

Astrometrie von Objekten unseres Planetensystems

und die

Entdeckung von Asteroiden

an der

**Hans-Ludwig-Neumann-Sternwarte des Physikalischen Vereins
am Standort Taunus-Observatorium**

E. Schwab, R. Kling, S. Karge und U. Zimmer

Zur Teilnahme am Wettbewerb des Soemmerring – Preises

April 2009

Am Taunus-Observatorium des Physikalischen Vereins werden seit 2006 die Objekte unseres Planetensystems astrometriert, die Ergebnisse an die weltweit zentrale Sammelstelle übermittelt und somit der Wissenschaft zur Verfügung gestellt. Von den Autoren wurden zahlreiche Kleinplaneten entdeckt, wodurch die Amateursternwarte im Taunus inzwischen zu den erfolgreichsten Observatorien Deutschlands zählt. In der vorliegenden Arbeit sind die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst.

Inhaltsverzeichnis

Historischer Rückblick	6
Astrometrische Messungen an Asteroiden	7
Vermessung anspruchsvoller Objekte unseres Planetensystems	9
Die erste Asteroiden - Entdeckung des Physikalischen Vereins.....	10
Die Entdeckung eines gefährlichen erdnahen Asteroiden	12
Verbesserung der erreichbaren Grenzhelligkeit.....	14
Qualität unserer astrometrischen Messungen.....	15
Quantität unserer astrometrischen Messungen	16
Entdeckungsstatistik im deutschsprachigen Raum	16
Nummerierte Entdeckungen.....	17
Kleinplanet (204852) Frankfurt	17
Danksagung	18
Anhang.....	19
Report der ersten astrometrischen Messungen.....	19
Minor Planet Electronic Zirkular unserer NEO-Entdeckung.....	20
Liste der an der Taunus-Sternwarte entdeckten Asteroiden	22
Liste der Veröffentlichungen	25

Astrometrie von Objekten unseres Planetensystems

und die

Entdeckung von Asteroiden

an der

**Hans-Ludwig-Neumann-Sternwarte des Physikalischen Vereins
am Standort Taunus-Observatorium**

Erwin Schwab, Rainer Kling, Stefan Karge und Ute Zimmer

Durch den Einsatz einer professionellen Digitalkamera SBIG STL 11000 am größten Teleskop des Physikalischen Vereins wurde es möglich Himmelsobjekte zu erfassen, die eine Million Mal lichtschwächer sind als jene, die man mit bloßem Auge erkennen kann. Dies eröffnete völlig neue Arbeitsgebiete, insbesondere die Vermessung von Himmelsobjekten, die in der Regel nur den professionellen Observatorien zugänglich sind. Ebenso ist durch die digital vorliegenden Bild-Daten eine wesentlich effizientere Auswertung möglich geworden.

Als Astrometrie bezeichnet man die Messung der Positionen von Himmelsobjekten am Firmament, welches eines der ältesten Teilgebiete der Astronomie ist. Aufgrund der Qualität unserer am 6. bis 8. Juni 2006 durchgeführten Positionsmessungen von Asteroiden bekam die Hans-Ludwig-Neumann-Sternwarte des Physikalischen Vereins am Standort Taunus-Observatorium einen so genannten Observatory Code der Internationalen Astronomischen Union zuerkannt. Unsere astrometrischen Messungen werden seitdem an das Minor Planet Center (USA) übermittelt und dienen als Grundlage für die Berechnung der aktuellen Bahnen der Objekte unseres Planetensystems.

Zunächst wurden Positionsmessungen an besonders anspruchsvollen Objekten unseres Planetensystems durchgeführt. Dazu gehörten erdnahe Asteroiden, Transneptunische Objekte, lichtschwache Kometen und natürliche Satelliten. Am 27. November 2006 gelang dann die erste Asteroiden-Entdeckung in der Geschichte des Physikalischen Vereins. Diesem Ereignis folgten bis zum 9. April 2009 weitere 121 Designations. Mit dieser Entdeckungsrate zählt die Sternwarte des Physikalischen Vereins inzwischen zu den erfolgreichsten Observatorien Deutschlands.

Im Zeitraum Juni 2006 bis Dezember 2008 wurden 4033 Positionsmessungen an das Minor Planet Center übermittelt, welche in 23 Minor Planet Zirkularen veröffentlicht wurden.

