Ergebnisse der Himmelsüberwachung in Zimmerwald

Autor(en): **Wild, Paul**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern**

Band (Jahr): **32 (1975)**

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-319590

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Paul Wild

Ergebnisse der Himmelsüberwachung in Zimmerwald

Einleitung

Die Sternwarte Zimmerwald des Astronomischen Instituts der Universität Bern wurde 1955/56 gebaut. Während der ersten drei Jahre war in ihr die kleinere Schmidt-Kamera des Instituts montiert (Öffnung 25 cm, Brennweite 40 cm); im Herbst 1959 konnten die größere Schmidt-Kamera (Öffnung 40 cm, Brennweite 104 cm) und das Cassegrain-Teleskop (Öffnung 60 cm, effektive Brennweite 13 m) installiert werden. Als erstes Arbeitsprogramm für die Schmidt-Kamera war schon lange eine systematische Suche nach Novae, Supernovae und andern interessanten veränderlichen Sternen vorgesehen.

Unabhängig von diesem Plan begann ich, während meiner Assistenzzeit bei Prof. F. Zwicky, auf den guten Rat von Dr. M. L. Humason, mit der 18-Zoll-Schmidt-Kamera des Palomar-Observatoriums Supernovae zu suchen. Im Frühjahr 1954 entdeckte ich kurz nacheinander ihrer zwei, in den Galaxien NGC 5668 und 4214. Ihre Spektren wurden erstmals mit dem Hale-Teleskop (5-Meter-Spiegel) photographiert und wiesen interessante Besonderheiten auf. Im Herbst desselben Jahres fand ich eine weitere Supernova (in NGC 5879) sowie eine schwache gewöhnliche Nova in der Milchstraße. Darauf beschloß Prof. Zwicky, eine neue Supernovasuche zu organisieren, an der sich – im Gegensatz zu seiner eigenen ersten (1936 bis 1942) – jetzt mehrere Observatorien beteiligen sollten.

Prof. M. Schürer interessierte sich von Anfang an dafür, und als ich im Sommer 1955 in die Schweiz heimkehrte, ermöglichte er es mir – mit Hilfe des Schweizerischen Nationalfonds –, die in Pasadena begonnenen Arbeiten, insbesondere die Supernovasuche, in Bern fortzusetzen. Die 25-cm-Schmidt-Kamera war damals in der alten Privatsternwarte von Herrn W. Schaerer auf der Uecht ob Niedermuhlern untergebracht. Das Beobachten war umständlicher als im jetzigen Neubau; doch konnten wir dort den ersten vollständigen Satz von Aufnahmen der rings um den Himmel verteilten Suchfelder gewinnen.

Im Herbst 1956 wurde die 25-cm-Schmidt-Kamera ins neue Observatorium Zimmerwald gebracht, und 1957 gelangen hier zwei Funde: Am 2. März entdeckte Prof. M. Schürer eine Supernova 14. Größe im Spiralnebel NGC 2841, und am 19. Oktober fing ich den Kometen 1957 f. Auf den rund 450 Aufnahmen von 1958 und bis Frühling 1959 fanden wir hingegen nichts Neues.

Die 40-cm-Schmidt-Kamera steht seit Oktober 1959 in Betrieb, mit periodischen kurzen Unterbrüchen zur Reinigung und Neujustierung. In diesen 14 Jahren entdeckte ich mit ihr 24 Supernovae, 3 Kometen und etwa 40 Kleinplaneten. Vor der Beschreibung dieser Objekte dürften wohl einige allgemeine Erläuterungen zur Beobachtungsmethode am Platze sein:

Da die Bildfläche einer Schmidt-Kamera nicht eben ist, sondern eine Kugelkalotte, arbeitet man (besonders bei kurzer Brennweite) wesentlich leichter mit Planfilm als mit Platten. Aus Filmblättern von 13 × 18 cm stanzen wir in der Dunkelkammer die Kreise von 13 cm Durchmesser, für die unsere Kassetten konstruiert sind. Der Film wird in der Kassette ringsum $^1/_2$ cm breit festgeklemmt, so daß ein Durchmesser von 12 cm zur Belichtung frei bleibt; das entspricht einem Felddurchmesser von $6\,^2/_3$ Grad am Himmel. Auf den meisten Sternwarten sind die hochempfindlichen Kodak-Spezialemulsionen für Astronomie im Gebrauch (103a-O, 103a-E, 103a-F, IIa-O, IIIa-J usw.), deren Spektralempfindlichkeiten auf die in der Astronomie üblichen Helligkeitssysteme abgestimmt sind. Auf Planfilm sind sie aber nur in so großen Mindestquanten zu haben, daß der größte Teil uns vor Gebrauch verderben müßte.

Sie sind für uns auch zu teuer, wenn wir bedenken, daß zum Beispiel nur etwa jede 80. Suchaufnahme wirklich eine Supernova birgt. Wir verzichten daher auf die spezielle Spektralempfindlichkeit und benützen nur im gewöhnlichen Handel erhältliche panchromatische Emulsionen. Leider ändern die Photofirmen ihre Fabrikationsprogramme und Bezugsbedingungen ziemlich oft, so daß auch wir von Zeit zu Zeit auf andere Materialien umstellen müssen. Im Laufe der Jahre verwendeten wir für die Supernovasuche folgende Filmsorten: Ilford HP3, HPS, FP3 und HP4, Agfa Isopan Record, Kodak Royal X und Tri X.

Zum Durchsuchen von Himmelsaufnahmen bedient man sich auf den meisten Observatorien eines Blinkkomparators. In unserer Werkstatt sind zwei solche Apparate konstruiert worden (wovon einer für die Expo 1964 in Lausanne). Ich benutzte sie eine Zeitlang für die Supernovasuche, kehrte dann aber zur einfachsten Methode zurück: Die abzusuchende neueste Aufnahme wird direkt auf den älteren Vergleichsfilm gelegt, und die beiden werden, leicht gegeneinander verschoben, in durchscheinendem Licht mit einer Binokularlupe betrachtet und «zeilenweise» miteinander verglichen. Unter günstigen Umständen – vor allem wenn die beiden Bilder auf gleicher Emulsion gleich zentriert und gleich exponiert sind – dürfte zwar die Blinkmethode zuverlässiger sein; sie ist aber viel umständlicher, hauptsächlich weil die genaue Deckung der beiden Bilder beim geringsten Eingreifen (z. B. beim Markieren verdächtiger Objekte oder beim Wegwischen von Staubkörnern) gestört wird.

