

Investigation of clusters of galaxies.

III. An *U* band photometry in the central part of the Coma cluster

F. W. BAIER, Potsdam-Babelsberg

R. ZIENER, Tautenburg

Zentralinstitut für Astrophysik der Akademie der Wissenschaften der DDR

Received 1987 November 16

A photographic photometry in *U* was performed for 288 galaxies in the central field of the Coma cluster of galaxies.

Eine photographische Photometrie in *U* wurde für 288 Galaxien im Zentralfeld des Coma-Haufens durchgeführt.

Key words: clusters of galaxies — Coma cluster — photometry

AAA subject classification: 160

1. Introduction

The main methods to investigate the structures of clusters of galaxies are basing on simple galaxy counts. But clusters of galaxies are not ensembles of point masses. There is a large spectrum of masses of galaxies in clusters. Up to now only very few investigations of the distribution of masses in clusters exist. They are restricted to the problem of mass segregation in some clusters.

How to determine the masses of galaxies in clusters? We can derive the masses of individual galaxies from their luminosities with the help of known mass-to-luminosity ratios. Consequently, we must know the morphological types of galaxies. One way to determine these is to use the well known relationship between colour and morphological type (see also BAIER and ZIENER 1988).

But there is a problem connected with the applicability of the colour-type relation to clusters of galaxies. The colours of spirals in the Virgo cluster — and possibly in other clusters too — are slightly redder than for the field counterparts according to HOLMBERG (1958), KENNICUTT (1983), GUIDERDONI (1984) and others. But this problem needs further discussion. Therefore it is necessary to get more information about colours of galaxies in clusters.

There exists an extended series of photometric investigations of the Coma cluster in the colours *B*, *V*, and *R*, for instance by ROOD and BAUM (1968), GODWIN and PEACH (1977), GODWIN et al. (1983), BAIER and ZIENER (1986), and YAMAGATA (1986).

On the other hand, a relative small sample of 176 galaxies has been investigated in the *U* band in the whole cluster area. 72 of them are located in the central cluster field of $0.32 \square^\circ$ as investigated by ROOD and BAUM (1968). These *U* band measurements have been performed by different authors (STROM and STROM 1978; BOTHUN et al. 1984, 1985; KORMENDY 1977; LUGGER 1984; SANDAGE 1972a, 1972b; SANDAGE and VISVANATHAN 1978a, 1978b; TOMOV 1978, 1979; VARDANJAN and TOMOV 1980; VAUCOULEURS 1959a, 1959b, 1961, 1977; VAUCOULEURS et al. 1976; WEVERS et al. 1986).

Therefore we started an extended photometry in the *U* band for the Coma cluster on Tautenburg Schmidt plates. As a first step, we will present a photometry in the *U* band for 288 galaxies in the central part of the Coma cluster.

2. Observational material and data reduction

The photometry was performed by means of the microphotometer of the Zentralinstitut für Astrophysik. The device and methods were described in two papers by FRITZE et al. (1977, 1978). The plates were taken with the 52inch Schmidt-telescope of the Karl Schwarzschild Observatory in Tautenburg. The corresponding informations are given in Table 1.

The plates were calibrated by means of a continuous wedge as described by ZIENER (1979). The investigated field ($0.32 \square^\circ$) was scanned with the microphotometer and reduced with the software system described in the above mentioned papers (FRITZE et al. 1977, 1978), too. The size of the scanning diaphragm was $40 \mu\text{m} \times 40 \mu\text{m}$.

We determined our *U* magnitudes by shifting our arbitrary scale to the *U* magnitudes, which were measured by STROM and STROM (1978). Our limiting magnitude is about 25 mag/ \square'' . In this connection we want to remark, that there is no colour equation between our Tautenburg and JOHNSON's *U* magnitudes.

Table 1
Plate material

Plate number	Emulsion	Filter	Epoch	Author
3390	103a-0	UG2	1972 march 14	ZIENER/LOCHNO
3417	103a-0	UG2	1972 march 16	BARTL/LOCHNO
3818	103a-0	UG2	1973 march 31	BÖRNGEN/LOCHNO

The comparison between the photoelectric U magnitudes given by STROM and STROM (U_{pe}) and our corresponding photographic U band magnitudes (U_T) integrated within circles of the same projected sizes as the photoelectric apertures for the plate 3417 is given in Fig. 1.

