

Data-Mining leicht gemacht: Onlinekataloge für Einsteiger

Klaus Bernhard und Stefan Hümmerich

Abstract: Several publicly available online databases of photometric observations are presented. Basic information on data acquisition and photometry are given.

Die Nutzung von Onlinedatenbanken ist eine bequeme und einfache Möglichkeit, die Helligkeitsänderungen bekannter veränderlicher Sterne zu studieren oder mittels Data-Mining noch unbekannte Veränderliche zu entdecken. Weitere Informationen wie Spektraltyp, Röntgegenstände o.ä. lassen sich zudem oft über die SIMBAD Datenbank und das VizieR Katalogsystem abrufen (für eine Detailbeschreibung siehe z.B. Bernhard, 2011). Im Folgenden soll ein Überblick über verschiedene Onlinedatenbanken, ihre wichtigsten Eckdaten und Hinweise zu weiterer Literatur gegeben werden. Das Gebiet der Onlinekataloge ist in schneller Entwicklung begriffen; die angeführten Projekte sind lediglich als Auswahl und nicht als erschöpfende Auflistung zu verstehen. Zum Teil sind die Daten einzelner Objekte zusätzlich über „The International Variable Star Index“ der AAVSO (<http://www.aavso.org/vsx/>) unter „External Links“ auf einfache Weise zugänglich.

NSVS (Northern Sky Variability Survey)

Einer der „Vorreiter“ der photometrischen Onlinedatenbanken. Entstanden im Rahmen des ROTSE Projektes zur Untersuchung des optischen Nachglühens von Gammastrahlenausbrüchen (GRBs). Weitere Details zur Nutzung dieses Katalogs können dem BAV Rundbrief 2/2009 entnommen werden (Bernhard, 2009).

Internetadresse: <http://skydot.lanl.gov/nsvs/nsvs.php>

Sky Coverage: Nordhimmel bis etwa -38° Deklination

Time Baseline: etwa 1 Jahr

Photometrie: R1 (ROTSE-I band; "wide-band R mag"; $\lambda = 450 - 1000 \text{ nm}$)

Range: 8 bis $\sim 14 \text{ mag}$

Anmerkungen: Datenbank enthält Lichtkurven von ~ 14 Millionen Objekten; ein Messwert pro Tag; typischerweise 100 - 500 Messwerte pro Objekt; Zeitangabe in MJD-50000; um JD zu erhalten, ist 2450000.5 zu addieren

ASAS (All Sky Automated Survey)

Ein weiterer „Klassiker“. ASAS ist ein sog. „low cost project“ mit der Zielsetzung, den gesamten Himmel nach jeglicher Art photometrischer Veränderlichkeit abzusuchen. Vorerst stehen Daten aus der zweiten und dritten Projektphase zur Verfügung; letztere deckt den gesamten Süd- sowie Teile des Nordhimmels ab. Laut Information auf der ASAS Homepage wird gerade daran gearbeitet, neue Daten der vierten Projektphase

(ASAS-4) öffentlich zu machen, während der seit Anfang 2010 der gesamte Nordhimmel observiert wird.

Internetadresse: <http://www.astrow.edu.pl/asas>

Sky Coverage: gesamter Südhimmel, Teile des Nordhimmels bis zu einer Deklination von +28°

Time Baseline: 2001 - 2009

Photometrie: Johnson I (ASAS-2) und Johnson V (ASAS-3)

Range: bis ~14 mag (V)

Anmerkungen: Datenbank umfasst Messungen für ~10⁷ Objekte; Zeitangabe in HJD-2450000

CSS (Catalina Sky Survey)

Die Aufgabe des CSS (USA), in welches auch die Daten des Mt. Lemmon Survey (MLS) und Siding Spring Survey (SSS) einfließen, ist die Erfassung von erdnahen Objekten (NEOs), die eine potenzielle Kollisionsgefahr mit der Erde bergen. Die dabei erhaltenen, umfangreichen Datensätze werden in einzelnen Paketen der Öffentlichkeit zugänglich gemacht; derzeit aktuell ist die zweite Datenveröffentlichung (CSDR2). Eine Kurzanleitung findet sich in BAV Rundbrief 2/2012 (Hümmerich, 2012b).