Das ärgste Hindernis beim photographischen Suchen nach «neuen» Himmelskörpern bilden die Defekte der Emulsion. Es finden sich manchmal auf einem einzigen Film Dutzende oder gar Hunderte von Schwärzungen, die nicht von der Exposition in der Kamera stammen, aber den Bildern von Fixsternen, von Kleinplaneten oder von Kometen zum Teil täuschend ähnlich sehen. Wir haben bis heute nie genauer untersucht, ob diese falschen Bilder in der Fabrik, beim Transport oder in unserer Dunkelkammer entstehen. Ihre Häufigkeit scheint nicht in erster Linie vom Alter der Filme abzuhangen, ihre Struktur ist verschieden von Schachtel zu Schachtel. Die einzige gute Möglichkeit, solche Fehler unschädlich zu machen, ist offenbar, jede Aufnahme doppelt herzustellen. Zu diesem Zweck wurde in unserer Werkstatt ein genaues Gegenstück zur 25-cm-Schmidt-Kamera konstruiert, und das Doppelinstrument ist jetzt in der neuen Sternwarte von Dr. W. Schaerer auf der Uecht installiert. Wir haben im Sinn, die Supernovasuche nach und nach ganz dorthin zu verlegen. Auch aus diesem Grunde könnte gegenwärtig eine Übersicht über die in Zimmerwald erfolgten Entdeckungen angebracht sein.

1. Supernovae

Die systematische Supernovasuche erstreckt sich über 71 Felder, in denen insgesamt rund 3000 Galaxien überwacht werden können. Die Überwachung ist allerdings ungleichmäßig und lückenhaft. Die 50 bis 60 klaren mondscheinlosen Nächte, die uns im Mittel pro Jahr beschieden sind, könnten zwar bei geschickter Verteilung der Beobachtungen etwa so weit ausreichen, daß uns keine «entdeckbare» Supernova, die heller als 15^m wird, ganz entgehen sollte. («Entdeckbar» soll bedeuten, daß die Supernova in einem unserer Suchfelder aufleuchte, das um jene Zeit mindestens einige Stunden lang nachts über unserm Horizont stehen muß, und daß sie sich photographisch genügend von ihrer Umgebung abhebe, z. B. also nicht im sehr hellen Zentralgebiet einer Galaxie erscheine.) Wesentlich schwächere Supernovae dagegen, die nur gerade im Maximum ihres Lichts während kurzer Zeit für uns sichtbar werden, können unbemerkt in den zu langen Intervallen zwischen unseren Beobachtungen aufleuchten; die vielen schwachen, fernen Galaxien in unserer Suche sind daher nicht kontinuierlich überwacht. Eine weitere

Unregelmäßigkeit stammt von der natürlichen Neigung des Beobachters, die reichsten Nebelfelder (z. B. das Gebiet des Virgo-Haufens) stets zuerst zu photographieren, weil dort die Chancen einer Entdeckung am größten scheinen. Abseits stehende Einzelgalaxien kommen dann besonders bei veränderlichem Wetter oft zu kurz. (So scheint es z. B. von der sehr interessanten Galaxie NGC 6946 aus dem ganzen Jahr 1969 bloß zwei Aufnahmen zu geben, in Asiago, und die darauf vermutete Supernova wird immer ein wenig ungewiß bleiben.) Aus all diesen Gründen ist es nicht einfach, aus einer «minimalen» Supernovasuche wie der unsrigen – die mehr auf schnellen Erfolg denn auf Vollständigkeit angelegt ist – etwa die vielgesuchte und vielumstrittene «Häufigkeit der Supernovae» zu bestimmen. (Dieser Begriff wäre ohnehin in mehr als einer Hinsicht exakter zu definieren.)

Die nachstehende Liste aller von mir seit 1959 mit der 40-cm-Schmidt-Kamera in Zimmerwald entdeckten Supernovae enthält folgende Angaben: Offizielle Bezeichnung (Jahreszahl und Buchstabe, wie bei den Kometen); NGC-Nummer der Galaxie, in der die Supernova erschien; Typ dieser Galaxie; photographische

Supernova	Galaxie (NGC)	Typ der Galaxie	$m_{Max.}$	Typ der Supernova	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$
1960 h	4096	S(B)c	14.0	I	67″ E	114″ N
1961 f	3003	Sbc	13.1	IV	34 E	17 N
1961 l	3221	Sm	< 17.5		19 W	53 N
1961 p	Anon.	Sc	14.3	I	0 EW	36 S
1961 u	3938	Sc	13.7	II	81 E	104 N
1961 v	1058	Sc	12.2	V	76 E	17 N
1962 j	6835	SBa?	13.6	I	42 W	23 S
1963 j	3913	Sc	13.7	I	5 W	12 S
1963 o	5905	SBb	< 15.9	(I)	60 W	12 S
1963 p	1084	Sc	14.0	I	33 E	8 S
1964 a	3631	Sc	< 17.0	V	74 W	92 N
1964 l	3938	Sc	13.3	I p	3 W	31 N
1965 l	3631	Sc	< 16.0	(II)	43 W	64 N
1965 m	7606	Sb	< 16.0		25 W	55 N
1966 e	4189	Sc	14.8	(II)	20 W	36 N
1966 j	3198	SBc	< 13.2	I oder II	100 W	165 S
1968 d	6946	Sc	< 13.5	II	45 E	20 N
1968 x	4939	Sbc	< 16.0		35 W	8 N
1969 b	3556	SBc	< 14.2	(II)	82 W	14 S
1970 c	Anon.	Sc	< 16.0		9 W	29 N
1970 l	2968/70	I0/E	< 15.5		120 E	75 N
1972 r	2841	Sb	< 16.0	I ?	46 W	70 S
1973	4939	Sbc	< 16.0		17 E	6 S
1973	7495	S(B)c	< 15.5	I	14 W	7 S

Maximumshelligkeit der Supernova (ohne Klammer: beobachtet / in Klammern: abgeschätzt / < bedeutet «heller als»); Typ der Supernova (soweit bekannt); Koordinaten der Supernova, bezogen auf das Zentrum ihrer Muttergalaxie.

Wir verfügen leider bis heute in der Schweiz nicht über ein großes Teleskop, mit dem die in Zimmerwald entdeckten Supernovae während ihres Abklingens lange weiterverfolgt werden könnten, und vor allem auch über keinen Spektrographen. Daher müssen wir uns auf das *Auf*suchen beschränken und das genauere *Unter*suchen freundlichen Kollegen an größeren Sternwarten überlassen. Was in den nachfolgenden Eläuterungen von der wissenschaftlichen Bedeutung einzelner Zimmerwalder Supernovae steht, ist vor allem der unermüdlichen Arbeit der Astronomen von Asiago (Italien) und von Pasadena (Kalifornien) zu verdanken, wie auch aus den Literaturhinweisen hervorgeht.

