erweist sich indessen, dass die Messungen so genau sind, dass auch die Sterne, welche nur auf der zweistündigen Platte vorkommen, gut bestimmt sind. Die schwächsten Sterne, welche auf der zweistündigen Platte vollkommen schwarz erscheinen, so dass ihre Grösse aus dem Diameter bestimmt werden kann, sind von der Grösse 13,5. Da die Anzahl der nicht geschwärzten, also < 13^{m,5}, Sterne, welche ich gemessen, ungefähr dieselbe ist wie die Anzahl jener, deren Grösse zwischen 13,0 und 13,5 liegt, so kann man annehmen, dass sich die Lichtstärke meiner schwächsten Sterne der 14:ten Grössenklasse nähert. Dass keine schwächeren Sterne mitgekomm-

¹ OLSSON, S. 50.

² OLSSON, S. 3.

men sind, muss man, da die Expositionszeit so lang gewesen und die Öffnung des Objektivs 330 mm betragen hat, auf das Konto der schlechten Luft schreiben.

Bei der Ausmessung dieser Platten habe ich kein Réseau angewandt, da hierdurch viele Sterne unmessbar geworden wären und für andere systematische Fehler sich ergeben hätten. Ich meine auch, dass Deformationen der Schicht für die zentralen Teile guter Platten nicht von weiterer Bedeutung sind. Für diese meine Ansicht kann ich mich auf eine solche Autorität innerhalb der celesten Photographie stützen wie Professor WOLF in *Heidelberg*.

Bei den Ausmessungen habe ich mich also der *Skala* am Repsoldschen Messapparat bedient. Ich habe bei jedem zweiten ihrer Striche den Teilungsfehler bestimmt, nach der *Gill-Lorentzenschen* Methode. Die vom Observator Östen Bergstrand vor ungefähr zehn Jahren ausgeführte Bestimmung¹ umfasst nur jeden 5:ten Strich, was für meinen Zweck nicht hinreichend ist. Ich habe auch eine neue Bestimmung über die periodischen Fehler der Mikrometerschraube ausgeführt und Resultate erhalten, welche in der Hauptsache mit denjenigen übereinstimmen, welche Dr. Bergstrand bei seiner Untersuchung² erhielt.

Das photographische Objektiv ist bisher nicht hinsichtlich der Distorsion untersucht worden. Ich habe eine solche Untersuchung begonnen, die noch nicht beendet ist; als präliminäres Resultat habe ich jedoch gesehen, dass das 2:te Glied der Distorsion — das 1:ste hängt wie bekannt unzertrennlich und unschädlich mit dem Skalenwerte zusammen — sehr gering, wenn überhaupt nachweisbar, ist; jedenfalls übt es keinen Einfluss auf diese Messungen aus.

Da es meines Erachtens von recht grosser Bedeutung ist, dass die Aufnahme der Platten und die Meridianobservationen der Normalsterne nicht durch eine gar zu lange Zeitperiode getrennt sind, damit die unbekanntenen Eigenbewegungen dieser letzteren nicht das Resultat unrichtig machen, habe ich zur Bestimmung der Plattenkonstanten *nicht* A. G. C.-Orte

¹ O. BERGSTRAND, Recherches sur l'emploi de la Photographie stellaire etc. Upsala 1899. — Diese Arbeit wird im folgenden kurz mit »BERGSTRAND« zitiert.

² BERGSTRAND, S. 62.

anwenden wollen, da ca. 30 Jahre seit den Observationen verfließen sind, auf welche diese sich gründen.

Um neue Bestimmungen der Örter der Normalsterne zu machen, und um meiner Untersuchung dadurch eine einwandfreie Grundlage geben zu können, begab ich mich Mitte Februar dieses Jahres nach Berlin, dessen Observatorium mir seinen kleineren Meridianzirkel wohlwollend zur Verfügung gestellt hatte. Der anhaltend umwölkte Himmel verhinderte indessen alle celesten Observationen während der Zeit meines Aufenthaltes in Berlin.

Der Observator am Observatorium zu Lund, Dr. F. ENGSTRÖM, hat diese Sternörter später mit liebenswürdiger Bereitwilligkeit bestimmt, wofür ich ihm hier meinen herzlichsten Dank ausspreche. So auch für das Interesse, womit die Herren Professor N. C. DUNÉR und Observator ÖSTEN BERGSTRAND meiner Arbeit gefolgt sind und sie erleichtert haben, und für die Freundlichkeit und das Entgegenkommen, welches mir während meines Aufenthaltes in Berlin von Herrn Professor H. STRUVE und Herrn Dr. COURVOISIER erwiesen wurde.

