

Beobachtungsprogramme der Sternwarte Stuttgart in Zusammenarbeit mit astronomischen Organisationen

Laufende Beobachtungsprogramme

Sternbedeckungen durch den Mond

Das älteste Langzeitprogramm der Sternwarte Stuttgart (regelmäßige Bedeckungsbeobachtungen erfolgten bereits in der Vorkriegszeit) wurde auch im Berichtszeitraum 1981 bis 1995 weitergeführt und die Ergebnisse an das International Lunar Occultation Centre (ILOC) in Tokio, Japan, gesandt. Bei Zahl und Qualität der Beobachtungen ist eine erhebliche Leistungssteigerung zu verzeichnen. In der Zeit von 1971 bis 1980 belief sich die durchschnittliche Zahl der Beobachtungen auf 35 pro Jahr. Im Zeitraum von 1981 bis 1995 stieg die Beobachtungsleistung auf über 73 erfolgreiche Sternbedeckungsbeobachtungen pro Jahr an. (Siehe Tab. 1)

Tabelle 1

Beobachtung von Sternbedeckungen durch den Mond auf der Schwäbischen Sternwarte Stuttgart

| Jahr | Zahl der Beobachtungen | | | | | |
|------|------------------------|-----------------|------|--------|--------|----------------------------|
| | Gesamtzahl | davon Austritte | Marx | Farago | Beneke | Sonstige |
| 1981 | 34 | 2 | 30 | - | - | 4 (Handschuh) |
| 1982 | 27 | - | 26 | - | - | 1 (Quester) |
| 1983 | 31 | 1 | 31 | - | - | - |
| 1984 | 48 | 10 | 48 | - | - | - |
| 1985 | 33 | 1 | 31 | 2 | - | - |
| 1986 | 54 | 1 | 44 | 8 | 1 | 1 (Quester) |
| 1987 | 73 | 1 | 67 | 6 | - | - |
| 1988 | 79 | 1 | 44 | 17 | 10 | 4 (Epple) 4 (Idler) |
| 1989 | 74 | 7 | 51 | 23 | - | - |
| 1990 | 108 | 9 | 80 | 28 | - | - |
| 1991 | 83 | 4 | 36 | 47 | - | - |
| 1992 | 63 | 6 | 26 | 34 | 2 | 1 (Kempf) |
| 1993 | 135 | 7 | 61 | 72 | 2 | - |
| 1994 | 94 | 2 | 36 | 58 | - | - |
| 1995 | 165 | 21 | 58 | 105 | - | 1 (Schwarz) 1 (Fischer) |
| | 1101 | 73 | 669 | 400 | 15 | 17 |

Durch den Einsatz einer Videokamera mit ins Videobild eingespieltem Zeitzeichen ab dem Jahr 1993 konnte die Genauigkeit der Zeitbestimmung um eine Größenordnung gesteigert werden. Statt der bei visuellen Beobachtungen mit der Stoppuhr üblichen 0,1 - 0,2 sek. ist durch den Einsatz der Videoausrüstung nur noch mit einer Ungenauigkeit von + 0,01 sek. zu rechnen. Die Installation der Videoausrüstung wurde mit großem Engagement von Herrn Faragó durchgeführt. Dadurch ist die Sternwarte Stuttgart heute in der Lage, die Zeiten bei Sternbedeckungen

mit dem gleichen Genauigkeitsstandard zu messen, wie die meisten Profisternwarten. Die Beobachtungen werden beim ILOC analysiert und dienen dazu, die Theorie der Bahnbewegung des Mondes zu überprüfen und die Länge und Breite der Mondkoordinaten entsprechend zu korrigieren. Außerdem ist es möglich, kurzfristige Variationen der Erdrotation zu bestimmen. Eine Analyse der Sternbedeckungsbeobachtungen zeigte erstmals, daß die Erdrotation nicht gleichmäßig ist. Gegenwärtig arbeiten mehr als 500 Beobachter auf der ganzen Welt an diesem Programm mit. Pro Jahr werden weltweit durchschnittlich 10000 Zeitbestimmungen von Sternbedeckungen durch den Mond an das ILOC gesandt.

