

Die Helligkeitsentwicklung von einigen aktiven Galaxien im Catalina Sky Survey (Teil 2)

Stefan Hümmerich und Klaus Bernhard

Abstract: *We present Catalina Sky Survey (CSS) light curves of the Seyfert type 1 galaxies Mrk 110, Mrk 841, MR 2251-178, 2MASS J09565240+4115221, 2E 4066, 2EUVE J0057-22.3, 2E 2620, Mrk 478, Mrk 1383, 2MASX J07180060+4405271, Mrk 1513 and Mrk 1239. We have analyzed CSS data for periodicity using CLEANest algorithm (Foster, 1995) and find possible semiregular variations in the following objects, which should be confirmed by further observations: 2MASX J07180060+4405271 ($P \approx 395$ d), 2EUVE J0057-22.3 ($P \approx 700$ d).*

Bei der Fortsetzung des in BAV Rundbrief 1/2014 beschriebenen Programmes zur Suche und Analyse der Lichtkurven aktiver Galaxien (Bernhard und Hümmerich, 2014) konnten 12 weitere Objekte in den Daten des Catalina Sky Survey (CSS, <http://nesssi.cacr.caltech.edu/DataRelease/>; Drake et al., 2009) identifiziert werden. Die in diesem Beitrag beschriebenen aktiven Seyfertgalaxien gehören sämtlich Typ 1 an, bei welchem die aktive Zentralregion direkt von der Erde aus sichtbar ist. Für eine detailliertere Darstellung der Vorgänge in aktiven Galaxien wird auf den BAV Rundbrief (Wenzel, 2010) verwiesen.

Durch die unterschiedlichen Vorgänge bei der Akkretion von Materie durch das zentrale schwarze Loch kann es sowohl zu kurzfristigen Helligkeitsänderungen im Verlauf von Wochen als auch zu langfristiger Variabilität auf Zeitskalen von Monaten und Jahren kommen (vgl. Bernhard und Hümmerich, 2014). Längerfristige Helligkeitsschwankungen von aktiven Galaxien sind dabei generell irregulär, in manchen Fällen lassen sich jedoch Periodizitäten oder ähnliche Muster bei Ausbrüchen vermuten (siehe z.B. Fernandes et al., 1997). Bisch et al. (1987) beschreiben sowohl gut definierte Perioden im Bereich von 450 Tagen als auch eine Überlagerung sehr langfristiger Perioden bis zu 10.000 Tagen mit kürzeren Perioden im Bereich von 125 bis 500 Tagen. Völlig geklärt ist die Frage der langfristigen Periodizität aktiver Galaxien bis heute nicht.

Aus diesem Grunde interessierte uns die Frage, ob sich Hinweise auf eine Periodizität in den Lichtkurven der vorliegenden 12 Seyfertgalaxien finden lassen. Für eine diesbezügliche Analyse der CSS-Daten kam der CLEANest Algorithmus (Foster, 1995) in Peranso-Implementation (Vanmunster, 2007) zum Einsatz. Zumindest in zwei Fällen erscheint eine halbregelmäßige Periodizität der Ausbrüche wahrscheinlich, die durch diese Arbeit nach unserem Kenntnisstand erstmalig festgestellt wird.

Eine Analyse der CSS-Daten von 2MASX J07180060+4405271 zeigt einen recht gut ausgeprägten Peak bei einer Periode von $P \approx 395$ Tagen, welche die langfristige Veränderlichkeit der Lichtkurve befriedigend darstellt (Abbildung 1; oberer Teil). Die beobachteten Helligkeitsänderungen von 2EUVE J0057-22.3 hingegen lassen sich mit einer Periode von $P \approx 700$ Tagen recht gut darstellen, wengleich die jahreszeitlich bedingten Beobachtungslücken hier zusätzlich Unsicherheit einbringen (Abbildung 1; unterer Teil).