1960 h:

entdeckt am 18. Juni 1960 von Humason (Palomar-Observatorium) und unabhängig davon am 20. Juni in Zimmerwald. Es sind nur wenige Beobachtungen bekannt, zum Teil wohl weil gerade damals die viel hellere Supernova in NGC 4496 alle Aufmerksamkeit beanspruchte.

1961 f:

entdeckt am 18. Februar 1961, kurz vor ihrem Maximum. Lichtkurve und Spektrum sind pekuliär. Sie ähneln denen gewisser Supernovae vom Typ II, doch hielt Zwicky die Unterschiede für bedeutend genug zur Einführung eines neuen Typs IV. Bis heute ist indessen keine weitere Supernova dieser Art gefunden worden.

Bertola, Mammano und Perinotto: Contrib. Asiago 174.
Zwicky: Serie «Stars and Stellar Systems», Vol. VIII («Stellar Structure»), p. 367.

1961 l:

entdeckt am 16. Oktober 1961, offenbar lange nach dem Maximum. Es ist die schwächste Supernova, die ich fand, und sie wurde wegen ihrer ungünstigen Lage am Abendhimmel sehr wenig beobachtet.

1961 p:

entdeckt am 10. September 1961, in ihrem Maximum, in einer anonymen Galaxie bei 2^h32^m5 / 37°25′ (1950.0), im gleichen Feld wie die damals helle Supernova 1961 v in NGC 1058.

Bertola: Contrib. Asiago 128 und 153 (= A. J. *69*, 236).

1961 u:

entdeckt am 29. Dezember 1961, um die Zeit des Maximums; ausgiebig beobachtet.

Bertaud: L'Astronomie (B. S. A. F.) *79*, 133.
Bertola: Contrib. Asiago 135.
Zwicky: Serie «Stars and Stellar Systems», Vol. VIII («Stellar Structure»), p. 367.

1961 v:

entdeckt am 11. Juli 1961, bei $m_{pg} \simeq 14$. An eben jener Stelle war schon auf einigen unserer früheren Filme sowie auf den Palomar-Atlas-Blättern von 1951 und 1954 ein Stern von $m_{pg} = 17^1/_2$–18 zu sehen, den ich zunächst als unserer eigenen Milchstraße angehörig betrachten mußte. Ich konnte nicht entscheiden, ob er selber heller geworden oder zufällig fast genau hinter ihm eine Supernova in NGC 1058 aufgeleuchtet sei, und meldete daher «eine Supernova oder einen pekuliären Veränderlichen». Der Stern blieb lange Zeit fast gleich hell, steigerte im Dezember 1961 sein Licht noch um etwa $1^1/_2$ Größenklassen und wurde seither allmählich schwächer als je, mit längeren Zwischenstufen konstanter Helligkeit. Er erwies sich als identisch mit dem einstigen Stern 18. Größe. Mit den größten Teleskopen ist heute an jener Stelle noch eine leicht unscharfe Kondensation von $m_{pg} \simeq 22$ zu photographieren. Das Spektrum von 1961 v glich demjenigen einer hellen gewöhnlichen Nova kurz nach dem Maximum, außer daß die für gewöhnliche Novae charakteristischen verbotenen Emissionslinien nicht auftraten, vermutlich wegen weit größerer Masse und damit höherer Dichte der expandierenden Gashülle. Zahlreiche Emissions- und Absorptionslinien konnten identifiziert werden; und in den letzten Jahren haben die Arbeiten der Spektroskopiker an diesem Stern sehr anregend gewirkt für Identifikationen auch in Supernovaspektren vom Typ II und sogar vom Typ I, der bis vor kurzem noch allen Deutungsversuchen getrotzt hatte. Die Radialgeschwindigkeit des seltsamen Veränderlichen (+ 750 km/sec) ist viel zu hoch für einen Stern unserer Galaxis, dagegen noch einigermaßen vereinbar mit derjenigen des Zentrums von NGC 1058 (+ 440 km/sec). Komposita von Hale-Teleskopaufnahmen zeigten ferner, daß er genau an der Spitze eines weit ausragenden, feinen Spiralarmes sitzt. Zusammen machen es diese Beobachtungen zur Gewißheit, daß der Stern zu NGC 1058 gehört. Im Maximum war seine Leuchtkraft ungefähr gleich derjenigen der von Rosino 1969 in derselben Galaxie entdeckten normalen Typ-II-Supernova. Des Jahrzehnte dauernden Lichtanstiegs wegen muß also seine totale Ausstrahlung viel größer gewesen sein, so daß er zu Recht eine Supernova genannt wird. Zwicky führte dafür den Typ V ein. Die einzige andere auf Grund ihres Spektrums erkannte Supernova dieser Art ist 1964 a, ebenfalls in Zimmerwald entdeckt; doch ist anzunehmen, daß auch einige frühere, aber ungenügend beobachtete derselben Klasse angehören. Als Prototyp kann der berühmte Stern η Carinae in unserer eigenen Milchstraße gelten, der auf ähnliche Weise vom 17. bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts sehr viel heller wurde und dann wieder verblaßte. In der Hoffnung, in einigen hellen Nachbargalaxien ähnliche Sterne von hoher Leuchtkraft und sehr langsamer Veränderlichkeit zu finden, durchmusterte ich im Mai 1964 die weit zurückreichenden Plattenarchive in der Badischen Landessternwarte auf dem Königstuhl ob Heidelberg. Die Suche war erfolglos, doch gedenke ich sie mit anderem geeignetem, umfangreicherem Material einst zu wiederholen.

Bertola: Contrib. Asiago 142, 159 und 171.
Bertola und Arp: P. A. S. P. *82*, 894.

Branch und Greenstein: Ap. J. *167*, 89.
Zwicky: Ap. J. *139*, 514.
Zwicky: Serie «Stars and Stellar Systems», Vol. VIII («Stellar Structure»), p. 367.

1962 j:

in Zimmerwald entdeckt am 29. August 1962, nahe ihrem Lichtmaximum, und zur gleichen Zeit auch von Bertaud in Meudon.

Bertola: Contrib. Asiago 182.

1963 j:

entdeckt in Zimmerwald am 21. Mai 1963, und zwei Tage zuvor von Zwicky in Pasadena. Die beiden Entdeckungen erfolgten nicht ganz unabhängig voneinander: Bertaud (Meudon) hatte mich gebeten, eine vermutete Supernova zu prüfen, und ich leitete den Hilferuf, lange andauernden schlechten Wetters wegen, auch an Zwicky weiter. In der nächsten Schönwetterperiode entlarvte aber Bertaud seine vermeintliche Supernova als Plattenfehler, während Zwicky und ich in einer nicht weit davon abstehenden anderen Galaxie (NGC 3913) eine wirkliche Supernova fanden, die gerade das Maximum überschritten hatte und heller als der ganze Spiralnebel schien. Zwicky konnte am Hale-Teleskop ausgezeichnete Spektren (Typ I) mit hoher Auflösung gewinnen. Laut seiner privaten Mitteilung war in den Emissionsbanden zeitlich veränderliche Detailstruktur zu erkennen.