Streifende Sternbedeckungsbeobachtungen

Streifende Sternbedeckungen dienen dazu, die Genauigkeit des Mondrandprofils in den nördlichen und südlichen Randzonen des Mondes zu steigern. Sie erfordern einen erhöhten Aufwand, da zu ihrer Beobachtung Expeditionen zu der vorherberechneten Linie unternommen werden müssen, auf der der Mondrand gerade noch den Stern bedeckt. Da der Mondrand wegen der meist gebirgigen lunaren Landschaft unregelmäßig geformt ist, kann es auf dieser Linie zu zahlreichen Aus- und Eintritten des Sterns hinter die verdeckende Mondscheibe kommen. Ordnet man senkrecht zu dieser Linie mehrere Beobachtungsstationen an, so ist es möglich, bei Zusammenfassung der Messungen ein hochgenaues Profil des Mondrandes abzuleiten. (siehe auch Abb. 1). Nach vier erfolgreichen Expeditionen in den siebziger und frühen achtziger Jahren waren danach mehrere witterungsbedingte Fehlschläge zu verzeichnen, die die Beobachtungstätigkeit auf diesem Feld erlahmen ließen. Erst in den Jahren 1994/1995 wurde wieder verstärkt auf diesem Sektor gearbeitet, mit dem Ergebnis, daß gleich drei erfolgreiche Expeditionen im Jahr 1995 durchgeführt werden konnten. Die spektakulärste und von der Zahl der Ein- und Austrittsbeobachtungen ergiebigste war zweifellos die Beobachtung der streifenden Bedeckung von Spica in San Giovanni i. P. nahe Bologna in Italien am 12. Mai 1995, an der neun Beobachter der Sternwarte Stuttgart teilnahmen.

Sternbedeckungen durch Kleinplaneten

Die vor allem zwischen Mars und Jupiter um die Sonne kreisenden Planetoiden können wie der Mond ab und zu Fixsterne bedecken. Die Größe der etwa 5000 Kleinplaneten, deren Bahnen mit ausreichen-

der Genauigkeit bekannt sind, liegt zwischen 1000 Kilometern und wenigen Kilometern. Entsprechend klein ist der Schattenkegel, der über die Erde zieht. Die Unsicherheit von mehreren tausend Kilometern in der Bahnlage läßt die Beobachtung dieser Ereignisse zu einer Art kosmischem Lotteriespiel werden. Daher war bei den etwa 40 Beoberkungskampagnen, welche von Ottó Faragó und Harald Marx im Zeitraum von 1980 bis 1995 durchgeführt wurden, nur ein Treffer (Brixia) und ein naher Vorbeigang (Minerva).

Liegen von der Bedeckung eines Sterns durch einen Kleinplaneten von verschiedenen Beobachtungsorten Ein- und Austrittszeiten vor, so kann die Form dieses Himmelskörpers aus diesen Beobachtungen abgeleitet werden.

Vorhersagen dieser Bedeckungsereignisse (Abb. 2)