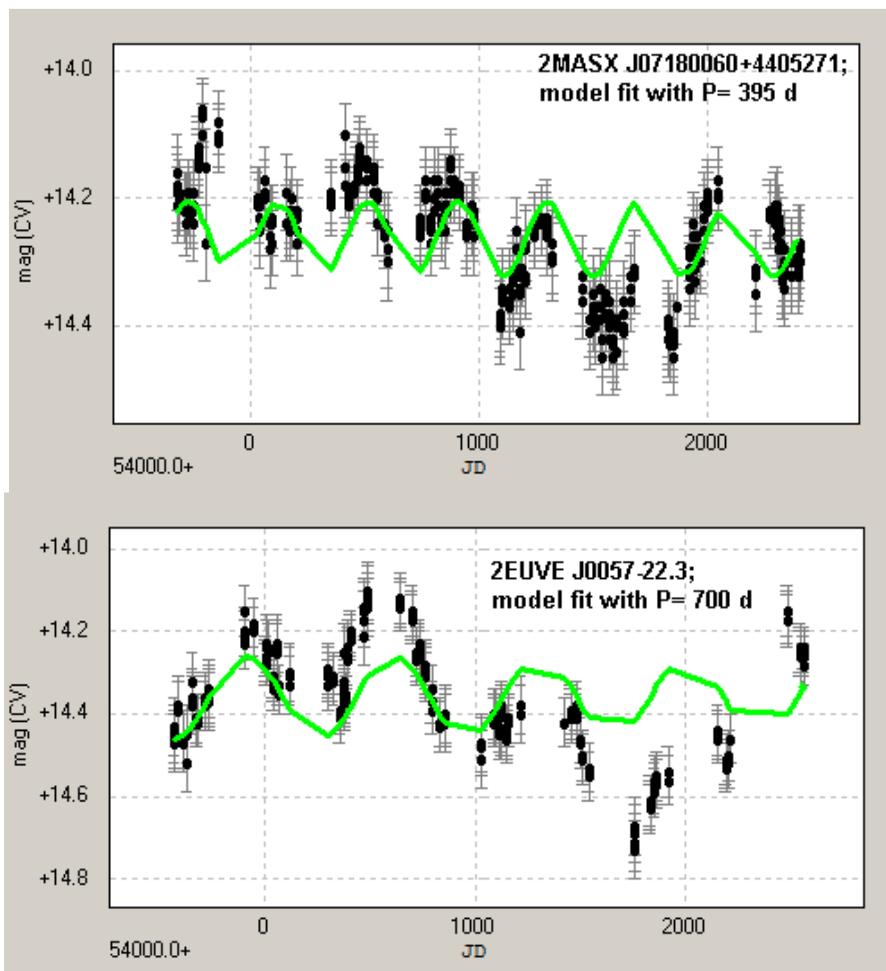


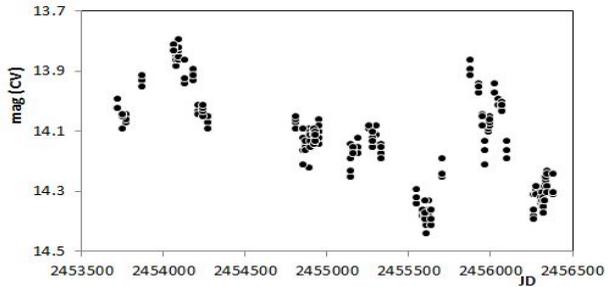
Abbildung 1: CSS Lichtkurven (schwarz) von 2MASX J07180060+4405271 (oberer Teil) und 2EUVE J0057-22.3 (unterer Teil) und mit PERANSO erzeugte „model fits“ (grün; die verwendeten Perioden sind der Grafik zu entnehmen).

Im Falle von 2MASS J09565240+4115221 konnte die vermutete halbregelmäßige Periode von $P \approx 910$ Tagen in den CSS Daten nach einer Analyse der zu diesem Objekt verfügbaren Daten des Lincoln Near Earth Asteroid Research (LINEAR; Stokes et al., 2000) nicht bestätigt werden. Dies zeigt die Vorläufigkeit der hier dargestellten Ergebnisse, die aufgrund der Länge der vermuteten Perioden im Vergleich zur relativen Kürze des abgedeckten Beobachtungszeitraumes notwendigerweise als vorläufig betrachtet werden müssen. Weitere Beobachtungen wären wünschenswert, um die Existenz der vermuteten Periodizität zu untersuchen.

Im Folgenden findet sich eine Zusammenstellung der Lichtkurven der hier behandelten hellen **Seyfertgalaxien des Typs 1**, deren CSS-Daten nach unserem Kenntnisstand zum ersten Mal beschrieben bzw. ausgewertet wurden. Die über Aladin erhaltenen Aufnahmen aus dem Digital Sky Survey haben ein Bildfeld von etwa 2.5*2.5 Bogenminuten.