Bertola: Contrib. Asiago 182.
Chincarini und Margoni: Contrib. Asiago 149.
Zwicky: Ann. d'A. ph. *27*, 300.

1963 o:

entdeckt am 17. August 1963. Der steile Lichtabfall von 1^m5 in 11 Tagen sowie die hohe absolute Helligkeit von $-17^1/_2$ lassen auf Typ I schließen, doch fehlt direktere Evidenz.

Bertola, Mammano und Perinotto: Contrib. Asiago 174.

1963 p:

entdeckt am 18. September 1963, kurz nach der Rückkehr vom Colloque International sur les Novae et Supernovae, Observatoire de Haute-Provence. Den Kollegen von dieser großen französischen Sternwarte verdanke ich die schnelle Bestätigung dieser Supernova, als sich unser Wetter unerwartet verschlechterte. Das Lichtmaximum trat erst etwa eine Woche später ein.

Bertola, Mammano und Perinotto: Contrib. Asiago 174.
Zwicky: Ann. d'A. ph. *27*, 300.

1964 a:

entdeckt am 3. Februar 1964. Dieses war die zweite (und bis jetzt letzte) «in flagranti» ertappte Supernova vom Typ V (siehe 1961 v). Im übrigen ist von ihr wenig bekannt (siehe auch 1965 l).

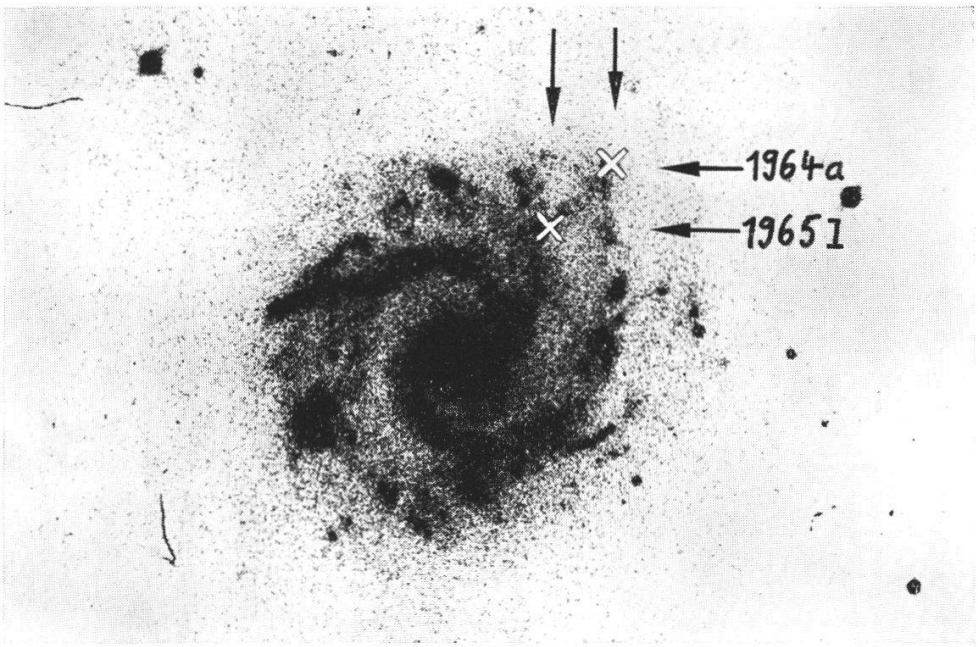
1964 l:

entdeckt am 9. Dezember 1964, im Lichtmaximum; nach 1961 u die zweite in Zimmerwald gefundene Supernova in NGC 3938.

Bertaud: L'Astronomie (B. S. A. F.) *79*, 133.
Bertola, Mammano und Perinotto: Contrib. Asiago 174.

1965 l:

entdeckt am 29. September 1965, vermutlich einige Zeit nach dem Maximum; zweite in Zimmerwald in NGC 3631 gefundene Supernova, im Abstand von nur 1½ Jahren nach 1964 a. Es dünkt mich bemerkenswert, daß die beiden ausgerechnet an den Enden einer auffälligen Querverbindung zweier Spiralarme erschienen (s. Abb.). Eine Untersuchung der Bewegungsverhältnisse in jenem



Gebiet würde sich vielleicht lohnen. Solche Querverbindungen könnten Teile umfassender Sonderstrukturen sein (siehe 1966 e).

Ciatti und Barbon: Contrib. Asiago 254.

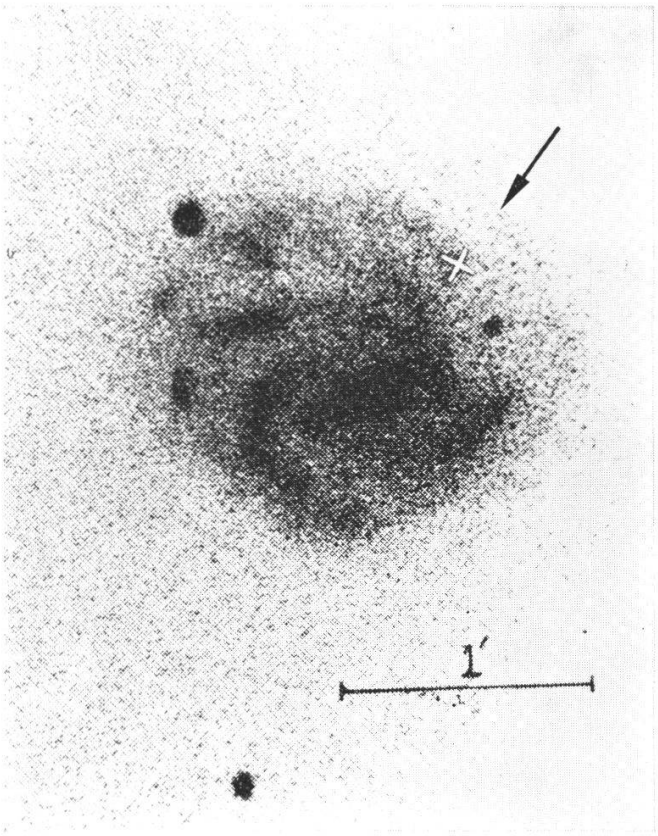
1965 m:

entdeckt am 4. Oktober 1965, im Maximum oder knapp zuvor; wenig beobachtet. Zur möglicherweise besonderen Lage dieser Supernova siehe unter 1966 e.