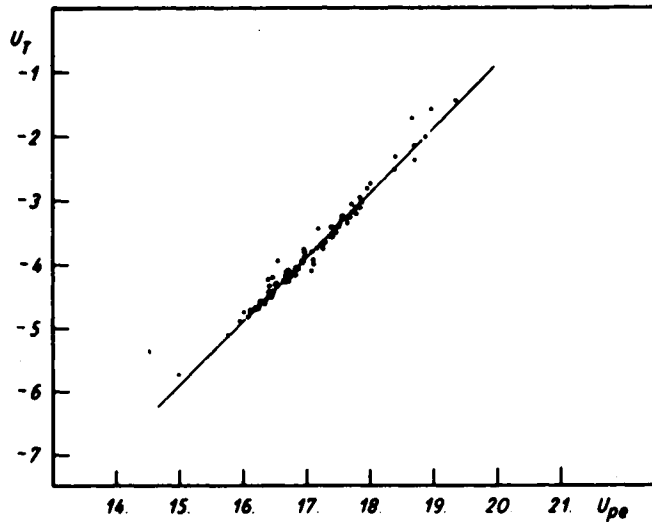


Fig. 1. Comparison between the photoelectric U magnitudes given by STROM and STROM and our corresponding photographic U magnitudes.

The linear regression for 26 galaxies yields to

$$U_{pe} = 0.99U_T + 20.85 \\ \pm 0.01 \quad \pm 0.18$$

For the two other plates the values are in the same order, therefore we assume for all three plates a scale factor 1.00.

3. The catalogue

Our magnitudes together with the galaxy numbers of GODWIN and PEACH (GP) and ROOD and BAUM (RB) are given in Table 2.

Table 2
 U band magnitudes for 288 galaxies in the central field of the Coma cluster.

GP-no	RB-no	U	GP-no	RB-no	U	GP-no	RB-no	U
176	127	18.60	204		19.72	233		19.38:
178	126	18.47	206		19.36	235		19.02::
180		19.54	208	N 4908	15.85 ¹⁾	236	113	17.04
183	125	19.96::	210	120	17.81 ¹⁾	237	I 4042	16.20
186	124	16.44	213		18.11	240	112	17.70
190		19.22	215		15.11	241	I 4041	16.80
192		14.44	217	I 4045	16.11	242	111	18.84
194	123	18.77::	221	119	17.22	244		19.76
195	N 4051	15.62:	224		19.65::	245	N 4906	16.11
198		16.84	225	118	18.11	247	110	16.65
199	122	18.09	226	117	19.91	250	108	19.73::
200	121	19.60	227	116	17.28	251	I 4040	15.67

Table 2 (cont.)

GP-no	RB-no	U	GP-no	RB-no	U	GP-no	RB-no	U
253	107	19.53	368		16.94	478	38	17.55
254	105	19.14:	373		16.82	479	37	17.98
257	106	19.23	374	76	19.08	480	144	18.06
258		16.46	375	75	— ³⁾	482		18.47
259	104	18.80	376	77	16.93:: ²⁾	483	36	19.57
261		20.35	377	74	17.31	484	35	18.84:
262		17.59	385	N 4886	16.06	485		19.74:
264		17.58	386		20.35	486	34	19.0 :: ¹⁾
269		18.80	387	163	19.24: ¹⁾	489	N 4874	14.89
271	178	18.92	391	73	18.50	491	31	18.05
272	179	19.20:	392	162	19.50: ¹⁾	492		19.0 :: ¹⁾
277	100	17.13	394	72	19.40	493	32	19.26
279	99	17.16	399		20.41	495		19.62:
286	96	18.65	402		20.63 ¹⁾	496	N 4872	16.48
287	98	19.18	403		18.84 ¹⁾	499	N 4873	16.29
290		18.84	404	71	19.07	500	234	17.64
293		19.54	408	69	19.10	501	29	18.90
296		19.34	409	158	20.20	502	I 3973	16.24
297	I 4026	16.45	413	68	18.36	503	30	19.90
301	95	18.91	414	67	20.58	504	25	20.69:: ¹⁾
302		19.66	415	66	18.59	505	27	20.29:
306		19.16	417		17.45	506	26	16.93
308		19.84	418	65	18.22: ¹⁾	507	28	19.18
309	172	19.40	419	64	17.26: ¹⁾	511	N 4871	16.33 ¹⁾
312		18.54	421		18.11	512	24	19.33
313	94	17.28	422	63	19.90	513	233	19.64:
314	102	18.79	423	N 4883	16.35	514	I 3976	16.75
315		17.78	424	155	17.32	515	23	20.26
316	171	19.12	430	58	18.38	520	22	17.84
317		18.66 ²⁾	432	60	17.76	521	21	17.70
318		— ³⁾	433	57	19.38::	522	142	19.66
319	93	16.62 ¹⁾	434	59	18.34	523	232	19.48
320		18.77	435	56	19.04:	526	231	18.74
321		20.35	436	55	17.99	530	17	19.64
322	N 4898	15.90 ¹⁾	437	153	18.66	531		20.23::
323	101	19.47	438		19.36	532	19	20.30:
324	91	17.52	439	54	19.29	533	18	17.53
326	N 4895	15.38	441		15.68	534	14	17.16
329		16.69	442	I 3998	16.96	536	230	17.23
330	170	19.44	443	52	18.81	537	11	18.46
332		16.64	444		19.40	538	13	17.45
338	90	19.23	445		19.30	540	140	18.07
339	89	18.85	446	50	19.28	542	12	18.78
340	87	16.86	447		19.16	543	10	17.25
341	88	18.92::	448	49	17.11	544	N 4869	15.87
343		18.60	450		18.73	545	9	19.27
347		20.34	451	48	18.58	548	228	19.04
348		17.51	452	N 4876	16.54	551	8	16.64
350	85	18.80	453	51	19.29	552	137	19.16
352	84	18.27 ¹⁾	457	47	18.14	553	7	18.11
353	81	20.62::	458	46	17.43	556	271	17.94
354	83	17.38	459	149	18.84	558	6	17.12
355	168	18.99::	461	45	17.29	559	5	18.76
356	82	16.60	463	44	18.61	560	N 4865	15.68
357	80	19.16 ¹⁾	464	43	17.19	561	4	19.71
358	166	17.87	468	41	17.87 ¹⁾	562	136	17.41
359	167	16.79	469	42	17.71	565	226	18.76
360	I 4012	16.70	470	147	19.11	569	135	19.44
361		17.97	471	146	19.00	572	3	19.59
362	N 4889	14.07 ¹⁾	472	148	19.06	573	2	20.86::
363	79	19.01	474	40	17.44	574	269	19.50:
366		16.89	476	39	18.39: ¹⁾	575	N 4867	16.23
367	78	19.52	477	N 4875	16.83	577	268	16.46