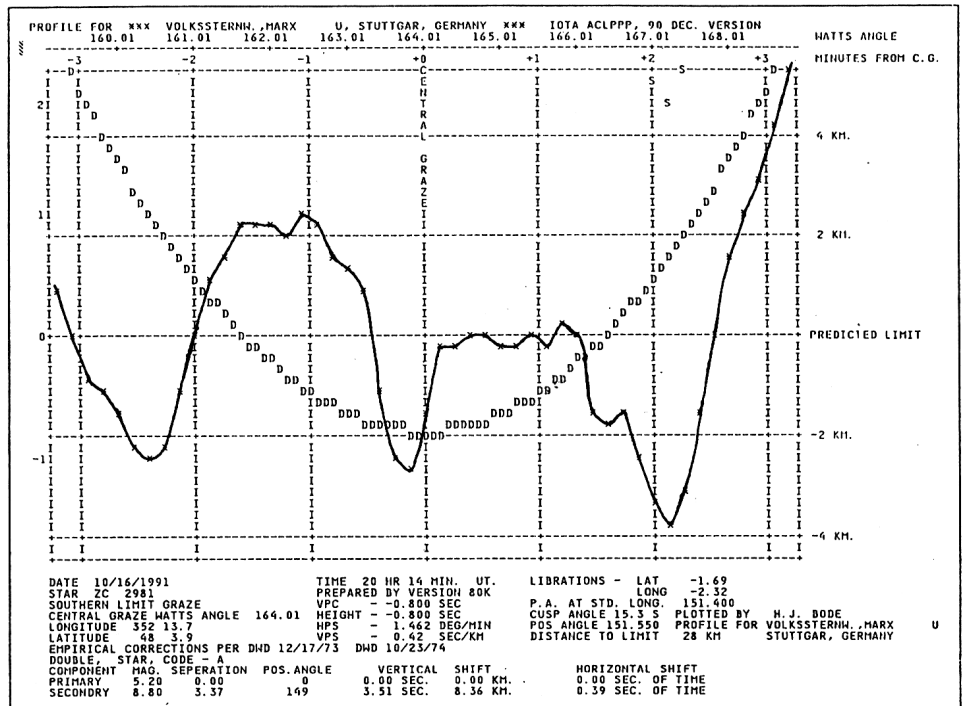


Abbildung 1: Zur Vorbereitung von Expeditionen zur Beobachtung streifender Sternbedeckungen werden von der IOTA Mondrandprofile und sonstige wichtige Daten an die Beobachtungsstationen versandt.

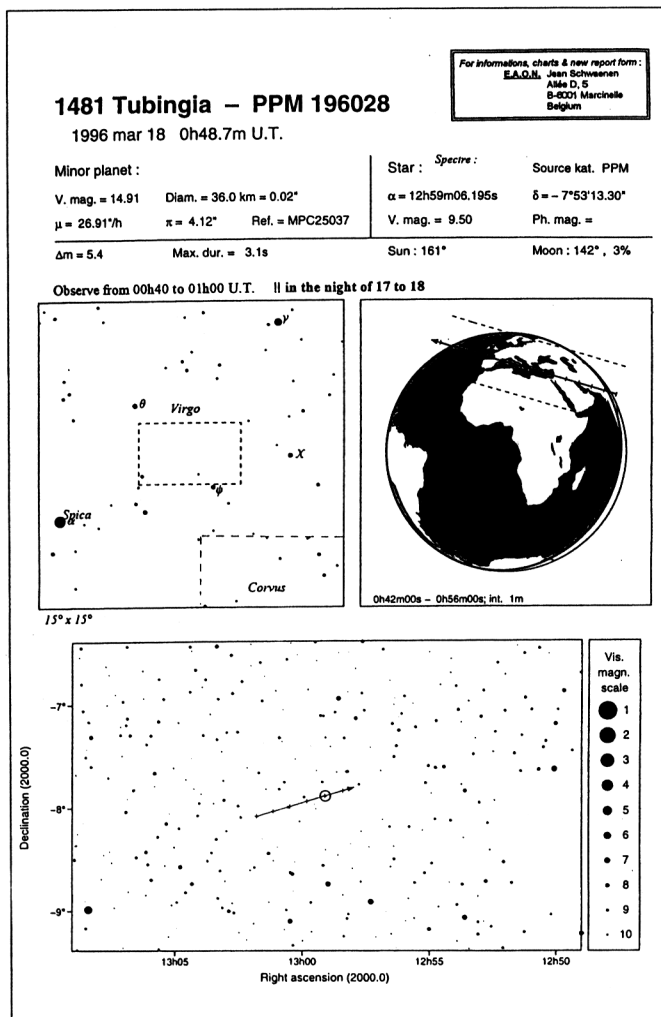


Abbildung 2: Vorhersage eines Bedeckungsereignisses durch einen Kleinplaneten

erhält die Sternwarte von der International Occultation and Timing Association - European Section (IOTA-ES) und des European Asteroidal Occultation Network (EAON). Die Beobachtungsergebnisse werden diesen beiden Organisationen mitgeteilt und von diesen weiter ausgewertet.

Am 27.10.1986 wurde der Stern AGK 3 +2° 0008 von dem Kleinplaneten 93 Minerva bedeckt. Dieses Ereignis konnte von einem Beobachter in der Schweiz gemessen werden. In Stuttgart (Beobachter: Marx) und in Nordspanien fand keine Bedeckung statt, so daß der Durchmesser von Minerva in Nord-Süd-Richtung auf <150 km eingegrenzt werden konnte - vermutet waren 170 km. Der Kleinplanet 521 Brixia bedeckte den Stern SAO 147658 am 23. Oktober 1989 innerhalb einer Zone, die Süddeutschland, die Schweiz, Nordfrankreich und den Süden von England kreuzte. Insgesamt 6 Beobachter (darunter Ottó Farago und Harald Marx von der Sternwarte Stuttgart) meldeten ein positives Ergebnis. Daraus konnte das Randprofil des Planetoiden sowie seine Position mit großer Genauigkeit (+ 0,004 in Rektaszension und + 0,011 in Deklination) abgeleitet werden. Wie aus Abbildung 3 zu erkennen ist, scheint der Kleinplanet Brixia ein elliptischer Körper von etwa 100 x 130 km zu sein.