1966 e:

entdeckt am 12. Juli 1966, um die Zeit ihres Maximums. Das Gebiet des Virgo-Haufens war schon weit an den Westhimmel gerückt; deshalb wurde auch diese Supernova nur spärlich beobachtet. Sie scheint mir indessen besonders interessant ihrer Lage halber. Kowal hatte 1964 (A. J. *69*, 757) auf kreisrunde «Löcher» (mit hellem Kern) in einigen Spiralnebeln hingewiesen und sie als Bedeckungen durch

intergalaktische Dunkelwolken gedeutet, aber auch die Möglichkeit erwähnt, sie könnten reelle Störungen der Spiralstruktur sein. Sein bestes Beispiel war der auffällige dunkle Flecken auf der Westseite von NGC 4189. In eben dieser Galaxie leuchtete die Supernova 1966 e auf, und zwar genau am Rande der Störung (an der in der Abbildung mit × bezeichneten Stelle, wo der unterbrochene Spiralarm



wieder ansetzt). Es dünkt mich unwahrscheinlich, daß das ein reiner Zufall sein sollte; vielmehr glaube ich, daß ein Vorgang von wesentlich höherer Energie als eine Supernova den Spiralarm gestört hat und noch weiter stört und daß die Explosion der jetzt beobachteten Supernova direkt oder indirekt davon ausgelöst wurde. Das «Loch» in NGC 4189 dürfte ein (vielleicht jüngeres) Analogon sein zu dem riesigen Wasserstoffring in der Großen Magellanschen Wolke, der ebenfalls einen Emissionsnebel im Zentrum hat und auf seinem Umkreis zwei Supernovaüberreste trägt. Westerlund und Mathewson haben in ihrer Arbeit über diese Überreste (M. N. *131,* 371, 1966) ungefähr die gleiche Vorstellung entwickelt und auch auf Haywards Publikation über große Ringstrukturen in Galaxien (P. A. S. P. *76,* 35, 1964) hingewiesen. Von Bedeutung ist wohl auch, daß gerade in NGC 6946, also der Galaxie, welche in den letzten Jahrzehnten am meisten beobachtete Supernovae hervorgebracht hat, ein ähnliches Gebilde wie der Wasserstoff- (und Stern-) Ring in der Magellanschen Wolke zu sehen ist (Hodge, P. A. S. P. *79,* 29, 1967). In den letzten Jahren untersuchte ich die eventuelle Besonderheit der Lage von rund 50 Supernovae in Galaxien mit genügend erkennbarer Struktur. Es ließ

sich kein ebenso deutlicher Fall wie in NGC 4189 finden. Verdächtig und daher näherer Untersuchung wert scheinen mir die Supernovae 1937 c in der Zwerggalaxie IC 4182 (wo aber vielleicht bloß die Unregelmäßigkeit der Form eine Störung vortäuscht), 1965 m in NGC 7606 (in der Nähe eines auffälligen «Loches» mit diffusem Rand) und möglicherweise auch diejenige von 1973 in NGC 7495 (ähnliche Struktur wie in 4189?). Auch die Supernova 1945 a in NGC 5195 (Begleiter von M 51) und 1963 k in NGC 3656 leuchteten in pekuliären Regionen auf, wo aber die Strukturen verwickelter aussehen (siehe auch die Bemerkungen zu 1965 l). In allen diesen Fällen könnten detaillierte radioastronomische Untersuchungen über Verteilung und Strömung des Wasserstoffs wohl besseren Aufschluß geben; dazu jedoch sind die meisten dieser Galaxien vorläufig noch zu weit weg.

1966 j:

entdeckt am 20. Dezember 1966, vermutlich etwa einen Monat nach ihrem Maximum. Diese helle Supernova wurde auf mehreren Observatorien gut studiert. Ihr Spektrum enthielt charakteristische Emissionen sowohl des Typs I als auch des Typs II, so daß die Klassifikation umstritten ist. Ferner machte Mustel darauf aufmerksam, daß die Intensitätsminima im Spektrum sehr gut mit den Absorptionslinien der Nova DQ Her (1934) übereinstimmen. Dies gab neuen Auftrieb den Versuchen, Supernovaspektren im wesentlichen als Absorptionsspektren zu deuten.

Chalonge und Burnichon: Contrib. IAP Paris B 349 (= J. O. *51*, 5, 1968).
Chincarini und Perinotto: Contrib. Asiago 205.
Mustel: Astronom. Zirkular 674 (1972; russisch).

1968 d:

entdeckt am 29. Februar 1968, als vierte Supernova in NGC 6946 seit 1917. Am gleichen Tag wurde sie auch von Dunlap mit der Bildwandler-Kamera photographiert, die in Corralitos (New Mexico) speziell für eine schnellere Supernovasuche installiert wurde. Nachträglich fand sie sich dort, sogar noch etwas heller, schon auf einer Aufnahme vom 6. Februar.

1968 x:

entdeckt am 27. November 1968, tief am Morgenhimmel, vermutlich längere Zeit nach ihrem Maximum.

1969 b:

entdeckt am 7. Februar 1969 in Zimmerwald und am 10. von Balász in Budapest. Auf stark exponierten Aufnahmen verbarg sie sich, trotz ihrer nicht geringen Helligkeit, in einem der zahlreichen Emissionsknoten ihrer Muttergalaxie NGC 3556. Auch kürzere Expositionen helfen in solchen Fällen nur, wenn man sich rechtzeitig auch einen Satz unterbelichteter Vergleichsaufnahmen angelegt hat.

Nachträglich wurde diese Supernova in Asiago auch auf einigen Platten vom 18. bis 21. Januar gefunden. Photometrie war wegen der hellen Umgebung des Sterns schwierig. Spektren fehlen; absolute Helligkeit und rascher Abstieg deuten auf Typ II.

Ciatti und Barbon: Contrib. Asiago 254.

1970 c:

entdeckt am 10. März 1970, in anonymer Galaxie (Sc) bei $12^h58^m0 / -6°12'$ (1950.0). Wenig beobachtet, offenbar ihrer geringen Helligkeit wegen.

1970 l:

entdeckt am 31. Oktober 1970, mitten auf der schwachen Lichtbrücke, die NGC 2968 und 2970 miteinander verbindet. (Die Koordinaten in der Liste sind auf NGC 2968 bezogen). In ähnlichen Lagen wurden schon drei oder vier Supernovae gefunden. Das bedeutet offenbar, daß sogar in den Lichtbrücken – die wahrscheinlich Gezeiteneffekte sind – entweder massive Objekte oder weit entwickelte Sterne vorkommen.