Das Niederschreiben der Messungen geschah nach meinem Diktat durch Fr. EKLUND, und bei einem Teil der Reduktionen ist Fr. A. HORNBERG mir behülflich gewesen.

KAP. II.

Untersuchung der Skalen.

GILL ist derjenige, welcher zuerst eine vollkommen symmetrische Methode für die Bestimmungen der Teilungsfehler gerader Skalen dargestellt hat,¹ und LORENTZEN² und HARZER³ haben die mathematisch-theoretische Seite des Problems weiter entwickelt. Vor den älteren Methoden — z. B. der HANSEN'schen⁴ — hat die Gill-Lorentzensche den Vorteil vor-

¹ GILL, On the Determination of Errors of Graduation without Cumulative Errors etc. M. N. XLIX. S. 165 ff. und 377 ff.

² LORENTZEN, Über die Untersuchung der Skalen eines Heliometers. A. N. 3134—3135 und 3236.

³ HARZER, Über die Bestimmung der Teilfehler von Maasstäben nach der Gill-Lorentzenschen Methode. A. N. 3850—3851 und 3862—3863.

⁴ HANSEN, Von der Bestimmung der Theilungsfehler eines gradlinigen Maasstabes [Abh. der math.-phys. Classe der K. Sächs. Ges. der Wiss. X 7].

aus, dass sie gänzlich frei ist von cumulativen Fehlern, und dass sie die Teilungsfehler aller Striche mit beinahe gleicher Genauigkeit gibt. Die Anwendung dieser Methode erheischt gewisse instrumentelle Bedingungen: man muss zwei gleiche Skalen haben, welche Kante an Kante gelegt und in der Längsrichtung im Verhältnis zu einander verschoben werden können, und ein bewegliches Ablesemikroskop, welches in der Längsrichtung der Skalen verschoben und an jedem beliebigen Punkte festgeklemmt werden kann. Bei dieser Methode erhält man die Teilungsfehler der Hilfskala mit derselben Genauigkeit, wie die der Hauptskala; hierin liegt augenscheinlich eine unnötige Arbeit, wenn man nur die Fehler an einer Skala zu bestimmen wünscht, eine Unannehmlichkeit, welche jedoch bei einer symmetrischen Methode schwerlich zu vermeiden sein dürfte.

Ich will hier die Gill-Lorentzensche Methode nicht im Detail erörtern, sondern nur so viel mitteilen, als für die vorliegende Untersuchung vonnöten ist, indem ich im übrigen auf die oben erwähnten klaren und erschöpfenden Abhandlungen derjenigen, deren Namen die Methode trägt, so wie auch die von Harzer, hinweise.

Das Prinzip der Methode besteht darin, dass jedes Intervall auf der einen Skala — der A -Skala — mit jedem Intervall auf der anderen Skala — der B -Skala — verglichen wird. Nehmen wir an, dass die Anzahl der Intervalle auf jeder Skala n ist, und nennen wir die Teilungsstriche der A -Skala A_μ ($\mu = 0, 1, 2 \dots n$) und der B -Skala B_ν ($\nu = 0, 1, 2 \dots n$). Nehmen wir weiter an, dass der Teilungsfehler am Striche A_μ ΔA_μ ist und am Striche B_ν ΔB_ν . $A/\mu^{\mu+1}$ bedeute die Länge des Intervalls von A_μ bis $A_{\mu+1}$ und $B/\nu^{\nu+1}$ die Länge des Intervalls von B_ν bis $B_{\nu+1}$. Die Quantitäten $\xi_{\nu, \nu+1}^{\mu, \mu+1}$ seien durch folgende Gleichung definiert:

$$\xi_{\nu, \nu+1}^{\mu, \mu+1} = A/\mu^{\mu+1} - B/\nu^{\nu+1} \left\{ \begin{array}{l} \mu = 0, 1, 2 \dots n-1 \\ \nu = 0, 1, 2 \dots n-1 \end{array} \right\}.$$

Diese ξ -Quantitäten sollen nun durch Messungen bestimmt werden. Legen wir zu dem Zweck die Skalen so, dass A_0 möglichst