

Die Spiralstruktur unserer Milchstrasse

Autor(en): **Tammann, Gustav Andreas**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **14 (1969)**

Heft 115

PDF erstellt am: **23.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-899829>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

kanischen Gasen. Zur Klärung dieser Phänomene soll eben von der LION der Mond täglich während 24 Stunden unter Kontrolle gehalten werden. Bei jeder Gelegenheit sollen die Stationen den Mond beobachten. Während der Apollo-Mondflüge wird die Beobachtung ausserordentlich intensiviert, um die Zusammenarbeit mit den Astronauten auszunützen.

3. Das LION-Beobachtungsnetz

Es besteht mehrheitlich aus Amateurbeobachtern. Aber es sind glücklicherweise auch namhafte Observatorien angeschlossen, die mit ihren grossen Instrumenten unter Umständen Laienbeobachtungen nachprüfen können.

Hier folgen einige Zahlen aus dem Bericht der Smithsonian Institution über den Flug von Apollo 11: – 147 Stationen in 30 Ländern stellten die Mitarbeiter

- es wurde während 521 Beobachtungsstunden der Mond kontrolliert
- in der Schweiz haben ungefähr 16 Stationen mitgearbeitet
- 78 positive Rapporte gingen ein
- 229 Rapporte über positive und negative Beobachtungen wurden erhalten.

In Wald sind wir 7 Beobachter, die sich während der Apollo-Missionen zeitweise ablösten. Es strengt natürlich an, in der Nacht während Stunden in das helle Mondlicht zu schauen. Bei uns wird nämlich visuell und auch mit Farbfiltern beobachtet. Es hat sich bewährt, nicht die ganze Mondoberfläche abzusuchen. Wir haben uns auf ausgewählte Gebiete beschränkt. Ausserdem lieferte die Smithsonian Insti-

tution einen «Fahrplan», der uns jeden Abend während des Apollo-Fluges die Gebiete empfahl, die schon früher zu Rapporten Anlass gegeben hatten. Ferner hatten wir einen Plan erhalten, der zu jeder Zeit die Heranfahrt der Raumkapsel erkennen liess, so dass wir einige Zeit voraus die unter ihrer Bahn liegenden Gebiete absuchen konnten. Von den Raumfahrzeugen war selbstverständlich nichts zu sehen! Durch die Smithsonian Institution wurden wir stets gut informiert bei Apollo 8, 10 und 11.

Wie wir zu LION kamen? Im Heft ORION 12 (1967), Nr. 100, S. 65, wurde zur internationalen Mitarbeit bei der Mondbeobachtung aufgerufen. Einige von uns hatten sich damals gemeldet. Ausserdem verbindet den Schreibenden bei der Mondbeobachtung eine persönliche Aufgabe mit den Fachleuten der Universität Arizona. Finanziell schaute nichts heraus, Spesen werden vergütet. Aber trotzdem hatten wir einen grossen Gewinn: Man lernt sozusagen spielend den Mond recht gut kennen!

Literatur:

- 1) BARBARA MIDDLEHURST: Diverse Berichte und Briefe im Rahmen des internationalen Mondbeobachtungsprogrammes 1966–1968.
- 2) *Transient Lunar Phenomena, Reports from the Lunar International Observers Network during the Apollo 8, 10 and 11 Missions.* Zusammenfassende Berichte der Smithsonian Institution, Cambridge, Massachusetts, USA.
- 3) BARBARA MIDDLEHURST: *Chronological Catalogue of Reported Lunar Events*, NASA TR R-277.
- 4) *Asrion News*, Zug, 1. Juli 1968.

Adresse des Verfassers: ROBERT GERMANN, Im Nahren, 8636 Wald.