1972 r:

entdeckt am 5. Dezember 1972, nur 4″ von einem permanenten Stern 18. Größe. Wenn dies auch in der Entfernung von NGC 2841 einem minimalen Abstand von fast 1000 Lichtjahren entspricht, so könnte es dennoch interessant zu wissen sein, ob jener konstante Stern unserer Milchstraße angehört (als Zwerg) oder der Galaxie NGC 2841 (als Überriese). Die Supernova ist die dritte in jenem System beobachtete und die zweite in Zimmerwald entdeckte (nach 1957 a, entdeckt am 2. März 1957 von Prof. M. Schürer). Ob das Lichtmaximum im November oder im Dezember 1972 eintrat, ist noch nicht klar; bis jetzt bekannt gewordene photometrische und spektroskopische Evidenz ist widersprüchlich.

1973:

entdeckt am 22. Mai 1973, kurz nach der Rückkehr von der International Conference on Supernovae in Lecce (Apulien). Es ist die zweite in Zimmerwald gefundene Supernova in NGC 4939 (siehe 1968 x). Ergebnisse ihrer weiteren Beobachtung sind noch unbekannt.

1973:

entdeckt am 3. September 1973, rund 10 Tage nach ihrem Maximum (laut Mitteilung von Prof. L. Rosino über das Spektrum, Typ I). NGC 7495 ist ein wenig zu weit entfernt, als daß auf den Palomar-Atlasblättern die Struktur seiner Spiralarme genau genug zu erkennen wäre. Aufnahmen mit größeren Teleskopen sollten zeigen, ob nicht etwa die weitere Umgebung der Supernova ähnlich gestört ist wie in NGC 4189 (siehe 1966 e).

2. *Eruptive Veränderliche oder intergalaktische Supernovae*

Wir fanden auch einige temporäre Sterne fern von Galaxien, denen sie eindeutig zuzuordnen wären. Helligkeitsminimum oder Normallicht war in allen diesen Fällen schwächer als $m_{pg} = 21$; keiner der Sterne war im Palomar-Atlas zu sehen. Unserer Schmidt-Kamera blieben sie je einige Wochen erreichbar (d. h. heller als etwa 17^m); dann fielen sie rapide ab.

α_{1950}	δ_{1950}	Helligkeit und Zeit des Maximums		Bemerkungen
$15^h07^m28^s$	$+55°39'.5$	15^m	September 1964	1)
13 45 57	− 30 53.7	13 1/2–14	März 1970	2)
9 06 19	+ 44 58.8	13 1/2	März 1972	3)
22 56 13	+ 10 53.1	13 1/2	Oktober 1972	

1) Abgebildet und beschrieben in: Kl. Veröff. der Remeis-Sternwarte Bamberg, Bd. IV, Nr. 40 (1965), p. 177.
2) Bestätigt von Sersic (Cordoba).
3) Auf Palomar Mountain wurde das Spektrum photographiert. Laut privater Mitteilung eines amerikanischen Kollegen präsentierte es ein reines Kontinuum, solange der Stern hell war; während des sehr schnellen Abklingens dagegen kamen schließlich Emissionslinien zum Vorschein. Ein solches Verhalten ist charakteristisch für eine Art von UGem-Sternen.

Die vier Sterne dieser Liste sind wahrscheinlich Novoide in unserer Milchstraße. Wiederholungen ihrer Ausbrüche sind jedoch bis jetzt nicht festgestellt worden. Es ist auch denkbar, daß gelegentlich Supernovae im intergalaktischen Raum so aufleuchten. Einzig die Spektren könnten sicheren Aufschluß geben.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß ich auf unsern Aufnahmen im Laufe der Jahre auch eine Anzahl noch nicht registrierter Veränderlicher anderer Typen (größtenteils langperiodische) markieren konnte, doch nahm ich mir bis jetzt nicht Zeit und Mühe, sie genauer zu studieren. Dazu wären Aufnahmen durch Filter oder auf den teuren Spezialemulsionen nötig.

3. *Kometen*

Wer systematisch den Sternenhimmel nach irgend etwas absucht, visuell oder photographisch, wird gelegentlich einen unerwarteten Kometen finden. Die Zimmerwalder Supernovasuche hat bis heute vier solche eingebracht. Ihre Bahnelemente sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Bezeichnung	e	q	Ω	i	ω	T	
1957 f	1	0.5391	210°.19	156°.72	277°.62	Dezember	5.129
1960 b	0.65452	1.9269	359.02	19.69	166.73	März	17.344
1967 c	1	1.3272	306.15	99.10	173.27	März	2.529
1968 f	1	2.6091	208.50	135.17	101.69	März	31.252

1957 f = 1957 IX (Latyshev-Wild-Burnham):

mit der 25-cm-Schmidt-Kamera in Zimmerwald gefunden am 19. Oktober, unabhängig aber auch in Turkmenien und in Arizona, sowie von Prof. Finsler in Zürich, dessen Namen schon die Kometen 1924 II und 1937 V tragen. (Er wurde aber diesmal, als vierter Entdecker, nach Konvention bei der Namengebung nicht mehr berücksichtigt.) 1957 f war ein absolut schwacher Komet und nur dank seinem geringen Abstand von der Erde (Δ = 0.13 AE) überhaupt während wenigen Tagen zu beobachten. Seinen raschen Lauf durch Cetus und Aquarius (bis 16° pro Tag) konnte man sogar schon mit einem Feldstecher verfolgen. Seine Helligkeit war $6–7^m$ in der größten Annäherung, sank dann aber sehr schnell. Es sind keine physikalischen Untersuchungen an ihm bekannt geworden.

1960 b = 1960 I (P/Wild):

entdeckt am 27. März, in Leo, und ungefähr ein Vierteljahr lang beobachtet. Dieser kurzperiodische Komet hat eine Umlaufszeit von 13.29 Jahren und ist mit Apheldistanz 9.24 AE eines der vier bekannten Mitglieder der Saturn-Familie (also entweder von Saturn selber «eingefangen» oder von einem andern großen Planeten ihm «zugespielt»). Bei seiner Rückkehr in Sonnennähe im Frühling 1973 blieb er der Erde ferner als 1960 und erreichte deshalb nur Helligkeit 19^m. Trotzdem fand und verfolgte ihn Elizabeth Roemer in Tucson wieder. Seine Bahn kann damit als sicher bekannt gelten.