Weiterhin gelang uns am 25. Februar 2009 die Entdeckung eines der seltenen, erdnahen Asteroiden, drei Tage bevor er von einem professionellen Observatorium gesichtet wurde.

Der erste Kleinplanet, für den wir einen Namensvorschlag einreichten, trägt seit dem 9. April 2009 den Namen „(204852) Frankfurt“.

Historischer Rückblick

Die Beschäftigung mit Asteroiden ist eine alte Tradition des Physikalischen Vereins (Asteroiden werden auch als Kleinplaneten oder Planetoiden bezeichnet). Von 1913 bis 1939 betrieb der Verein das Planeteninstitut, welches weltweit eines der ersten Forschungseinrichtungen war, das sich mit der Berechnung der Bahnen von Asteroiden beschäftigte. Die Arbeiten seinerzeit waren im Wesentlichen theoretischer Natur. Zur Würdigung dieser Tätigkeit wurden damals einige Asteroiden nach dem Verein und seinen Mitarbeitern benannt. Diese Asteroiden wurden jedoch nicht vom Physikalischen Verein entdeckt, sondern verteilen sich folgendermaßen:

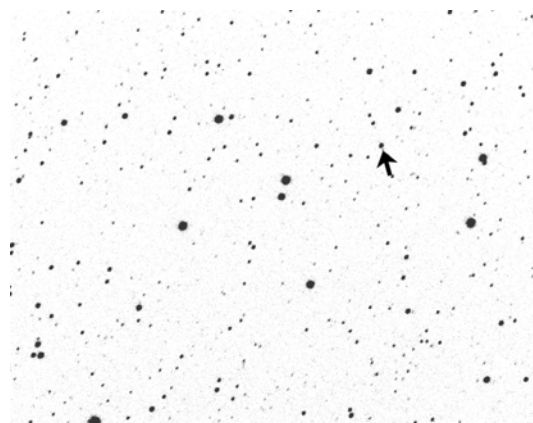
(728) Leonis	Entdeckt am 16.2.1912 von J. Palisa in Wien
(743) Eugenis	Entdeckt am 25.2.1913 von F. Kaiser in Heidelberg
(761) Brendelia	Entdeckt am 8.9.1913 von F. Kaiser in Heidelberg
(1487) Boda	Entdeckt am 17.11.1938 von K. Reinmuth in Heidelberg

Astrometrische Messungen an Asteroiden

zur Beantragung eines Observatory Codes bei der Internationalen Astronomischen Union

Um Positionsmessungen von Himmelskörpern der Wissenschaft zur Berechnung aktueller Bahnen von Asteroiden, Kometen und natürlichen Satelliten zur Verfügung stellen zu können ist es zunächst nötig, einen so genannten Observatory Code der Internationalen Astronomischen Union (IAU) zu erlangen. Mit diesem „Gütezeichen“ ist man berechtigt, Messungen an die zentrale Auswertestelle, das Minor Planet Center (MPC) in den USA, zu schicken. Dort werden mittels der weltweit eingesendeten Positionsmessungen die aktuellen Bahnen der Objekte unseres Planetensystems berechnet.

Mit diesem Ziel wurden im Zeitraum vom 6.6.2006 bis 8.6.2006 die Asteroiden (612) Veronika und (2303) Retsina am 0,6-Meter-Teleskop der Hans-Ludwig-Neumann-Sternwarte des Physikalischen Vereins am Standort Taunus-Observatorium mit der Digitalkamera SBIG STL 11000¹ fotografiert. Die Kriterien zur Auswahl dieser beiden Kleinplaneten waren ein hohes Signal-zu-Rausch-Verhältnis aufgrund ihrer Helligkeit, die sehr gut bekannten Bahndaten sowie die Höhe über dem Horizont zum betreffenden Zeitpunkt.



(612) Veronika
am 6./7.6.2006
Erwin Schwab und Rainer Kling

Das Objekt ist auf diesen Negativabbildungen mit Pfeil gekennzeichnet. Deutlich ist eine Veränderung der Position zwischen den beiden Aufnahmen zu erkennen. Der zeitliche Abstand der beiden Bilder beträgt 51 Minuten.