Die Spiralstruktur unserer Milchstrasse

VON GUSTAV ANDREAS TAMMANN, Basel und Pasadena

Unter diesem Titel fand vom 29. August bis 4. September 1969 das 38. Symposium der Internationalen Astronomischen Union in Basel statt, das über 140 Astronomen aus 22 Ländern zusammenführte. Die Wahl dieses Themas hatte sich aufgedrängt, da es eines der wichtigsten und schwierigsten Probleme der modernen Astronomie ist, einerseits beobachtungsmässig die Struktur der Milchstrasse exakt darzustellen, andererseits die Entstehung und Aufrechterhaltung der für so viele Galaxien typischen Spiralstruktur theoretisch zu erklären. Von der Lösung dieses Problems hängt es in hohem Masse ab, ob es in absehbarer Zeit gelingen wird, den Lebenslauf einer Galaxie zu beschreiben. Während die letzten 20 Jahre in die Geschichte der Astronomie als diejenigen eingehen werden, in denen es gelungen ist, das Leben eines Sternes überzeugend und fast vollständig zu erklären, erhofft man sich als nächstes Ziel, nun auch Entstehung, Entwicklung und Endzustand von ganzen Galaxien, diesen Agglomeraten von Milliarden

von Sternen, zu erfassen. Wir halten heute zahlreiche Einzelstücke in den Händen: Die vielfachen Typen von «normalen» Galaxien (irreguläre, elliptische, spiralförmige Systeme), die Radio- und Seyfertgalaxien, die explodierenden Galaxien wie M 82, die kompakten und N-Galaxien und schliesslich die quasistellaren Radioquellen, um nur einige zu nennen, und alle diese sind untereinander nicht nur verwandt, sondern manche von ihnen stellen zweifellos ein und dieselben Objekte in verschiedenen Zeitpunkten ihrer Entwicklung dar, – aber welches die Greise und welches die Kinder, welches die Vetter und welches die Abnormitäten sind, können wir heute bestenfalls vermuten. Die Schwierigkeit liegt hauptsächlich darin, dass wir von den einzelnen Erscheinungsformen der Galaxien viel zu wenig wissen. Wir kennen einige auffallende Charakteristika der verschiedenen Typen, aber schon die Detailbeschreibung der nächsten Nachbargalaxien oder gar unserer eigenen Milchstrasse stösst auf die allergrössten Schwierigkeiten. Ein Fortschritt ist nur



S. VAN DEN BERGH (Toronto) im Gespräch mit B. A. WORONZOW-WELIAMINOW (Moskau). (Photographie von R. SAPIN).

durch das Aneinanderfügen der Resultate aus den verschiedensten Arbeitsgebieten zu erhoffen, durch die gemeinsame Anstrengung von optischen und Radio-Astronomen, von theoretischen Physikern und Mathematikern. Diesem Zwecke diene das Basler Symposium, an dem die Theoretiker ebenso glänzend vertreten waren wie die beobachtenden Astronomen.

Aspekte der Theoretiker

Grosse Fortschritte in der Erklärung, wie die Spiralstruktur zahlloser Galaxien über sehr lange Zeiten erhalten bleibt, ohne dass sich die Spiralarme bei der stets vorhandenen Rotation aufwinden, sind in den letzten Jahren von den amerikanischen Chinesen C. C. LIN, F. SHU und C. YUAN (alle Massachusetts Institute of Technology) gemacht worden. Sie haben die neuesten Gesichtspunkte ihrer Theorie in Basel dargelegt. Der wesentliche Zug ihrer Theorie ist, dass die Spiralstruktur von Gravitationskräften allein aufrechterhalten werden kann, was auf einen alten Vorschlag des Schweden BERTIL LINDBLAD zurückgeht. Die Gravitationskräfte erzeugen infolge von Resonanzen Dichtewellen, oder bildlich dargestellt, Tröge, in die das hauptsächlich aus Wasserstoff bestehende interstellare Gas fällt und sich hier länger aufhält als in den Zwischenräumen. Aus diesem Gas bilden sich dann, besonders wenn es verdichtet ist, neue Sterne. Da die Tröge spiralförmig angeordnet sind, zeichnen das Wasserstoffgas und die jungen Sterne, unter denen sich stets auch die leuchtkräftigsten befinden, eine Spiralstruktur ab. Es widerspricht der häufig vertretenen Vorstellung, dass diese Arme recht flexibel sind, sowohl in bezug auf ihre Lage innerhalb der Galaxie, als auch in bezug auf ihre Bevölkerung: Sterne, die sich einst in den Spiralarmen befanden, können heute zwischen Spiralarmen stehen, und andere Sterne bilden heute diese Arme. Hieraus wird ersichtlich, dass allgemein nur von sehr jungen Sternen erwartet werden kann, dass sie sich heute noch innerhalb der Spiralarme aufhalten.