1967 c = 1967 III (Wild):

entdeckt am 11. Februar, nicht weit vom Himmelsnordpol. Sein Lauf durch Auriga, Taurus und Orion wurde auf mehreren Sternwarten genau verfolgt, aber für gute physikalische Untersuchungen war auch 1967 c nicht hell genug (10. bis 14. Größe).

1968 f = 1968 III (Wild):

wurde am 17. Oktober, mehr als ein halbes Jahr nach dem Periheldurchgang, in Pisces gefunden, als 15. Größe. Er hätte schon über ein Jahr lang auf seinem gemächlichen Gang über den Nordhimmel entdeckt werden können (es sei denn, er wäre zuvor aus unbekanntem Grund viel schwächer gewesen). Bemerkenswert war die Verdoppelung oder Spaltung des Kerns, die Frl. Roemer an diesem Kometen feststellte, als er sich etwa 3.5 AE von der Sonne befand.

4. Kleinplaneten

In Supernovasuchfeldern, die in der Nähe der Ekliptik liegen (z. B. in Aquarius–Pisces–Cetus und in Leo–Virgo), werden um die Zeit der Opposition jeweilen zahlreiche Kleinplaneten gefunden. Die meisten lassen sich anhand der jährlich publizierten Ephemeriden leicht identifizieren. Genaue Positionen eines bereits bekannten Planetoiden messe und melde ich bloß, wenn er ausdrücklich als vermehrter Beobachtung bedürftig bezeichnet ist. Fast regelmäßig tauchen aber auch nicht identifizierbare auf, die ich so lange als möglich verfolge, damit sichere Bahnen gerechnet werden können. Schlechtes Wetter und Mondschein vereiteln allerdings oft den Erfolg bei Objekten, welche die Grenzhelligkeit unserer Aufnahmen (etwa $17^1/_2{}^m$) nur knapp übersteigen. Nur wenige der als neu gemeldeten Kleinplaneten sind wirklich noch nie zuvor gesehen worden; den meisten können – sobald die Bahnen genau genug bestimmt sind – alte, ehemals nutzlose Einzelbeobachtungen aus der Kartothek der Kleinplanetenzentrale in Cincinnati/Ohio zugeordnet werden. Im folgenden seien die Hauptdaten aller in Zimmerwald entdeckten Kleinplaneten zusammengestellt. Es sind nur approximative Elemente zur Veranschaulichung der Bahnen angegeben.

a) Benannt:

(1657) Roemera = 1961 EA

Benannt zu Ehren der unermüdlichen Kometen- und Kleinplanetenforscherin Elizabeth Roemer in Tucson/Arizona, die manches interessante Objekt mit großen Teleskopen weiterverfolgt, wenn es kleinen Instrumenten unzugänglich geworden ist. So hat sie auch diesen Planetoiden gesichert, der uns zuerst durch seine hohe nördliche ekliptikale Breite aufgefallen war (eine Folge großer Bahnneigung und Exzentrizität).

$a = 2.349 / e = 0.234 / \Omega = 105\overset{\circ}{.}3 / i = 23\overset{\circ}{.}5 / \omega = 53\overset{\circ}{.}0$

(1687) Glarona = 1965 SC
= 1959 PG = 1954 UB2 = 1954 TB = 1948 RD1 = 1948 QN = 1945 EA
= 1942 PD = 1931 RB1.

Benannt nach dem Glarnerland, in dem ich aufwuchs.

$a = 3.154 / e = 0.179 / \Omega = 93\overset{\circ}{.}4 / i = 2\overset{\circ}{.}6 / \omega = 321\overset{\circ}{.}6$

(1748) Mauderli = 1966 RA

Benannt zu Ehren von Prof. Sigmund Mauderli (1876–1962), Direktor des Astronomischen Instituts der Universität Bern 1921 bis 1946, der jahrzehntelang im Auftrag des Astronomischen Recheninstituts Bahnverbesserungen und Störungen zahlreicher Kleinplaneten rechnete. (1748) Mauderli gehört zur Hilda-Gruppe, deren Umlaufszeit $^2/_3$ derjenigen des Jupiters beträgt.

$a = 3.919 / e = 0.234 / \Omega = 125\overset{\circ}{.}7 / i = 3\overset{\circ}{.}3 / \omega = 203\overset{\circ}{.}1$

(1768) Appenzella = 1965 SA = 1942 TH = 1934 PM

Für das Appenzellerland benannt anläßlich der 150-Jahr-Feier der Außerrhodischen Kantonsschule in Trogen, 1971.

$a = 2.451 / e = 0.182 / \Omega = 12^\circ.6 / i = 3^\circ.3 / \omega = 18^\circ.1$

b) Numeriert, aber noch unbenannt:

(1773) = 1968 HE
= 1957 MD = 1954 UX1 = 1953 JB = 1951 YK1 = 1949 FF = 1945 EE = 1941 BS = 1930 GB

$a = 2.435 / e = 0.130 / \Omega = 74^\circ.4 / i = 5^\circ.4 / \omega = 166^\circ.9$

(1775) = 1969 JA = 1953 TE2 = 1952 HB2 = 1952 HD

$a = 2.606 / e = 0.182 / \Omega = 196^\circ.0 / i = 12^\circ.6 / \omega = 83^\circ.1$

(1803) = 1967 CA = 1931 DL

Bemerkenswert für die Kombination von hoher Neigung und Exzentrizität, die ihn in Deklinationen bis -66° führt.

$a = 2.349 / e = 0.247 / \Omega = 337^\circ.2 / i = 21^\circ.6 / \omega = 253^\circ.0$

(1830) = 1968 HA

$a = 2.310 / e = 0.097 / \Omega = 142^\circ.9 / i = 3^\circ.7 / \omega = 101^\circ.5$

(1831) = 1968 HC

$a = 2.239 / e = 0.128 / \Omega = 72^\circ.3 / i = 5^\circ.6 / \omega = 182^\circ.5$

(1838) = 1971 UC

$a = 3.208 / e = 0.032 / \Omega = 44^\circ.2 / i = 22^\circ.0 / \omega = 96^\circ.4$

(1839) = 1971 UF = 1968 BA = 1962 XW

$a = 2.797 / e = 0.169 / \Omega = 51^\circ.0 / i = 10^\circ.2 / \omega = 349^\circ.2$

(1844) = 1972 UB

$a = 3.015 / e = 0.052 / \Omega = 99^\circ.6 / i = 11^\circ.8 / \omega = 73^\circ.2$

(1845) = 1972 UC = 1971 OR

$a = 2.970 / e = 0.054 / \Omega = 142^\circ.6 / i = 10^\circ.7 / \omega = 327^\circ.5$

c) Noch nicht numeriert, aber mit gesicherter Bahn:

1972 XA:

das bis jetzt hellste und daher vermutlich größte Apollo-Objekt (so werden die Kleinplaneten genannt, die bis ins Innere der Erdbahn laufen). Er kommt alle 13 Jahre der Erde bis auf etwa 0.1 AE nahe, entging aber offenbar wegen der ungewöhnlich hohen Bahnneigung jedesmal der Beobachtung, bis zur letzten Begegnung und seiner zufälligen Entdeckung in Zimmerwald am 5. Dezember

1972. Besonders interessant waren in jenen Tagen seine Lichtschwankungen von wenigen Minuten Periode. Er muß wohl ein länglicher oder unregelmäßiger Körper sein, der rasch rotiert. Mit großen Teleskopen kann 1972 XA auch in größerer Entfernung photographiert werden. Es ist anzunehmen, daß er bald offiziell numeriert wird; der Name ist schon reserviert (Sisyphus).