Internetadresse: <http://nesssi.cacr.caltech.edu/DataRelease/>

Sky Coverage: große Teile des Nord- und Südhimmels, mit Ausnahme der galaktischen Ebene; siehe auch <http://nesssi.cacr.caltech.edu/DataRelease/CSSinvCSSAitodc.png>

Time Baseline: 7 Jahre, fortlaufend

Photometrie: CV („wide-band V mag“); ungefilterte Werte wurden nachträglich auf V kalibriert; je nach Färbung des Zielobjekts weichen die Ergebnisse mehr oder weniger stark von V Werten ab (um mehrere Magnituden bei sehr roten Sternen!); mehr Informationen hier: <http://nesssi.cacr.caltech.edu/DataRelease/FAQ2.html>

Range: etwa 12 bis 21 mag

Anmerkungen: CSDR2 umfasst Photometrie für ~500 Millionen Objekte (~40 Mrd. Datenpunkte); Zeitangabe in MJD; um JD zu erhalten ist 2400000.5 zu addieren

SuperWASP (Super Wide Angle Search for Planets)

Hauptaufgabe des SuperWASP-Projekts (UK) war die Suche nach extrasolaren Planeten. Nachdem die Daten für einige Zeit aus Kostengründen nicht mehr verfügbar waren, können sie nun dankenswerterweise über die CERIT Scientific Cloud der Universität Brunn (Tschechien) wieder in einer verbesserten und

anwenderfreundlichen Form abgerufen werden. So können Lichtkurven nun direkt online dargestellt werden, was für das Data-Mining sehr hilfreich ist. Die Messdaten einzelner Objekte werden als FITS- und CSV-Datei angeboten. In der Letzteren ist alles (wirklich) nötige schon aufbereitet: HJD, korrigierte TAMFLUX Helligkeit, TAMFLUX Fehler sowie die Nummer der Kamera. Diese Nummer erlaubt eine Trennung der Serien, die gelegentlich unterschiedliche Basishelligkeiten aufweisen; gelegentlich fallen auch Qualitätsunterschiede zwischen zwei gleichzeitig aufnehmenden Kameras auf, wofür die vergleichende Auswertung nahegelegener konstanter Vergleichssterne hilfreich sein kann. Durch die außerordentlich hohe Beobachtungsfrequenz werden z.B. Detailuntersuchungen des Blazhkoeffektes von RR Lyrae-Sternen möglich (Gröbel, 2013).

Internetadresse: <http://wasp.cerit-sc.cz/form> (<http://www.superwasp.org>)

Sky Coverage: große Teile des Nord- und Südhimmels

Time Baseline: 2004 - 2008

Photometrie: CV („wide-band V mag“; $\lambda = 400 - 700 \text{ nm}$)

Range: V ~ 7 - 12 mag (~1% Genauigkeit)

V bis ~ 15 mag (~10% Genauigkeit)

Anmerkungen: Die öffentlich zugängliche erste Datenveröffentlichung (DR1) umfasst ~18 Millionen Lichtkurven. Hohe zeitliche Auflösung; „binning“ ist teilweise bei dicht aufeinander folgenden Meßwerten empfehlenswert. Zeitangabe in HJD.

OGLE (Optical Gravitational Lensing Experiment)

Eines der großen Microlensing Surveys; Forschungsprojekt der Universität Warschau. Hauptaufgabe war die Suche und Beobachtung von auftretenden Gravitationslinseneffekten zur Erforschung der dunklen Materie; heute sind extrasolare Planeten und veränderliche Sterne mehr in den Mittelpunkt gerückt. OGLE läuft seit 1992 und ist derzeit in seiner vierten Projektphase. Daten der zweiten Projektphase sind über das Internet frei verfügbar. Weitere Detailhinweise sind dem BAV Rundbrief 1/2012 zu entnehmen (Hümmerich, 2012a).