Das LIN-SHU-YUANSche Modell lässt aber noch viele Probleme ungelöst; so entwickelten M. FUJIMOTO (Nagoya), A. TOOMRE (Pasadena) und A. KALNAJS (Cambridge, USA) Theorien, die in vielen Punkten recht stark davon abweichen, – und damit bleibt die Frage der ursprünglichen Entstehung der Spiralstruktur noch ungeklärt. Hier ist der Phantasie der Theoretiker offenbar ein weiter Spielraum offen gelassen. Sehr elegante Möglichkeiten zeigten D. LYNDENBELL (Cambridge, England), P. VANDERVOORT (Chicago) und andere. Eindrücklich war ein computererzeugter Film von K. PRENDERGAST (New York) und R. MILLER (Chicago), in dem vorgeführt wurde, wie eine sich langsam zu Sternen umbildende Gaswolke von hunderttausendfacher Sonnenmasse sich unter ihrer eigenen Gravitationskraft entwickelt: Es entstehen spektakuläre Spiralarme, die den tatsächlich beobachteten auffallend gleichen. – Die leider ausserordentlich kostspielige Methode, komplizierte Theorien und Ergebnisse mit Computerfilmen anschaulich zu machen, wurde übrigens auch von einer Reihe anderer Forscher angewandt, zum Beispiel von F. HOHL (Newport News, Virginia) für ein ähnliches Problem wie bei PRENDERGAST und von G. WESTERHOUT (University of Maryland), H. WEAVER (Berkeley) und anderen, um umfangreiches Beobachtungsmaterial im wahren Sinne des Wortes vor Augen zu führen.

Vor zehn Jahren meinte man noch, für die Erhaltung der Spiralstruktur seien magnetische Kräfte wichtiger als Gravitationskräfte. Beobachtungen der Polarisation und vor allem der Faraday-Rotation – auch hier wurden neue Ergebnisse vorgetragen, z. B. von B. MILLS (Sydney), G. KLARE und T. NECKEL (Heidelberg) – zeigen jedoch, dass das Magnetfeld in der Milchstrasse typischerweise nur etwa 3 Mikrogauß ausmacht und damit für die *Aufrechterhaltung* der Spiralstruktur viel zu klein ist. Wie L. WOLTJER (New York) betonte, können indes magnetodynamische Prozesse trotzdem bei der *Entstehung* von Spiralarmen eine Rolle spielen; dass er dabei nicht einer Überschätzung seines Spezialgebietes anheimfällt, beweist sein Satz: «Je grösser die Unwissenheit (des Astronomen), desto grösser das Magnetfeld.»

Optische Ergebnisse

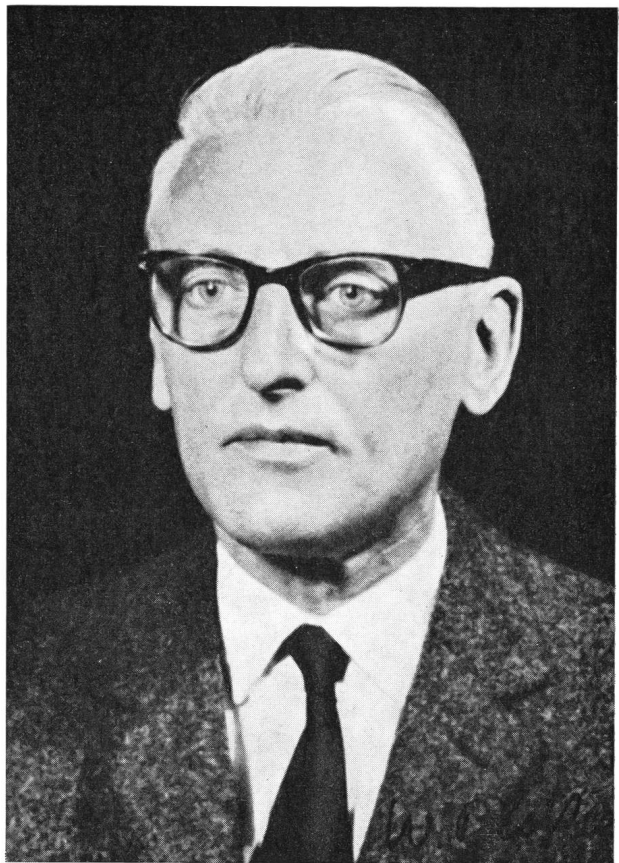
Die Beobachtungen über die Spiralstruktur werden von zwei völlig verschiedenen Gruppen geliefert, von den optischen Astronomen und von den Radioastronomen. Zuerst gelang es W. MORGAN (Yerkes Observatory), S. SHARPLESS (der nicht in Basel war) und D. OSTERBROCK (Madison), 1951 auf optischem Wege darzulegen, dass die O- und frühen B-Sterne in der Sonnenumgebung eine Spiralstruktur aufzeichnen. In den folgenden Jahren wurde dieses erste Bild ganz wesentlich verbessert und vertieft von W. BECKER (Basel), der die Verteilung der jungen Sternhaufen in einer Reihe von grundlegenden Arbeiten untersuchte und damit den Spiralarm, in dem unsere Sonne liegt, sowie den nächstinneren und den nächstäusseren Spi-