Table 2 (cont.)

GP-no	RB-no	U	GP-no	RB-no	U	GP-no	RB-no	U
580	I 3963	16.85	613		16.36	655	I 3946	16.05
582	1	19.31	618	216	19.06:	656	250	20.05
583	N 4864	15.59	619	260	17.75	658	205	20.08
585	267	18.69				659	249	19.32
588	223	18.66	621	215	19.56	662	201	19.66::
589	266	18.44	622	259	18.69	662a		19.56 ³⁾
590	265	19.05	624	214	17.54	663	204	18.61
591		19.30:	625	212	18.77			
592	222	19.56:	626	213	18.18	667	248	19.49::
594	I 3959	16.22	627		15.70	669	202	19.85
595	I 3957	16.74	628	258	19.70:	672	199	18.04
596	I 3960	16.67	631	257	17.27	674		18.88
600	221	18.04	634	210	18.22	675	198	18.53
602	I 3955	16.27	637		17.38	676	246	19.03
603	264	18.53	638		19.16	682	245	18.07
605	220	18.43	640	209	17.54	684	196	18.74
606	218	19.42:	634	I 3947	16.60	687	195	18.89
608	217	18.84	645		19.78	688		19.34
609	262	17.23	646	253	19.03	694	192	18.91
610	261	18.00	647	254	19.71	702	243	17.24
611	263	18.91	649	255	20.52	707	242	19.36
612	N 4858	15.83	650	252	17.29	710	241	15.89
						714		18.42

¹⁾ The object is bad separated.

²⁾ The measurement is influenced by a second object in the halo. This second object is not separated.

³⁾ 662a is directly south of 662.

Acknowledgement. We thank Mrs. U. TRIPPAHN and Mrs. H. TIETZ for their help in data reduction.