Beobachtung von Miraveränderlichen

Auch die Überwachung von Mirasternen wurde von Harald Marx im Berichtszeitraum weitergeführt. Insgesamt wurden in den letzten 15 Jahren etwa 23000 Einzelschätzungen der Helligkeit von über 240 Ster-

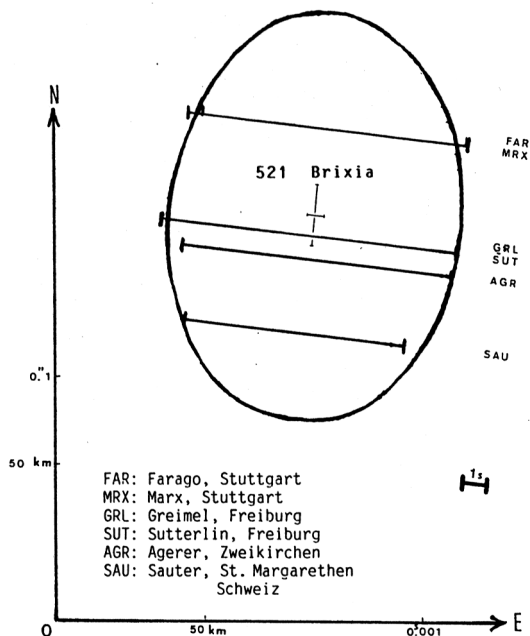


Abbildung 3: Ableitung der Form des Kleinplaneten 521 aus Bedeckungsbeobachtungen des Sterns SAO 147658, welche am 23. Oktober 1989 von 6 Beobachtern aus Deutschland und der Schweiz gewonnen wurden.

nen dieses Veränderlichentyps durchgeführt. Aus diesen Daten konnten ca. 1700 Lichtkurven erstellt und daraus 1100 Maxima und 600 Minima abgeleitet werden. Diese Ergebnisse wurden der Bundesdeutschen Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne e.V. (BAV) zur Verfügung gestellt. Die Einzelschätzungen wurden in monatlichen Berichten der American Association of Variable Stars Observers (AAVSO) übersandt, die weltweit die Überwachung von Veränderlichen, vor allem dieses Typs, koordiniert.

Abgeschlossene Beobachtungskampagnen im Rahmen der HIPPARCOS-Mission

Im Vorfeld und im Verlauf der Hipparcos-Mission ergab sich die Gelegenheit an zwei interessanten internationalen Beobachtungsprojekten mitzuarbeiten. Zuerst soll jedoch eine kurze Beschreibung von Ziel und Zweck der HIPPARCOS-Mission vorangestellt werden.

Im August 1989 wurde der Satellit „HIPPARCOS“ (High Precision PARallax Collecting Satellite) gestartet. Die HIPPARCOS-Mission war ein rein europäisches Unternehmen und das erste Weltraumexperiment zur Gewinnung hochgenauer Messungen von Positionen, Distanzen und Eigenbewegungen von Sternen. Durch einen Fehler im Apogäums-Raketennotor erreichte der Satellit nicht die beabsichtigte geostationäre Bahn, so daß eine komplette Neuprogrammierung der Missionsoperationen notwendig wurde.

Obwohl nur auf 2 1/2 Jahre ausgelegt, arbeitete HIPPARCOS 4 Jahre und 1 Woche. Am 15. August 1993