ralarm sehr deutlich nachweisen konnte. In Anerkennung dieser Leistung war Basel als Kongressort gewählt worden, und BECKER überraschte die Teilnehmer mit einem nochmals verbesserten und erweiterten Bild. Dieses Bild wird übrigens von BECKER und R. FENKART (Basel) noch durch diejenigen Regionen ionisierten Wasserstoffes (H II-Regionen) gefestigt, deren Distanzen sich auf optischem Wege ermitteln lassen. Überhaupt stimmen die Resultate von den optischen Astronomen, wie von B. BOK und Mitarbeitern (Tucson), S. McCUSKEY (Cleveland), G. COURTES und Mitarbeitern (Marseille), G. LYNKA (Lund), H. DICKEL und Mitarbeitern (Urbana) und anderen mit den BECKERSchen Spiralarmen gut überein, gleichgültig, ob sie die gesamte weitere Sonnenumgebung einbeziehen oder nur einzelne Gebiete auswählen, und gleichgültig, ob sie junge Sterne, interstellaren ionisierten Wasserstoff und Staub, Cepheiden oder sogar Pulsare betrachten. An einzelnen Stellen reichen die Beobachtungen noch nicht aus, Zweideutigkeiten oder Unterschiede in der Interpretation zu klären, aber im ganzen können innerhalb von 4000 pc die Orte, an denen in den letzten etwa 30 Millionen Jahren die Sternbildung ausschliesslich stattgefunden hat, recht befriedigend festgelegt werden.

In dieses Bild der optischen Spiralstruktur passen sich auch die wohl umstrittensten Gebilde der Milchstrasse, die Sternringe, ein. Diese Ringe bestehen nach J. ISSERSTEDT und T. SCHMIDT-KALER (beide Bochum) aus jungen, gemeinsam entstandenen Sternen. Falls diese Gebilde wirklich reell sind, lassen sie sich bis weit über das galaktische Zentrum hinaus beobachten. Sie liefern dann eine wesentliche Erweiterung des heutigen Bildes über die Spiralstruktur, das nur einen Fehler hat: Es ist *zu* schön. Die Spiralarme reichen bis in das Zentrum der Milchstrasse, was nach dem LIN-SHU-YUANSchen Bild nicht sein darf. Vielleicht erheben aber gerade hier die Theoretiker ihren Einwand zu Unrecht, denn in einigen Galaxien (zum Beispiel M 100 und M 101) laufen die Spiralarme (jedenfalls die vom interstellaren Staub abgezeichneten) direkt bis ins Zentrum – eine Tatsache, die den Theoretikern in Basel nicht genügend vorgehalten wurde. Man wird mit Interesse die weitere Entwicklung der Erforschung der Sternringe abwarten müssen.

Eine Reihe von Arbeiten befassten sich sodann mit der Feinstruktur der Spiralarme. Von diesen sei die von A. BLAAUW (Groningen) erwähnt, der zeigte, dass in unserem lokalen Arm das Gas merkwürdig ruhig ist, dass die jungen Sterne sich aber turbulent bewegen. Ebenfalls dynamische, umfangreiche Untersuchungen trug M. MAYOR (Genf) vor.

