

Data-Mining leicht gemacht: Teil 2

Klaus Bernhard, Rainer Gröbel und Stefan Hümmerich

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

Die Nutzung öffentlich zugänglicher Datenbanken von Himmelsüberwachungssystemen ist schon seit mehr als einem Jahrzehnt allgemein möglich. Dies hat eine bequeme und einfache Möglichkeit eröffnet, die Helligkeitsänderungen bekannter veränderlicher Sterne zu studieren oder mittels Data-Mining noch unbekannte Veränderliche zu entdecken.

Daher haben wir bereits im Jahr 2014 (Bernhard und Hümmerich, 2014) im BAV Rundbrief eine Zusammenfassung der seinerzeit gängigen Surveys mit Hinweisen zur Benutzung verfasst. Da im Laufe der Jahre weitere Surveys hinzukommen und leider auch in manchen Fällen wieder „verschwinden“, ist die Zeit für ein kurzes Update reif.

Von den im Jahr 2014 im Detail vorgestellten Surveys ist derzeit nur Linear nicht zugänglich. Die anderen damals angeführten Programme sind zumindest größtenteils noch verfügbar:

NSVS (Northern Sky Variability Survey)

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

ASAS (All Sky Automated Survey)

<https://www.astro.u.edu.pl/asas/>

CSS (Catalina Sky Survey)

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

SuperWASP (Super Wide Angle Search for Planets)

<http://wasp.cerit-sc.cz/form>

OGLE (Optical Gravitational Lensing Experiment)

<http://ogle.astro.u.edu.pl/>

MACHO (Massive Compact Halo Objects)

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

KEPLER

<https://archive.stsci.edu/missions-and-data/kepler>

Ergänzend wurde im Jahr 2016 das Bochum Survey of the Southern Galactic Disk vorgestellt (Hümmerich und Bernhard, 2016), dessen Ergebnisse abrufbar sind über <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR?-source=J/AN/336/590>

In der Zwischenzeit sind weitere Surveys online gegangen, von denen zwei besonders hervorgehoben werden sollen: All-Sky Automated Survey for Supernovae (ASAS-SN) und Zwicky Transient Facility (ZTF).

All Sky Automated Survey for Supernovae (ASAS-SN)

Das All Sky Automated Survey for Supernovae ist ein automatisiertes Programm zur Suche nach Supernovae und anderen transienten Objekten, geführt von Astronom*innen der Ohio State University (Kochanek et al., 2017). Es besteht aus mittlerweile 20 robotischen Teleskopen, in der Nord- als auch in der Südhemisphäre. Wenn auch das Abrufen der Daten manchmal einige Zeit dauert, ist es ein sehr ergiebiges Projekt, das z.B. in der BAV schon zur Detailuntersuchung des Blazhko-Effekts von RR-Lyrae-Sternen verwendet wurde (siehe z.B. Gröbel, 2018).

Internetadresse: <https://asas-sn.osu.edu/>

Sky Coverage: gesamter Himmel

Time Baseline: abhängig von der Position, teilweise seit 2017 aber auch länger (andauernd)

Photometrie: *V, g*

Range: ~11 bis ~17 mag

Anmerkungen: Unterschiedliche Photometriemöglichkeiten wie „Aperture photometry“ oder „Image subtraction“ auswählbar. Daten auch über Peranso abrufbar (<https://www.cbabelgium.com/peranso/>).

Zwicky Transient Facility (ZTF)

Das am Palomar-Observatorium angesiedelte ZTF ist ein sehr tiefer Survey (Bellm et al., 2019; Masci et al., 2019). Die CCD-Kamera verwendet e2v CCD231-C6 Chips und wird in Kombination mit dem Palomar 48-Zoll Samuel Oschin Schmidt-Teleskop eingesetzt. Es liefert – im Gegensatz zu den meisten bestehenden Surveys – gleichzeitig hochwertige Daten in zwei, teilweise sogar drei Spektralbändern. Aus diesen Gründen sind ZTF-Daten auch für spezielle Objekte wie chemisch pekuliäre Sterne gut geeignet, die in unterschiedlichen Spektralbändern unterschiedliche Lichtkurvenformen zeigen (vgl. z.B. Bernhard und Hümmerich, 2022).

Internetadresse: <https://www.ztf.caltech.edu/>

Sky Coverage: Nordhimmel und Teile des südlichen Himmels bis ca -30° Deklination

Time Baseline: Seit 2017 (andauernd)

Photometrie: *r, g* und *i*

Range: ~12 bis ~20 mag

Anmerkungen: Daten sind auch über Irsa <https://irsa.ipac.caltech.edu/frontpage/> und Peranso abrufbar.