Internetadresse: <http://ogle.astrouw.edu.pl/>

<http://ogledb.astrouw.edu.pl/~ogle/photdb/>

Sky Coverage: Teile des galaktischen Zentrums, der galaktischen Scheibe sowie der beiden Magellanschen Wolken; siehe auch

http://ogle.astrouw.edu.pl/cont/5_fields/fields2/fields.html

Time Baseline: 1997 - 2000 (OGLE-II)

Photometrie: OGLE I-band (nahe Cousin I_c)

Range: etwa 13 - 21 mag

Anmerkungen: Die OGLE-II Datenbank umfasst etwa 10^{10} Helligkeitsmessungen an ~40.000.000 Objekten. Bequeme Abfragen per Datenbanksprache

SQL sind möglich. Katalog mit über 200.000 Veränderlichen-Kandidaten bietet sich als Ausgangspunkt für eigenen Recherchen an (<http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR?-source=J/ACa/52/129>); Zeitangabe in HJD.

MACHO (Massive Compact Halo Objects)

Klassisches Microlensing Survey, das in den neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts als US-amerikanisches und australisches Gemeinschaftsprojekt zur Suche nach Gravitationslinsen gegründet wurde. Der Zugang zu den MACHO Daten ist auf zwei verschiedene Arten möglich: Einerseits kann über die Koordinaten des jeweiligen Objekts in der Liste der „MACHO field centre coordinates“ das entsprechende Sternfeld ermittelt werden, von dem aus die Koordinaten und Bezeichnungen der einzelnen Objekte zugänglich sind. Der photometrische Datensatz ist anschließend über „MACHO photometry files“ zugänglich. Da dies eine etwas umständliche Prozedur ist, empfiehlt sich als Alternative die Verwendung des Programmes „TOPCAT“, welches den entsprechenden TAP-Server anspricht. Einige zusätzliche Informationen sind unter Bernhard (2010) abrufbar.

Internetadresse: <http://macho.anu.edu.au/>

<http://asvo.nci.org.au:8080/macho-tap/tap> (TAP-Server)

<http://www.star.bristol.ac.uk/~mbt/topcat/> (TOPCAT)

Sky Coverage: Teile des galaktischen Zentrums sowie beider Magellanschen Wolken; siehe auch http://macho.nci.org.au/Macho_fields.html

Time Baseline: 1992 - 2000

Photometrie: MACHO B-band ($\lambda \sim 450 - 630$ nm);

MACHO R-band ($\lambda \sim 630 - 760$ nm);

Umwandlung in Kron-Cousins V und R möglich, siehe Gleichung (2) in Alcock et al. (1999).

Range: 11 - 20 mag

Anmerkungen: simultane Photometrie in zwei Farben lässt oft weitere Rückschlüsse auf die physikalische Natur der Himmelsobjekte ziehen; bietet Zugang zu den Helligkeiten von über 10 Millionen Objekten; Datumsangaben in MJD; um JD zu erhalten, ist 2400000.5 zu addieren

LINEAR (Lincoln Near-Earth Asteroid Research)

LINEAR (Massachusetts Institute of Technology, USA) war ein weiteres Projekt zur Erfassung erdnaheer Asteroiden. Als Nebenprodukt fielen auch hier viele Terabytes an Daten an, die derzeit noch ausgewertet werden, u.a. auch im Hinblick auf veränderliche Sterne (z.B. Palaversa et al., 2013). Die LINEAR Daten sind in vielerlei Hinsicht mit den Catalina-Daten vergleichbar und zeigen in etwa dieselbe spektrale

Response; erfahrungsgemäß sind die CSS Daten jedoch weniger mit Artefakten belastet und meist von besserer Qualität.

Internetadresse: <https://astroweb.lanl.gov/lineardb/>

Sky Coverage: große Teile des Nordhimmels bis etwa -30° Deklination, insbesondere entlang der Ekliptik; siehe auch <http://www.ll.mit.edu/mission/space/linear/skyplots.html>

Time Baseline: ~ 1998 - 2009

Photometrie: CV („wide-band V mag“); ungefilterte Werte wurden nachträglich auf V kalibriert; auch hier weichen die Ergebnisse je nach Färbung des Zielobjekts mehr oder weniger stark von V Werten ab

Range: etwa 14 bis 19 mag

Anmerkungen: Datensatz umfasst über 5 Milliarden Messwerte für ~25 Millionen Objekte; durchschnittlich ~300 Datenpunkte pro Objekt; SQL Abfragen möglich; Zeitangabe in MJD; um JD zu erhalten, ist 2400000.5 zu addieren

KEPLER

Hauptaufgabe des im März 2009 von der NASA gestarteten Satelliten Kepler ist die Entdeckung von Exoplaneten mittels der sogenannten Transitmethode. Die hochpräzise, zeitlich gut aufgelöste Photometrie ist vortrefflich für die Erforschung veränderliche Sterne nutzbar und über das Internet abrufbar. Eine detaillierte Beschreibung der Nutzung der Kepler-Daten findet sich in RB 1/2013 (Hümmerich, 2013).