Einige sehr wichtige Referate betrafen Spiralsysteme anderer Galaxien, so die von B. LYNDS (Tucson), W. W. MORGAN (Yerkes Observatory), B. A. WORONZOW-WELIAMINOW (Moskau) und anderen. Der Russe T. M. BORTCHKHADZE (Abastumani) wies überraschend nach, dass die übliche Meinung, nur zwei



Der lokale Präsident des Symposiums, W. BECKER (Basel).

Spiralarme würden im wesentlichen die Spiralstruktur ausmachen, bei manchen Galaxien offenbar nicht zutrifft. Besonders interessant ist, dass er gerade in NGC 1232, der Galaxie, die nach W. BECKER in den äusseren Teilen unserer Milchstrasse sehr auffallend ähnelt, vier und mehr getrennte Spiralarme nebeneinander fand.

Die Beobachtungen der Radioastronomen

Die Radioastronomen beobachten in unserer Milchstrasse hauptsächlich das interstellare Wasserstoffgas, und zwar sowohl in neutraler Form (H I), wie in ionisierter Form (H II). P. MEZGER berichtete über das gewaltige Beobachtungsmaterial von H II-Regionen in unserer Milchstrasse, das von ihm, von WILSON, GARDNER und MILNE in Virginia, am Massachusetts Institute of Technology und in Australien gewonnen wurde. Aber bisher können die Radioastronomen die Entfernungen von H II-Regionen nicht messen, so dass diese Daten noch nicht für einen direkten Nachweis der Spiralstruktur herangezogen werden können.

Über die Verteilung des neutralen Wasserstoffes referierten F. KERR, G. WESTERHOUT (beide Maryland) und der Argentinier C. VARSAVSKY. KERR bestätigte sein bereits mehrfach publiziertes Bild der Radiostruktur der Milchstrasse. Dieses stimmt mit dem optischen Bild nach wie vor sehr schlecht überein. Niemand weiss zur Zeit, warum der Wasserstoff offenbar

nicht an den gleichen Orten beobachtet wird, wo wir die jungen Sterne finden, und dies stellt wohl das Haupträtsel dar, das auch an diesem Symposium nicht gelöst werden konnte. Vielleicht beruht dies auf irgendeinem Fehler, und man neigt dazu, diesen eher den Radioastronomen in die Schuhe zu schieben, da diese die Entfernungen des neutralen Wasserstoffes nur auf indirekter Weise bestimmen können. Dass die Interpretation der Radioastronomen nicht eindeutig ist, zeigte jedenfalls H. WEAVER, der Schwiegersohn des grossen Schweizer Astronomen R. TRÜMLER, der eine völlig andere, höchst überraschende Deutung der bisherigen Radiobeobachtungen vortrug; er kommt mit seiner Darstellung den BECKERSchen Spiralarmen sehr nahe. Auch mit seiner Schlussfolgerung, dass der lokale Arm, in dem die Sonne liegt, ein auslaufender Nebenarm sei, können die optischen Astronomen einig gehen. WEAVERS Untersuchung ist noch in den Anfängen, und da er verschiedene Fragen noch nicht untersuchen konnte, vermochte er in Basel seine Radiokollegen nicht zu überzeugen.

Selbst für den spezialisierten Astronomen war es schwierig, in den langen, anstrengenden Sitzungen aus der grossen Fülle des dargebotenen Stoffes eine Synthese zu finden. Hierfür erwiesen sich Übersichtsreferate unter anderem von G. CONTOPOULOS (Chicago und Thessaloniki) und vom Altmeister J. OORT (Leyden) sowie eine brillante Schlusszusammenfassung von J. BOK als äusserst nützlich. Schon jetzt ist deutlich, dass auf dem Basler Symposium nicht nur eine vollständige Schau der bisherigen Ergebnisse

dargeboten wurde, sondern dass auch der Milchstrassenforschung für die kommenden Jahre Ziele abgesteckt worden sind. Der baldigen Herausgabe des Symposiumsberichtes durch W. BECKER und G. CONTOPOULOS darf mit Spannung entgegengesehen werden; er wird für lange Zeit eine sehr wichtige Quelle auf einem hochaktuellen Gebiete der Astronomie sein.