References

- BAIER, F. W. and ZIENER, R.: 1986, *Astron. Nachr.* **37**, 35.
 BAIER, F. W. and ZIENER, R.: 1988, in: *Astrophotography*, ed. S. MARX, Heidelberg, p. 226.
 BOTHUN, G. D., SCHOMMER, R. A. and SULLIVAN III, W. T.: 1984, *Astron. J.* **89**, 466.
 BOTHUN, G. D., AARONSON, M., SCHOMMER, B., MOULD, J., HUCHRA, J. and SULLIVAN III, W. T.: 1985, *Astrophys. J. Suppl. Ser.* **57**, 423.
 FRITZE, K., LANGE, M., MÖSTL, G., OLEAK, H. and RICHTER, G. M.: *Astron. Nachr.* **298**, 189.
 FRITZE, K., LANGE, M., RICHTER, G. M. and STOLL, D.: 1978, *Astron. Nachr.* **299**, 61.
 GODWIN, J. G. and PEACH, J. V.: 1977, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **181**, 323.
 GODWIN, J. G., METCALFE, N. and PEACH, J. V.: 1983, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **202**, 113.
 GUIDERDONI, B.: 1984, in: *Lecture Notes in Physics*, Vol. 232, 211.
 HOLMBERG, E.: 1958, *Medd. Lund Ser. II*, No. 136.
 KENNICUTT, R. C.: 1983, *Astron. J.* **88**, 483.
 KORMENDY, J.: 1977, *Astrophys. J.* **214**, 359.
 LUGGER, P. M.: 1984, *Astrophys. J.* **278**, 51.
 ROOD, H. J. and BAUM, W. A.: 1968, *Astron. J.* **73**, 442.
 SANDAGE, A.: 1972a, *Astrophys. J.* **176**, 21.
 SANDAGE, A.: 1972b, *Astrophys. J.* **178**, 25.
 SANDAGE, A. and VISVANATHAN, N.: 1978a, *Astrophys. J.* **223**, 707.
 SANDAGE, A. and VISVANATHAN, N.: 1978b, *Astrophys. J.* **225**, 742.
 STROM, K. M. and STROM, S. E.: 1978, *Astron. J.* **83**, 73.
 TOMOV, A. N.: 1978, *Astron. Zhurn.* **55**, 944.
 TOMOV, A. N.: 1979, *Astron. Zhurn.* **56**, 949.
 VARDANJAN, P. A. and TOMOV, A. H.: 1980, *Soobshch. Byurak. Obs.* **52**, 3.
 VAUCOULEURS, G., DE: 1959a, *Lowell Obs. Bull.* **4**, No. 97.
 VAUCOULEURS, G., DE: 1959b, *Lowell Obs. Bull.* **4**, No. 98.
 VAUCOULEURS, G., DE: 1961, *Astrophys. J. Suppl. Ser.* **5**, 233.
 VAUCOULEURS, G., DE, VAUCOULEURS, A. DE and CORWIN, H. G.: 1976, *Second Reference Catalogue of Bright Galaxies*, University of Texas Press, Austin and London.
 VAUCOULEURS, G., DE: 1977, *Astrophys. J. Suppl. Ser.* **33**, 219.

- WEVERS, B. M. H. R., VAN DER KRUIT, P. C. and ALLEN, R. J.: 1986, *Astronomy and Astrophysics, Suppl. Ser.* **66**, 505.
 YAMAGATA, T.: 1986, *Annals Tokyo Astron. Obs., Second Series*, Vol. **XXI**, 1.
 ZIENER, R.: 1979, *Astron. Nachr.* **300**, 127.

Address of the authors:

F. W. BAIER
 Zentralinstitut für Astrophysik der Akademie der Wissenschaften der DDR
 Sternwarte Babelsberg
 Rosa-Luxemburg-Str. 17a
 DDR-1591 Potsdam-Babelsberg
 German Democratic Republic

R. ZIENER
 Zentralinstitut für Astrophysik der Akademie der Wissenschaften der DDR
 Karl-Schwarzschild-Observatorium
 DDR-6901 Tautenberg, Kreis Jena
 German Democratic Republic

Buchbesprechungen

Centre National D'Etudes Spatiales: Results of the Arcad 3 Projekt and of the recent programmes in magnetospheric and ionospheric physics, Toulouse 84 Cépadues-Editions Toulouse, 1985. ISBN 2-85428-126-8

Die seit 1967 bestehende sowjetisch-französische Zusammenarbeit bei der friedlichen Erforschung des Weltraums hat auch die Durchführung des komplexen Projektes Arcad-3 ermöglicht, das das Studium auro-raler und magnetosphärischer Phänomene zum Inhalt hatte und dessen Kernstück der Satellit Aureol 3 war. Auf einer internationalen Konferenz im Mai 1984 in Toulouse wurden die Ergebnisse der Arbeiten international vorgestellt und mit den Ergebnissen anderer Forscherkollektive aus führenden Raumfahrtländern verglichen. Das vorliegende Buch macht die auf der Konferenz vorgelegten Übersichts- und Originalarbeiten einem breiteren Kreis zugänglich. Die Gliederung des Buches spiegelt den Ablauf der Tagung wieder.