endete die Mission. Nach Abzug der Testzeiten sammelte der Satellit mehr als drei Jahre lang hochgenaue Sternmessungen, so daß alle ursprünglichen Ziele voll erreicht wurden. Beim eigentlichen HIPPARCOS-Experiment konnten ungefähr 120 000 sorgfältig ausgesuchte Sterne mit einer Genauigkeit von weniger als $\pm 0,002$ (mehr als das zehnfache der Genauigkeit erdgebundener Beobachtungen) und einer Helligkeitsgenauigkeit von $\pm 0,003m$ gemessen werden. Beim TYCHO-Experiment konnten mehr als 1 Million Sterne mit einer Lagegenauigkeit von $\pm 0,03$ und einer photometrischen Genauigkeit um $\pm 0,03m$ gemessen werden. Die Resultate von HIPPARCOS werden 1997 den Wissenschaftlern zur Verfügung stehen und stellen, das kann ohne Abstriche gesagt werden, einen Meilenstein im Verständnis der Struktur und Evolution unserer Galaxis dar. Außerdem steht dann den Astronomen ein umfassender und homogener Katalog von hochgenauen Positionen und Helligkeiten zur Verfügung.

Das Doppelstern-Identifizierungs-Programm

Die Vorbereitung des HIPPARCOS-Input-Catalogue basiert, was Doppelsterne anbelangt, auf dem „Catalogue of Components of Double and Multiple Stars“ (CCDM, Dommaget 1985). Im Verlauf dieser Arbeiten stellten J. Dommaget und P. Bacchus eine Liste mit Doppelsternen zweifelhafter Existenz, unsicherer Identität oder grob unsicherer Lage zusammen. Für diese Objekte war eine Wiederidentifikation am Himmel und eine darauffolgende Positionsbestimmung notwendig. Die meisten dieser Sterne waren seit über 50 Jahren nicht mehr beobachtet worden, einige seit über 100 Jahren nicht mehr oder überhaupt nur einmal (bei der Entdeckung). Da die meisten dieser Objekte mit Teleskopen von einer Öffnung von 30 cm erreichbar waren, wurden Arbeitsgruppen von Amateurastronomen in verschiedenen Ländern ins Leben gerufen, um die Wiederidentifikation der Sterne durch visuelle Beobachtung am Fernrohr vorzunehmen. Dazu wurde der Himmel in Deklinationszonen eingeteilt und die einzelnen Zonen verschiedenen Ländern zugeteilt:

| | |
|-----------------|----------------|
| Australien : | -- 90 bis - 40 |
| Spanien : | -- 40 bis - 30 |
| Frankreich | -- 30 bis + 30 |
| Belgien + BRD : | + 30 bis + 90 |

Die deutsche Gruppe umfasste 20 Mitglieder, darunter Michael Handschuh und Harald Marx von der Sternwarte Stuttgart. Der Koordinator der Gruppe war Dr. H. U. Bastian vom Astronomischen Rechen-Institut in Heidelberg. Vom August 1986 bis Mai 1987 konnten auf der Sternwarte in Stuttgart 53 Doppelsterne identifiziert, auf den Sucherkarten (siehe Abb.