Internetadresse: <http://kepler.nasa.gov/>

http://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/applications/ETSS/Kepler_index.html

Sky Coverage: „Kepler Field of View“, zentriert auf die Koordinaten $\alpha(\text{J2000}) = 19^{\text{h}} 22^{\text{m}} 40^{\text{s}}$ und $\delta(\text{J2000}) = +44^\circ 30' 00''$; siehe auch <http://kepler.nasa.gov/Science/about/targetFieldOfView/>

Time Baseline: 2009 - 2013

Photometrie: Kp („Kepler magnitude“; $\lambda \sim 420 - 900 \text{ nm}$)

Range: etwa 7 bis 17 mag

Anmerkungen: hohe zeitliche Auflösung (29.4 min im „Long Cadence“ Modus; 1 min im „Short Cadence“ Modus); Zeitangabe in BJD-2454833

Weitere Onlinekataloge

Neben den erwähnten Quellen für photometrische Daten gibt es noch eine größere Anzahl an Projekten, deren Ergebnisse derzeit noch nicht, auf Anfrage oder nur teilweise im Internet zugänglich sind. Einige Beispiele seien im Folgenden genannt.

- DASCH („Digital Access to a Sky Century @ Harvard“); digitalisierte Plattenaufnahmen der Harvardsammlung
<http://dasch.rc.fas.harvard.edu/>
- Plattenarchiv der Sternwarte Sonneberg
http://www.4pisysteme.de/observatory/observatory_4.html
- EROS („Expérience pour la Recherche d'Objets Sombres“); eines der großen „microlensing surveys“
<http://eros.in2p3.fr/>
- BRITe („BRight Target Explorer“); die aktuelle Satellitenmission der Universität Wien zur Beobachtung heller Sterne
http://www.univie.ac.at/brite-constellation/html/DE/html/brite_osterreich.html

Die Erfahrung zeigt, dass bei interessanten Objekten die Projektbeteiligten auch nicht öffentlich zugängliche Daten meistens gerne zur Verfügung stellen. Für zusätzliche Informationen und Fragen stehen die Autoren gerne zur Verfügung.

Danksagung: Die Autoren danken Rainer Gröbel herzlich für die fachliche Unterstützung zur Erstellung dieses Artikels.

Referenzen:

- Alcock, C. et al., 1999, PASP, 111, 1539
<http://adsabs.harvard.edu/abs/1999PASP..111.1539A>
- Bernhard, K., 2009, BAV Rundbrief 2, 116
<http://www.bav-astro.de/rb/rb2009-2/116.pdf>
- Bernhard, K., 2010, BAV Rundbrief 2, 77
<http://www.bav-astro.de/rb/RB2010-2/77.pdf>
- Bernhard, K., 2011, BAV Rundbrief 3, 200
<http://www.bav-astro.de/rb/RB2011-3/200.pdf>
- Gröbel, R., 2013, BAV Mitteilungen Nr. 230
<http://www.bav-astro.de/sfs/mitteilungen/BAVM230.pdf>
- Hümmerich, S., 2012a, BAV Rundbrief 1, 10
<http://www.bav-astro.de/rb/rb2012-1/10.pdf>
- Hümmerich, S., 2012b, BAV Rundbrief 2, 126
<http://www.bav-astro.de/rb/rb2012-2/126.pdf>
- Hümmerich, S., 2013, BAV Rundbrief 1, 59
<http://www.bav-astro.de/rb/rb2013-1/59.pdf>
- Palaversa, L. et al., 2013, AJ, 146, 101
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2013AJ....146..101P>

Klaus Bernhard, Kafkaweg 5, A-4030 Linz, Österreich, Klaus.Bernhard@liwest.at
Stefan Hümmerich, Stiftstraße 4, 56338 Braubach, ernham@rz-online.de