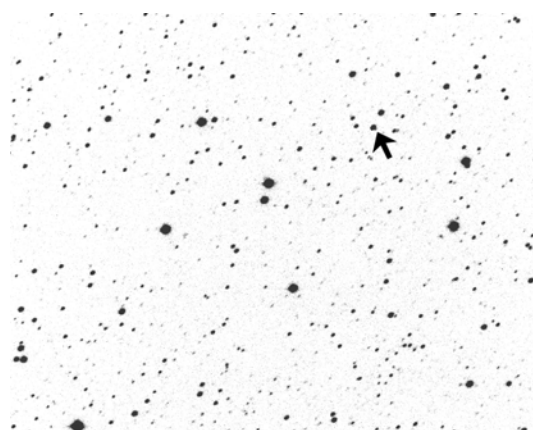
Kamera: SBIG STL 11000M.
Teleskop: Cassegrain 600 / 2000 mm

Bildausschnitt ca. 15x15 Bogenminuten.

Belichtungszeiten: Oberes Bild 1 Minute und unteres Bild 3 Minuten, Norden oben und Osten links.

Helligkeit des Objektes: 14,7 Magnitude

Taunus-Sternwarte
des Physikalischen Vereins.



Mit der Software Astrometrica² und dem Referenzstern-Katalog UCAC-2³ wurden die Aufnahmen ausgewertet. Die Ergebnisse haben wir am 10.6.2006 zur INTERNATIONALEN ASTRONOMISCHEN UNION (IAU), Abteilung MINOR PLANET CENTER (MPC)⁴, im vorgeschriebenen Format via Email gesendet. Der Report dieser ersten astrometrischen Messungen ist im Anhang abgedruckt.

¹ <http://www.sbig.com/>

² <http://www.astrometrica.at/>

³ <http://ad.usno.navy.mil/ucac/>

⁴ <http://www.cfa.harvard.edu/iau/mpc.html>

Am 14.6.2006 kam die Nachricht von Gareth Williams, Associate Director of the Minor Planet Center, dass die Taunus Sternwarte aufgrund der Qualität der eingesendeten Messungen den **Observatory Code B01** (in Worten B Null Eins) erhalten hat. Der Observatory Code der Taunus-Sternwarte wurde im Minor Planet Circular # 57067 vom Juli 2006 veröffentlicht⁵ und ist hier auszugsweise abgedruckt:

Code	Long.	$\rho \cdot \cos(\phi)$	$\rho \cdot \sin(\phi)$	Name
B01	8.4464	0.64117	+0.76499	Taunus Observatory, Frankfurt

Erläuterung der Spalten: Observatory Code Nummer, geozentrischer Längengrad, Parallaxen-Konstanten für die geozentrische Breite des Erd-Ellipsoids, Name der Sternwarte. Diese Geozentrischen Koordinaten wurden aus folgenden Geographischen Koordinaten berechnet: Länge 08°26'47,2" Ost, Breite 50°13'18.0" Nord, Höhe 825 Meter über NN.

Der mittlere Fehler der Positionsmessungen in Bezug zu den Referenzsternen liegt in Deklination und Rektaszension unter 0,08 Bogensekunden. Im Vergleich zu den Bahnelementen liegen die Fehler unserer Messungen nach Berechnung des MINOR PLANET CENTERS (MPC) beim Asteroiden Veronika im Bereich 0,0" bis 0,1" und beim Asteroiden Retsina im Bereich 0,1" bis 0,3". Die Qualität unserer Messungen ist somit, wie später ausführlicher gezeigt wird, denen der professionellen Observatorien gleichwertig.

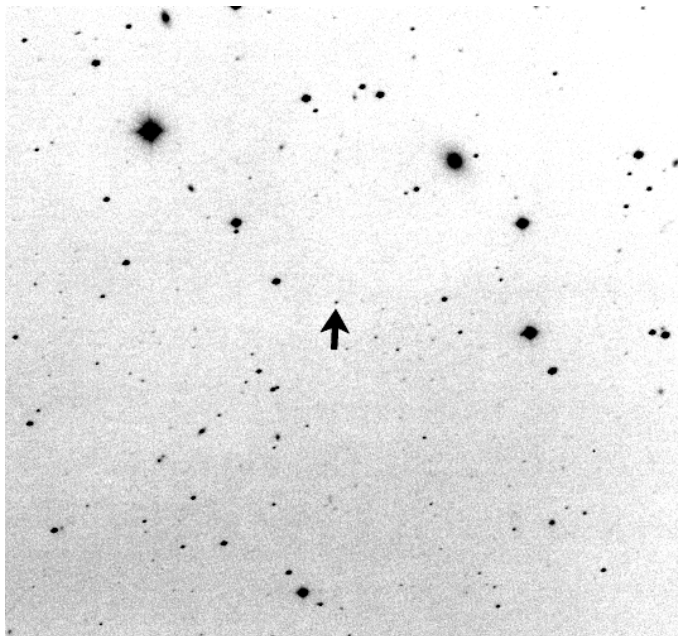
Da die Hans-Ludwig-Neumann-Sternwarte des Physikalischen Vereins am Standort Taunus-Observatorium im Verzeichnis der Observatory Codes des Minor Planet Centers als „Taunus Observatory“ eingetragen ist, wird der Einfachheit halber in unserer Abhandlung die Bezeichnung „Taunus-Sternwarte“ oder „Taunus-Observatorium“ verwendet.