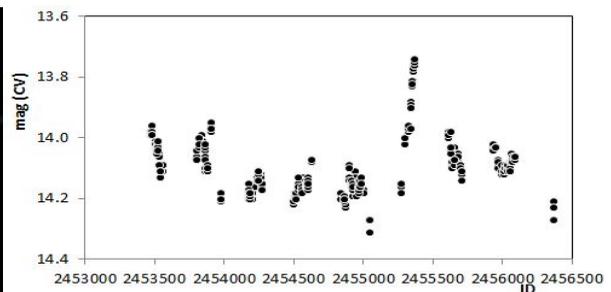
Markarian 110: RA 09 25 12.87, DEC +52 17 10.495 (J2000),
 ROSAT Id: 1RXS J092512.3+521716

Anmerkungen: Rotverschiebung $z = 0.036$, verschmelzende Galaxie, schwarzes Loch $1.8 \cdot 10^7$ Sonnenmassen, von optischen Ausbrüchen wird in der Literatur berichtet (z.B. Bischoff und Kollatschny, 2008), irreguläre Variabilität im Laufe von Monaten, Amplitude ~ 0.7 mag.



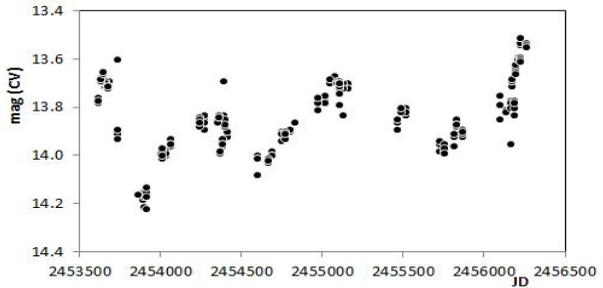
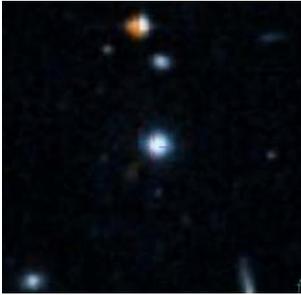
Markarian 841: RA 15 04 01.172, DEC +10 26 16.45 (J2000),
 ROSAT Id: 1RXS J150401.5+102620

Anmerkungen: Rotverschiebung $z = 0.03642$, irreguläre Variabilität mit einer Amplitude von ~ 0.2 mag überlagert durch Flare-Ereignisse, Flare mit einer Amplitude von ~ 0.5 mag bei JD 2455400. Mehrere historische Flares wurden bereits auf Harvard Platten gefunden (Miller, 1978).



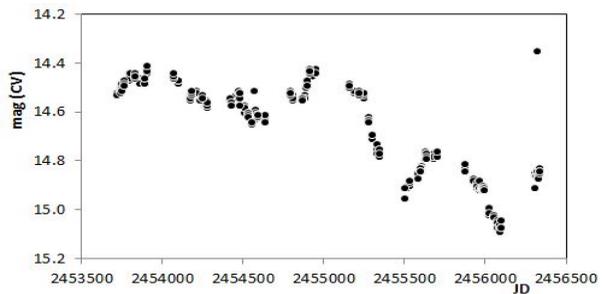
MR 2251-178: RA 22 54 05.896, DEC -17 34 55.10 (J2000),
ROSAT Id: 1RXS J225406.7-173451

Anmerkungen: Rotverschiebung $z = 0.063980$, irreguläre Variabilität im Verlauf von einigen Monaten, Amplitude ~ 0.7 mag.



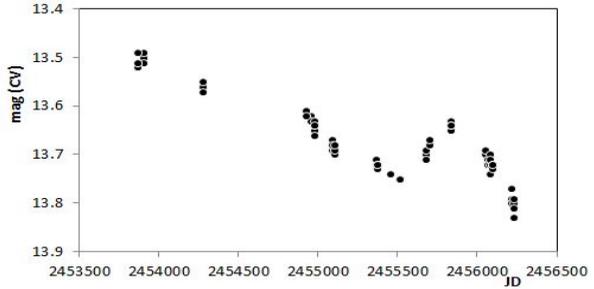
2MASS J09565240+4115221: RA 09 56 52.392, DEC +41 15 22.18 (J2000),
ROSAT Id: 1RXS J095652.4+411524

Anmerkungen: Rotverschiebung $z = 0.2340$, Masse schwarzes Loch $2.69 \cdot 10^8$ Sonnenmassen, in CSS Daten Ausbrüche in wahrscheinlich halbregelmäßigen Abständen ($P \approx 910$ Tage). Die vermutete Periode kann jedoch nach einer Analyse von LINEAR Daten zu diesem Objekt nicht bestätigt werden.



2E 4066: RA 18 21 57.237, DEC +64 20 36.23 (J2000),
ROSAT Id: 1RXS J182157.4+642051

Anmerkungen: Rotverschiebung $z = 0.2970$, langsame irreguläre Variabilität.