Einige Hinweise aus der Praxis (Rainer Gröbel)

Diese beiden Surveys dürften für die Aufklärung des Verhaltens vieler Arten von Veränderlichen interessant sein. Die Daten sind direkt vom The International Variable Star Index der AAVSO (AAVSO-VSX, <https://www.aavso.org/vsx>) aus

abrufbar und in Excel leicht aufzubereiten. Dennoch, bei einer großen Zahl zu untersuchenden Sternen wäre es wünschenswert, wenn ein Makro einem diese repetitive Arbeit erleichtern würde. Schließlich wurde etwas Ähnliches für ältere Surveys wie NSVS und ASAS erstellt, höchste Zeit für eine Ergänzung des „data mining“-Werkzeugkastens...

Zumal die beiden „Neuen“ den Vorläufern in allen Punkten überlegen sind. ASAS-SN gibt es nun seit ca. 2014, zuerst im V-Bereich bis 2018 und seitdem mit leichter Überlappung im SLOAN g-Bereich. Dies ergibt eine ausreichend breite Zeitbasis, um Lichtkurven- und/oder Periodenänderungen von Kurz- bis Mittelperiodischen nachzuspüren. Ganze Lichtkurven relativ schwacher Lang-, Semiperiodischer oder Miras sind darstellbar. Erst unterhalb der 15. Größenklasse steigen die Fehlerbalken stark an. Saturationseffekte dürften erst oberhalb 10 mag problematisch werden. Die Messpunkte werden zuverlässig fortlaufend ergänzt, so dass der letzte Punkt „von vorgestern“ stammen könnte.

Bei einer Abfrage muss der interessierende Zeitraum in Anzahl der Tage vor dem aktuellen Datum angegeben werden, weil die Helligkeiten aus den gespeicherten Bildern jedes Mal neu berechnet werden. Dies führt zu einer starken Belastung des Servers, besonders wenn nach den Punkten „von Anfang an“ (3500 eingeben) gefragt wird. Dies kann einige zehn Minuten dauern, es sei denn, die Meldung „server overloaded“ erscheint nach kurzer Zeit. Es muss nachgehakt werden, aber schließlich bekommt man doch die gewünschte, meistens umfangreiche Datei. Für die Aktualisierung eines bestimmten Sterns ist es nach dem ersten Mal nicht mehr nötig, die volle Abfrage durchzuführen, die Ergänzung kommt entsprechend schnell.

Den „Zwicky Transient Survey“ gibt es zwar erst ab ca. 2018, er bietet aber Messungen im SLOAN g-, r- und sogar i-Bereich, die weit tiefer reichen als bei ASAS-SN. Dies erklärt sich, weil das Aufnahmeinstrument der gründlich überarbeitete „Big Schmidt“ am Palomar ist, der somit seine an sich schon glänzende Karriere fortsetzen kann.

Die Beschränkung auf einem einzigen „großen“ Instrument bringt es mit sich, dass die Dichte der Daten für einen bestimmten nachgefragten Stern geringer und ungleichmäßiger verteilt ist. Auch die Ergänzung im Umfang geschieht gemächlich, aber unaufhaltsam. Es kann sein, dass es für eine bestimmte Gegend (noch) keine oder nur wenige Daten gibt. Dennoch kann die zeitliche Überlappung, besonders im g-Bereich bei gesteigerter Genauigkeit nützlich sein, besonders im Grenzbereich der ASAS-SN-Daten.

Die große Öffnung bringt es mit sich, dass hellere Sterne leicht in die Saturation kommen. Dies wird besonders im r-Bereich oberhalb ~11 mag deutlich.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich am älteren, nun abgeschlossenen, aber immer noch nützlichen CATALINA Survey (CSS) erinnern, der auch direkt vom VSX aus zugänglich ist. Es wurden Instrumente der 1-Meter-Klasse verwendet und die Grenze muss schon bei ~12 mag angesetzt werden, was einige Benutzer nicht berücksichtigt haben...

Bedingt durch die Automatisierung, gibt es bei den dargestellten Lichtkurven offensichtliche „Ausreißer“. Inwieweit diese „wegretuschiert“ werden dürfen, liegt beim Auswerter, allgemein sollte aber nicht übertrieben werden...

Es würde hier zu weit führen, in die Einzelheiten der weiteren Verarbeitung der Daten einzusteigen, dies ist auch zu sehr vom Ziel der geplanten Untersuchung abhängig. Das Rad muss nicht jedes Mal neu erfunden werden und bei der Arbeit mit Excel sind einige Blätter entstanden, die als Vorlage dienen könnten, z.B. bei der Darstellung der Lichtkurven oder der Erstellung von (B-R)-Diagrammen. Bei (begründeter) Nachfrage würden wir gerne ins Gespräch kommen und versuchen weiterzuhelfen.