⁵ <http://cfa-www.harvard.edu/iau/MPCSummary/20060711.pdf>

Vermessung anspruchsvoller Objekte unseres Planetensystems

Nach der Vermessung von „Standard“ Hauptgürtel-Asteroiden, wozu die als erstes ausgewählten Objekte (612) Veronika und (2303) Retsina zählten, wurde die Leistungsfähigkeit des Teleskops in Verbindung mit der neuen Digitalkamera an besonders außergewöhnlichen Himmelsobjekten getestet. Es wurden ein der Erde gefährlich nahe kommender Asteroid und zwei sehr weit entfernte Transneptunische Objekte am Himmel vermessen. Das erdnahe Objekt 2004 XP14 mit ca. 500 Metern Durchmesser, ein so genannter NEO (Near Earth Object), raste in nur 433.000 Km an der Erde vorbei und bewegte sich mit einer Geschwindigkeit von zwei Vollmonddurchmessern pro Stunde über das Firmament.

Die weit entfernten Objekte (136199) Eris und (55636) 2002 TX300 sind so genannte Transneptunische Objekte (TNOs). (136199) Eris, das größte bisher bekannte TNO, befindet sich weit jenseits der Bahn des Plutos in einer Entfernung von über 14 Milliarden Kilometern. Er ist das am weitesten entfernte Objekt unseres Planetensystems, das bisher von der Taunus-Sternwarte beobachtet wurde. Außerdem wurden mehrere lichtschwache Kometen und der Saturnmond Phoebe astrometriert, letzterer gilt als besonders anspruchsvoll aufgrund der Nähe zum vielfach helleren Saturn.



(136199) Eris, Transneptunisches Objekt
am 31.10.2007
Stefan Karge

Kamera: SBIG STL 11000M.
Teleskop: Cassegrain 600 / 2000 mm

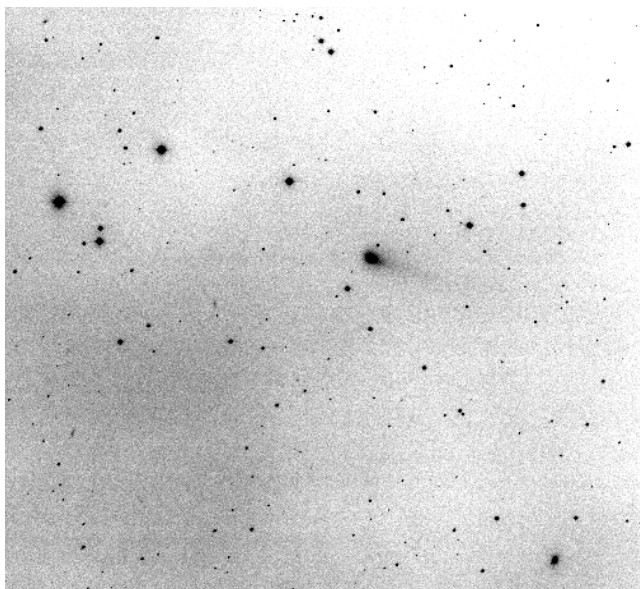
Bildausschnitt ca. 15x15 Bogenminuten

Integrierte Belichtungszeit mittels der Methode
Stack & Track: 12 (3x4) Minuten.

Norden oben und Osten links.

Helligkeit des Objektes: 18,7 Magnitude

Taunus-Sternwarte
des Physikalischen Vereins.