$a = 1.894 / e = 0.540 / \Omega = 63\overset{\circ}{.}2 / i = 41\overset{\circ}{.}1 / \omega = 292\overset{\circ}{.}9$
$U = 2.606$ Jahre $/ q = 0.871$

d) Knapp gesichert; weiterer Beobachtung bedürftig:

Objekt	a	e	Ω	i	ω
1968 HB [1])	2.687	0.066	105°6	5°9	168°8
1969 RA	2.705	0.068	321.7	11.5	17.5
1971 SD	2.461	0.090	315.4	14.0	93.7
1971 UD	2.709	0.052	64.4	10.1	240.7
1971 UE [2])	2.157	0.101	105.9	4.3	234.2
1972 PA	2.974	0.116	264.3	8.7	89.6
1973 EB [3])	1.937	0.099	356.6	22.7	217.4
1943 EB1 [4])	2.422	0.267	353.4	21.8	110.4

[1]) = 1946 GA = 1942 JD.
[2]) = 1952 UU = 1952 SV.
[3]) Gehört zur ziemlich großen Schar der Hungaria-Planetoiden, die bei knapp 2 AE auf schwach exzentrischen Bahnen von 20–25° Neigung laufen, 2:9 kommensurabel mit Jupiter.
[4]) Zufällig wiedergefunden im Januar 1973; neue Bezeichnung wurde noch nicht mitgeteilt.

e) Unsicher:

α) noch zu wenig lange bekannt: 1971 XA, 1972 RC, 1972 UA und 12 weitere von 1973.
β) weitere Verfolgung verpaßt: 1967 CB, 1968 SB, 1969 RB, 1969 TA.
γ) erste Beobachtungen zu fragmentarisch: 1965 SB, 1965 UB, 1966 VA, 1966 XA, 1968 HD, 1970 WF, 1970 WG, 1971 GA, 1971 WA, 1972 JA, 1972 TA.

Mit Aufnahmen in Zimmerwald konnte ich ferner im Laufe der letzten Jahre – oft von der Supernovasuche abschweifend – einige schon lange nicht mehr beobachtete oder gar vermißte Kleinplaneten wieder finden, so zum Beispiel zufällig (981) Martina und (1400) Tirela, und auf Grund ungefährer Ephemeriden (616) Elly, (879) Ricarda und (903) Nealley. – Im November/Dezember 1971 unternahm ich eine angestrengte, aber erfolglose Suche nach Apollo (1932 HA), längs eines weiten Himmelsstreifens, der von Marsden (Smithsonian Observatory) als wahrscheinliches Aufenthaltsgebiet errechnet war. Mit der 120-cm-Schmidt-Kamera der Palomar-Sternwarte lag Kowal der gleichen Arbeit ob. Unser beider Mißerfolg veranlaßte Marsden, die Suchephemeride für die Zeit der nächsten

möglichen Annäherung, Frühjahr 1973, etwas auszudehnen, und in dieser Erweiterung wurde Apollo im März 1973 auf der Harvard-Sternwarte tatsächlich wiedergefunden (nach 41 Jahren der Verschollenheit), auf der ersten Aufnahme eines langen Suchprogrammes! Drei Wochen zuvor hatte Kowal auf Palomar Mountain ein weiteres Apollo-Objekt gefunden (1973 EA), das aber wegen seiner beschleunigten scheinbaren Bewegung schon binnen kurzem verlorenzugehen drohte. Mit viel Glück konnte ich es in Zimmerwald zwei Wochen später wieder einfangen und die Beobachtungen fortsetzen, bis größere Teleskope es übernahmen. Die Bahnbestimmung ergab, daß dieses Objekt Kowal offenbar von allen bekannten Himmelskörpern am nächsten an die Erde heran gelangen kann.

Ausblick

Es ist zu hoffen, daß sich stets genug Beobachter auf der Sternwarte Zimmerwald einer möglichst breiten Himmelsüberwachung widmen werden. Die 40-cm-Schmidt-Kamera eignet sich dazu vorzüglich. Ebenso könnte sie mit guter Aussicht auf Erfolg in den nächsten Jahren an einigen geplanten intensiven Suchen nach verschollenen Kometen und Apollo-Asteroiden teilnehmen. Gelegentlich werden aber die Kamera und der fest mit ihr verbundene 60-cm-Cassegrain-Reflektor auch für andere Arbeiten frei sein müssen (z. B. Beobachtung von Satelliten, lichtelektrische Photometrie, stellarstatistische Untersuchungen). Darum wird es von Vorteil sein, die Supernovasuche jetzt schon so aufzuteilen, daß alle näheren Galaxien mit der 25-cm-Zwillings-Schmidt auf der Uecht überwacht werden. Dort wäre auch eine Suche nach gewöhnlichen Novae in unserer Milchstraße nicht ganz aussichtslos. Helle Novae ließen sich wahrscheinlich am schnellsten mit einer kleineren Kamera von noch wesentlich weiterem Gesichtsfeld finden; eine solche (eventuell sogar ein Ganzhimmelsspiegel) würde unser Instrumentarium gut ergänzen. – In Zukunft werden wir uns wohl auch selber intensiver dem Studium der in Zimmerwald gefundenen Objekte (vor allem der Supernovae kurz nach der Entdeckung) widmen müssen. Da ein großes schweizerisches Observatorium (z. B. auf dem Gornergrat) kaum so bald errichtet werden wird, sollten wir unsere eigene Ausrüstung erweitern, besonders für Photometrie. Eine dringliche Aufgabe ist das Aufstellen sekundärer photographischer Helligkeitssequenzen in möglichst vielen Supernovasuchfeldern. Ferner wäre zu prüfen, in welchen Wellenlängenbereichen sich die verschiedenen Typen von Supernovae am leichtesten mit direkter Photographie allein unterscheiden ließen.