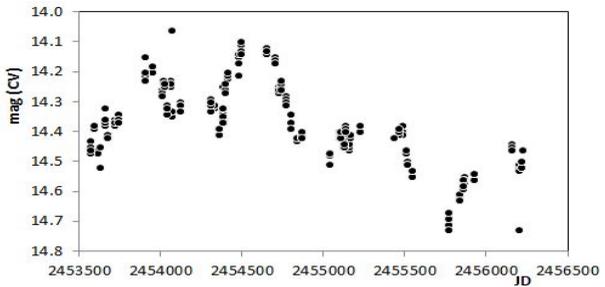


2E 2620:

RA 12 14 17.667, DEC +14 03 13.15 (J2000),
 ROSAT Id: 1RXS J121417.7+140312

Anmerkungen:

Rotverschiebung $z = 0.06168$, Ausbrüche in wahrscheinlich halbbregelmäßigen Abständen ($P \approx 700$ Tage) überlagern langfristige Helligkeitsänderungen.

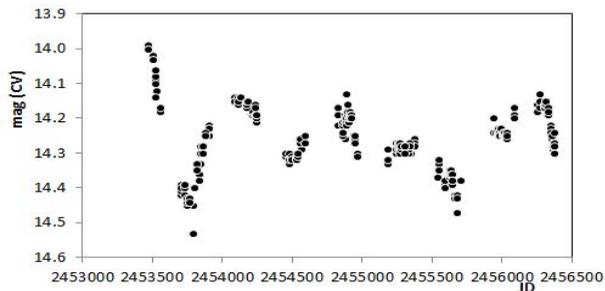


2E J0057-22.3:

RA 00 57 20.202, DEC -22 22 56.44 (J2000),
 ROSAT Id: 1RXS J005720.4-222300

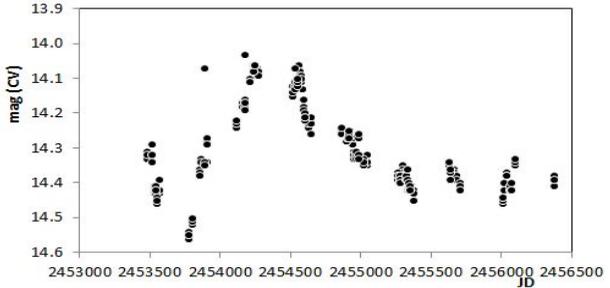
Anmerkungen:

Rotverschiebung $z = 0.0809$, schwarzes Loch $5.13 \cdot 10^7$ Sonnenmassen, irreguläre Variabilität.



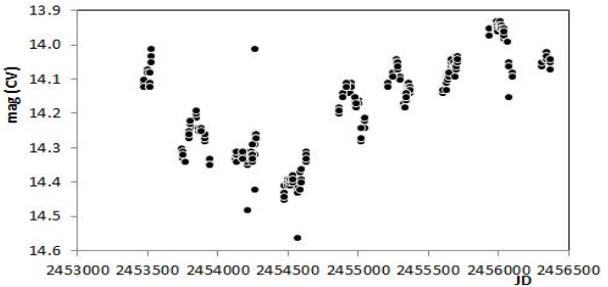
Markarian 478: RA 14 42 07.458, DEC +35 26 23.07 (J2000),
ROSAT Id: 1RXS J144207.7+352632

Anmerkungen: Rotverschiebung $z = 0.0790$, irreguläre Variabilität.



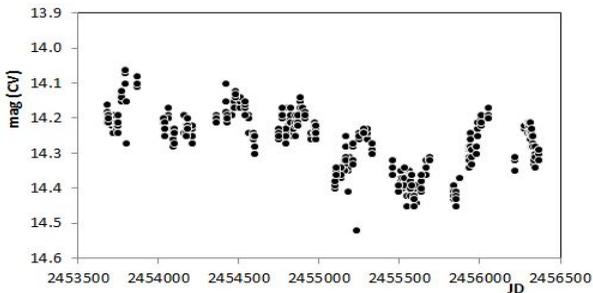
Markarian 1383: RA 14 29 06.555, DEC +01 17 06.46 (J2000),
ROSAT Id: 1RXS J142906.7+011708

Anmerkungen: Rotverschiebung $z = 0.0870$, schwarzes Loch $6.03 \cdot 10^8$ Sonnenmassen, irreguläre Variabilität.