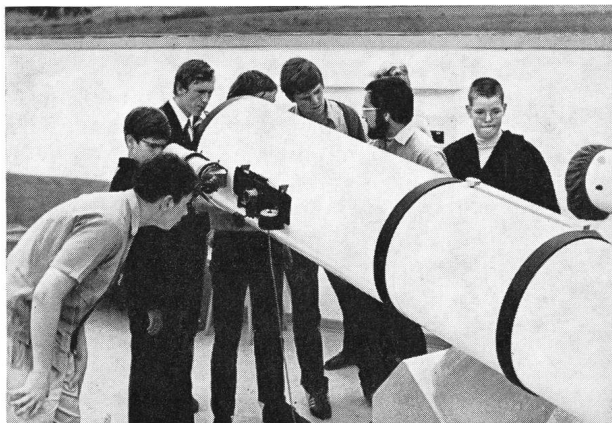
Den Kongressteilnehmern wurde etwas Entspannung auf einer Reihe von nicht-fachgebundenen Anlässen geboten, aber auch hier – oder gerade hier – fanden zahlreiche Meinungs austausche und Kontaktnahmen statt. Ein besonderer Anlass war ein von dem Musiker und Musikforscher A. WENZINGER zusammengestellter Konzertabend, bei dem hauptsächlich astronomiebezogene Musik dargeboten wurde, unter anderem Kompositionen von VINCENZO GALILEI, dem begabten Vater des genialen Sohnes. Eine weitere höchst wertvolle Bereicherung des Symposiums war eine von J. O. FLECKENSTEIN zusammengestellte Ausstellung astronomischer Manuskripte und Drucke aus den Schätzen der Basler Universitätsbibliothek. Was da an mittelalterlichen Handschriften und an Büchern von der Gründung der Basler Universität bis zur Neuzeit gezeigt wurde, liess nicht nur das Herz jedes Historikers höher schlagen, sondern zeigte, dass die Liebe und die Pflege der Astronomie in der Schweiz eine sehr alte Tradition hat.

Adresse des Verfassers: Dr. GUSTAV ANDREAS TAMMANN, Astronomisch-Meteorologische Anstalt der Universität Basel, Venusstrasse 7, 4102 Binningen / Mount Wilson and Palomar Observatories, 813 Santa Barbara Street, Pasadena, Calif. 91106, USA.

Das erste internationale astronomische Jugendlager

VON ROBERT BAGGENSTOS, Grenchen

Im vergangenen Sommer fand vom 12. bis 20. August auf einem Sportflugplatz bei Schmallingenberg im Sauerland (BRD) das erste internationale astronomische Jugendlager statt. Die Idee, ein solches Treffen zu organisieren, stammte von Herrn WERNER LIESMANN,



Teilnehmer des ersten internationalen astronomischen Jugendlagers besichtigen den 40 cm-Reflektor der Sternwarte Wetzlar.

einem initiativen Studenten aus dem Sauerland. Sie wurde sofort von einem lebhaften Echo seitens verschiedenster namhafter wissenschaftlicher und sozialer Gemeinschaften aus dem In- und Ausland unterstützt, und so konnte unter der Leitung von Herrn WERNER LIESMANN das erste Lager ausgeschrieben werden (ORION 14 [1969] Nr. 111, S. 55).

40 Jugendliche aus 5 Nationen nahmen an diesem Treffen teil. Ihr Alter lag zwischen 13 und 20 Jahren. Wegen der grossen Altersunterschiede wurde das Lager in zwei Arbeitsgruppen aufgeteilt: in «Anfänger» und «Amateure». Für die «Anfänger» fand ein Einführungskurs in die theoretische und praktische Astronomie statt, morgens und nachmittags je ca. 2 Stunden, wobei jeder Tag unter einem speziellen Thema stand (etwa «Sonne und Sonnenbeobachtung» oder «Einführung in die Astrophotographie») und von einem Spezialisten des entsprechenden Gebietes geleitet wurde. Dem Amateur stand es frei, an den Vorträgen und Diskussionen teilzunehmen, am eigenen Instrument zu arbeiten, das Photomaterial in der vorhandenen Dunkelkammer selber zu verarbeiten,