Der erste Komplex von Arbeiten beschäftigt sich mit Fragen der Kopplung von Magnetosphäre und Ionosphäre und behandelt vorwiegend Probleme der Elektrodynamik der Polarlichtzonen und der Präzipitation von Partikeln. Flüsse präzipitierender Partikel längs der magnetischen Feldlinien sind in den Polarlichtregionen eine normale Erscheinung. Für präzipitierende Elektronen beobachtet man im wesentlichen zwei Typen: Inverted V und suprathermische Flußausbrüche. Meßergebnisse für beide Typen werden sowohl in Form von statistischen Untersuchungen als auch von Studien einzelner Beispiele vorgelegt. Die „inverted V“ Elektronenpräzipitationen sind die Folge der Beschleunigung von Plasmasheetplasma durch parallele elektrische Felder. Diese Beschleunigungen treten in Höhen über 3000 km auf und führen außerdem zur Entwicklung von nach außen fließenden Ionenstrahlen. Fragen der Entstehungsmechanismen dieser parallelen elektrischen Felder werden unter der Sicht verschiedenster Meßdaten und theoretischer Näherungen von zahlreichen Autoren diskutiert. Besonders interessante neue Meßergebnisse werden bezüglich der Ionenkomponente des ionosphärischen und magnetosphärischen Plasmas vorgelegt. So zeigt sich auf der Morgenseite an der Grenze zwischen diskreten und diffusen, durch präzipitierende Elektronen hervorgerufenen Polarlichtern auch eine drastische Änderung in den Charakteristika der beobachteten präzipitierenden Ionen, die wichtige Rückschlüsse auf die wirkenden Mechanismen zulassen. Während der Erholphase nach Stürmen wurden in der äußeren Plasmasphäre starke nach außen gerichtete Flüsse niederenergetischer O^+ -Ionen beobachtet, die auch

zur Wiederauffüllung der Plasmasphäre beitragen. Das Problem des Verhaltens der Plasmasphäre und der Lage der Plasmopause wurde in einer Reihe von Arbeiten vom morphologischen und Modellstandpunkt aus behandelt. Der vorwiegend auf Messungen von Aureol 3 beruhende erste Teilkomplex des Buches wird durch Übersichtsarbeiten zur heißen Ionenkomponente in der Magnetosphäre und zum Magnet-schweif abgerundet.

Im zweiten Komplex des Buches sind Arbeiten zusammengefaßt, die sich mit der Ionosphäre hoher Breiten, der Polkappe und der polar cusp beschäftigen und dabei vor allem die Zusammenhänge mit den die Energieeinspeisung in die Magnetosphäre mitbestimmenden Komponenten des interplanetaren Magnetfeldes berücksichtigen. Dabei werden Informationen über die wesentlichsten physikalischen Prozesse und ihre Wirkungen auf das Plasma bereitgestellt wie z. B. Ionendrift und Konvektion, vertikaler Transport, Beschleunigungsprozesse, Präzipitation von Elektronen und Ionen. Außer Satellitenmeßergebnissen werden vor allem Resultate der Incoherent-Scatter-Stationen verwendet. Das Spektrum der Arbeiten umfaßt aber auch physikalische Modellierungen der Ionosphäre hoher Breiten und des Polarwindes.

Der dritte Komplex des Buches umfaßt Arbeiten zu Wellenerscheinungen. Dabei stehen Untersuchungen zu den Erzeugungsmechanismen, zu Instabilitäten und zur Turbulenz im Vordergrund. Es werden niederfrequente (VLF) und extrem niederfrequente (ELF, ULF) Wellen betrachtet. Vorrangig geht es um ein besseres Verständnis der Rolle niederfrequenter Wellen für die Dynamik der Ionosphäre und der Magnetosphäre. Von den meisten Autoren werden bei der Behandlung des von ihnen gewählten komplizierten Teilproblems der Magnetosphärenphysik verschiedene Lösungsansätze oder mehrere unterschiedlich wahrscheinliche Lösungsmöglichkeiten besprochen. Das betrifft z. B. die Entstehungsmechanismen der auroralen Kilometerstrahlung und der terrestrischen myriametrischen Strahlung. Viele Modelle stellen nur erste Näherungen dar, da — wie auch von den Autoren selbst festgestellt wird — einige beobachtete Erscheinungen nicht mit diesen Modellen konsistent sind. Der Näherungscharakter der in den Arbeiten angegebenen Lösungen entspricht durchaus dem heutigen Wissensstand. In mehreren dieser Arbeiten geht es um Bemühungen, eine allgemein anerkannte Interpretation der Natur von Sprüngen des elektrischen Feldes im Gebiet der Polarlichtzone in Höhen von ca. 800 km zu gewinnen. Es werden charakteristische Skalen der Diskontinuitäten gesucht, um den physikalischen Mechanismus dieser Erscheinung aufzuklären, mögliche Anregungsmechanismen werden dis-