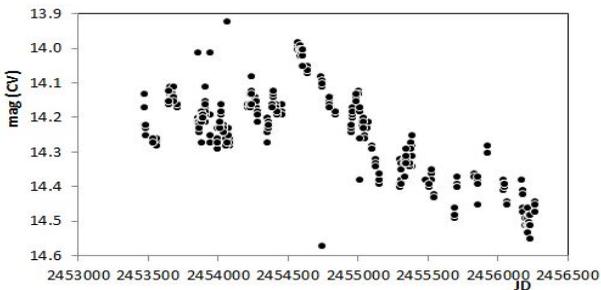
2MASX J07180060+4405271: RA 07 18 00.606, DEC +44 05 27.17 (J2000),
ROSAT Id: 1RXS J071800.7+440527

Anmerkungen: Rotverschiebung $z = 0.063448$, Ausbrüche in wahrscheinlich halbregelmäßigen Abständen ($P \approx 395$ Tage) überlagern langfristige Helligkeitsänderungen.



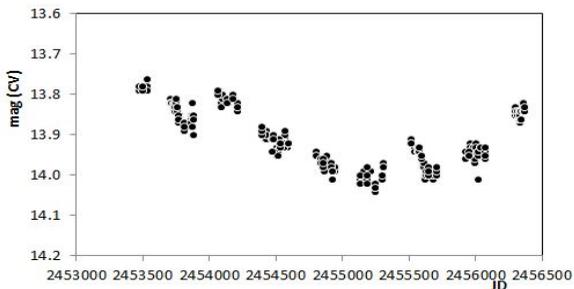
Markarian 1513: RA 21 32 27.818, DEC +10 08 19.17 (J2000),
 ROSAT Id: 1RXS J213228.1+100812

Anmerkungen: Rotverschiebung $z = 0.061990$, kurzfristige Variabilität bei längerfristigem Helligkeitsabfall.



Markarian 1239: RA 09 52 19.168, DEC -01 36 44.10 (J2000),
 ROSAT Id: 1RXS J095219.1-013639

Anmerkungen: Rotverschiebung $z = 0.0290$, schwarzes Loch $1.38 \cdot 10^6$ Sonnenmassen, kurzfristige irreguläre Variabilität überlagert längerfristige Schwankung der Durchschnittshelligkeit.



Diskussion: In den Daten des Catalina Sky Survey konnten 12 weitere Lichtkurven von hellen Seyfertgalaxien des Typs 1 identifiziert werden. Zwei Objekte scheinen eine halbregelmäßige Veränderlichkeit aufzuweisen (2MASX J07180060+4405271, $P \approx 395$ Tage; 2EUVE J0057-22.3, $P \approx 700$ Tage). Eine weitere Verfolgung dieser Objekte (maximale Helligkeiten um 14 mag (CV)) durch visuelle / CCD Beobachtungen wäre sehr wertvoll, um die vermuteten Zyklen zu untersuchen.

Referenzen:

Bernhard, K., Hümmerich, S., 2014, BAV Rundbrief Nr. 1 (in print)

Bisch, S. M., Pastoriza, M. G., Dottori, H., Busko, I., 1987, IAUS, 121, 185
<http://adsabs.harvard.edu/full/1987IAUS..121..185B>

Bischoff, K., Kollatschny, W., 1999, A&A, 345, 49
<http://adsabs.harvard.edu/abs/1999A%26A...345...49B>

Drake, A.J. et al., 2009, ApJ, 696, 870
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2009ApJ...696..870D>

Fernandes, R. C., Terlevich, R., Aretxaga, I., 1997, MNRAS, 289, 318
<http://adsabs.harvard.edu/abs/1997MNRAS.289..318C>

Foster., G., 1995, AJ, 109, 1889
<http://adsabs.harvard.edu/abs/1995AJ....109.1889F>

Miller, H. R., 1978, PASP, 90, 661
<http://adsabs.harvard.edu/abs/1978PASP...90..661M>

Stokes, G., et al., 2000, Icarus, 148, 21
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2000Icar..148...21S>

Vanmunster, T. (2007). PERANSO; Period Analysis and Light Curve Software
<http://www.peranso.com>

Wenzel, K., 2010, BAV Rundbrief Nr. 2
<http://www.bav-astro.de/rb/rb2010-2/83.pdf>

Danksagung: Für diesen Artikel wurde die Datenbanken "Catalina Sky Survey", AAVSO-VSX, SIMBAD, ALADIN, NED und VIZIER verwendet. Herrn Klaus Wenzel wird für seine fachlichen Hinweise herzlich gedankt.

Stefan Hümmerich
Stiftstraße 4
D-56338 Braubach
ernham@rz-online.de

Klaus Bernhard
Kafkaweg 5
A-4030 Linz
Klaus.Bernhard@liwest.at