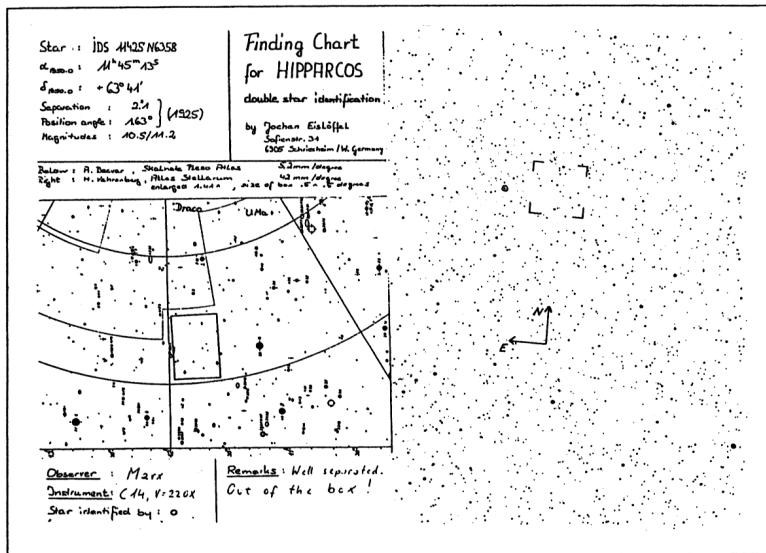


Abbildung 4: Aufsuchkarte für die HIPPARCOS-Doppelstern-Identifizierung

4) markiert und diese an Dr. Bastian gesandt werden. Beim Astronomischen Rechen-Institut wurden die Positionen der Sterne dann mit Hilfe eines Plattenmeßgeräts auf Platten des Palomar Observatory Sky Survey (POSS) vermessen und die Ergebnisse an die Arbeitsgruppe Doppelsterne im HIPPARCOS-Eingabekatalog-Konsortium (INCA) geschickt, zum Einbau in die HIPPARCOS-Datenbank. Die Ergebnisse wurden außerdem in einer Veröffentlichung des Astronomischen Rechen-Instituts, ("66 Newly-Identified Double Stars", Mai 1987) niedergelegt. Darüberhinaus wurde die Arbeit auf dem IAU-Colloquium Nr. 98, "The Contribution of Amateurs to Astronomy", in Paris vorgestellt.

Das HIPPARCOS-Mira-Projekt

Auf Grund einer Anregung von Emile Schweitzer von der Association Francaise des Observateurs d'Etoiles Variables (AFOEV), sich an einem Beobachtungsprogramm von Mirasternen zur Überprüfung und Verbesserung der Lichtkurven dieser Sterne zu beteiligen, wurden 1988 von Harald Marx Aufrufe zur Beobachtung von Miraveränderlichen im BAV-Rundbrief und in der Zeitschrift „Sterne und Weltraum“ (SuW 7/8 1988) veröffentlicht. Die Verantwortung für das HIPPARCOS-Mira-Programm lag in den Händen von Frau Menessier vom Laboratoire d'Astronomie in Montpellier, Frankreich. Da für die Messung der HIPPARCOS-Programmsterne nicht nur die relativ genaue Position ($\pm 1''$), sondern auch die ungefähre Helligkeit ($\pm 0,5m$) benötigt wurde, versuchte Frau Menessier mit Hilfe einer Analyse der Lichtkurven von anfangs 66 Programmsternen zu einer Vorhersage der Helligkeit dieser Sterne zu ei-

nem bestimmten Zeitpunkt zu gelangen. Da sich das Helligkeitsverhalten der Mirasterne innerhalb gewisser Grenzen ändert, mußten die Sterne laufend überwacht werden - auch während des Arbeitsprogramms des Satelliten - um immer über den Helligkeitsstand der Veränderlichen informiert zu sein und die Beobachtungsprogramme danach auszurichten. Die Beobachtungen im deutschsprachigen Raum wurden in Zusammenarbeit mit der BAV durch Harald Marx gesammelt und die Daten nach Frankreich übermittelt. So konnten von September 1989 bis August 1993 insgesamt 9232 Einzelschätzungen der Projektsterne gewonnen und an Frau Menessier weitergeleitet werden. Das Beobachtungsprojekt, an dem auch die AAVSO mit Unterstützung der

NASA teilnahm, war ein großer Erfolg internationaler Zusammenarbeit unter Amateurastronomen. Weltweit wurden über 250 000 Einzelschätzungen im Rahmen des HIPPARCOS-Mira-Projekts durchgeführt. Während am Anfang über 30 Prozent der Mirasterne bei den Vorhersagen Abweichungen von mehr als 0,5m gezeigt hatten, waren es gegen Ende des Projekts deutlich weniger als 15 Prozent. Beteiligte Beobachter im deutschsprachigen Raum (ohne die Beobachter des Arbeitskreis Veränderliche der früheren DDR):

| | | |
|-------------------|------|-------------------|
| Michael Dahm | 1083 | Einzelschätzungen |
| Peter Enskonatus | 88 | " |
| Michael Grünanger | 92 | " |
| Jan Gensler | 70 | " |
| Günter Krisch | 568 | " |
| Wolfgang Kriebel | 160 | " |
| Michael Möller | 171 | " |
| Günter Marekfa | 262 | " |
| Gisela Maintz | 518 | " |
| Harald Marx | 3232 | " |
| Thomas Posch | 13 | " |
| Jochen Pietz | 2975 | " |
| 12 Beobachter mit | 9232 | Einzelschätzungen |

Trotz dem durch die Lichtverschmutzung der Stadt stark aufgehellten Himmel kann es also gelingen, Beobachtungen von wissenschaftlichem Wert auch mitten in einer Großstadt wie Stuttgart zu gewinnen. Vor allem bei der Durchführung langfristiger Beobachtungsprogramme ist dies für den Amateurastronomen mit vergleichsweise bescheidener Ausrüstung auch heute noch durchaus möglich.

Harald Marx