Was bei jedem Wetter, im Warmen und bequem am Rechner mit der Auswertung dieser Daten erreicht werden kann, mag ein nach und nach immer anspruchsvoller werdendes Vorhaben zeigen. Zunächst ging es nur darum, „interessante“ RR-Lyrae-Sterne für die „echte“ Beobachtung zu finden. Die Periode der Mehrzahl der RRs bleibt über Jahrzehnte konstant und die Lichtkurve wiederholt sich sehr genau. Eine dichte Verfolgung wäre nicht besonders erhellend.

Es gibt aber Sonderlinge, deren Periode sich in allen Richtungen und Schnelligkeiten ändert, bis hin zu zyklischem Verhalten der (B-R). Dies könnte ein Hinweis auf einen Begleiter sein, denn es ist immer noch nicht bekannt warum RRs – bis auf einen (!) gesicherten Fall – immer als „Single“ erscheinen. Im Gegensatz zu denen der EAs und EWs, sind bei den RRs die Ursachen der Periodenänderungen noch wenig verstanden.

Schließlich gibt es den schon lange bekannten, aber immer noch rätselhaften Blazhko-Effekt, bei dem der Stern auf zwei dicht beieinander liegende Frequenzen schwingt und deren Schwebung starke Variationen in Amplitude und/oder Phase der Lichtkurve bewirkt. Bislang war die Erforschung dieser sekundären Perioden nur mit einem großen Aufwand an direkten Beobachtungen zu bewältigen, so dass die Anzahl der gesicherten Fälle gering blieb.

Einige Versuche mit den (noch recht unsicheren) Daten der ersten Surveys gaben nur wenig sichere Ergebnisse und schließlich erwies sich eine Studie auf Grundlage der hierfür völlig ungeeigneten SuperWASP-Daten als völliger Fehlschlag. Erst mit der breiteren Datenbasis von ASAS-SN und mit willkommener Unterstützung durch ZTF-Daten, erschien es möglich, zuverlässigere Blazhko-Perioden in weit größerer Zahl zu ermitteln.

Mit Unterstützung des Betreuers vom Server der Nürnberger Volkssternwarte wurde ein „Wiki“ bereitgestellt, der seitdem ständig erweitert wird:

<https://veraenderliche.naa.net/> Login: Gast Passwort: Besucher

In diesem sind u. A. die Ergebnisse der Untersuchung der im VSX als RR im weitesten Sinne deklarierten Sterne nach Sternbildern geordnet zu finden, mit besonderer Berücksichtigung der „Blazhko-Verdächtigen“.

Weitere Surveys

Neben den erwähnten Quellen für photometrische Daten gibt es noch weitere Projekte, die wir 2014 noch nicht angeführt hatten, wie zum Beispiel:

- KWS (Kamogata/Kiso/Kyoto Wide-field Survey); ein Survey für hellere Objekte (Nordhimmel und Teile des Südhimmels)
<http://kws.cetus-net.org/~maehara/VSdata.py>
- Gaia Astrometriesatellit; derzeit erst relativ limitierte Anzahl an photometrischen Messungen verfügbar, aber hohe Positionsgenauigkeit
<https://gea.esac.esa.int/archive/>
- Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS); hochgenaue Photometrie, auch für sehr helle Sterne, aber derzeit noch begrenzte Time Baseline
<https://www.nasa.gov/tess-transiting-exoplanet-survey-satellite>

Danksagung: Für diesen Artikel wurden die Datenbanken AAVSO-VSX, SIMBAD und VIZIER verwendet.

Referenzen:

Bellm, E. C.; Kulkarni, S. R.; Graham, M. J. et al. 2019, PASP, 131, 018002
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019PASP..131a8002B>

Bernhard, K.; Hümmerich, S., 2014, BAV Rundbrief 3/2014, 155-160
<https://www.bav-astro.de/rb/rb2014-3/155.pdf>

Bernhard, K.; Hümmerich, S., 2022, BAV Rundbrief 2/2022, 87
<https://www.bav-astro.eu/rb/rb2022-2/87.pdf>

Gröbel, R., 2018, BAV Rundbrief 1/2018, 3-11
<https://www.bav-astro.eu/rb/rb2018-1/3.pdf>

Hümmerich, S.; Bernhard, K., 2016, BAV Rundbrief 2/2016, 42
<http://www.bav-astro.eu/rb/rb2016-2/42.html>

Kochanek, C. S., Shappee, B. J., Stanek, K. Z., et al. 2017, PASP, 129, 104502
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2017PASP..129j4502K>

Masci, F. J.; Laher, R. R.; Rusholme, B., et al. 2019, PASP, 131, 018003
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019PASP..131a8003M>

Klaus Bernhard
A-4030 Linz

Rainer Gröbel
90542 Eckental

Stefan Hümmerich
56338 Braubach

Klaus.Bernhard@liwest.at rainer.groebel@tzboo.de ernham@rz-online.de