Komet 4P/Faye
am 20.09.2006
Erwin Schwab und Rainer Kling

Kamera: SBIG STL 11000M.
Teleskop: Cassegrain 600 / 2000 mm

Bildausschnitt ca. 30x25 Bogenminuten

Integrierte Belichtungszeit mittels der Methode
Stack & Track: 9 (3x3) Minuten.

Norden oben und Osten links.

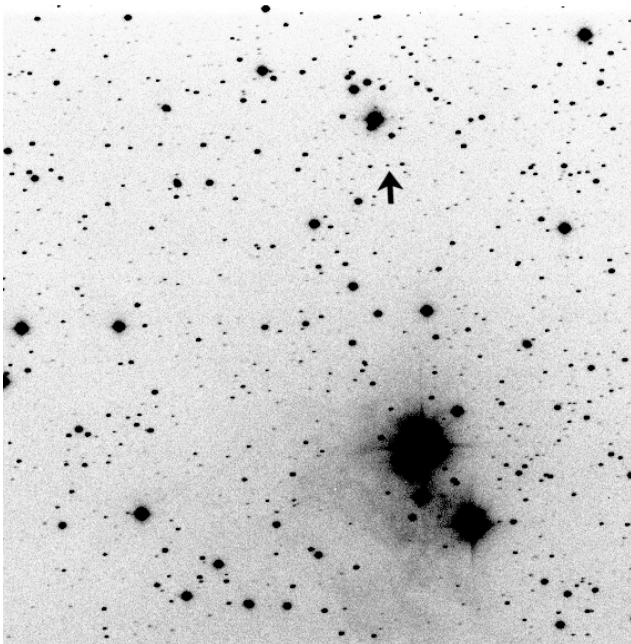
Helligkeit des Objektes: 13,5 Magnitude

Taunus-Sternwarte
des Physikalischen Vereins.

Die erste Asteroiden - Entdeckung des Physikalischen Vereins

Für die ersten Messungen zur Beantragung eines Observatory Codes wurde noch der Sekundärfokus des Teleskops mit 6 Meter Brennweite verwendet. Der Primärfokus mit 2 Meter Brennweite war zu diesem Zeitpunkt noch nicht einsatzbereit. Da im Primärfokus das Gesichtsfeld um das etwa 9-fache größer ist als im Sekundärfokus, ist auch die Wahrscheinlichkeit für Entdeckungen um den gleichen Faktor erhöht. Durch die Eigenproduktion eines geeigneten Kameraflansches konnten wir den Primärfokus einsatzbereit machen.

Am 27.11.2006 wurde dann zum ersten Mal ein Himmelsabschnitt mit hoher Asteroiden-Dichte direkt in der Ekliptikebene ausgewählt. Während der Auswertung fanden wir zwei Asteroiden mehr als erwartet. Auch in den aktuellen Asteroiden-Verzeichnissen, die über das Internet einsehbar sind, waren diese nicht registriert.



Entdeckungsfoto von 2006 WV129

am 27.11.2006

Erwin Schwab und Rainer Kling

Der neu entdeckte Asteroid 2006 WV129 auf dieser Negativabbildung ist mit Pfeil gekennzeichnet.

Kamera: SBIG STL 11000M.

Teleskop: Cassegrain 600 / 2000 mm

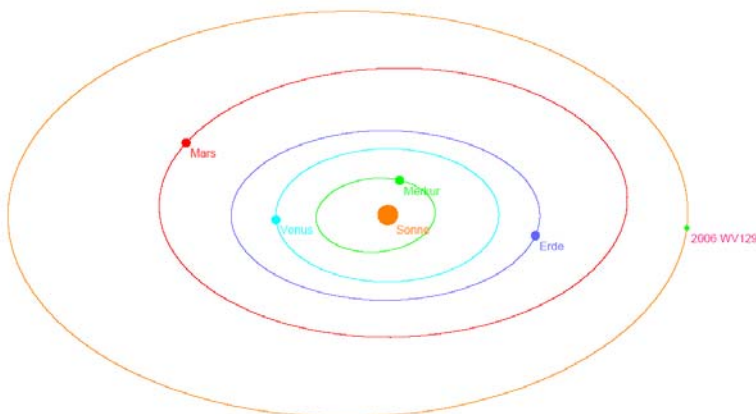
Bildausschnitt ca. 15x15 Bogenminuten aus dem Gesamtgesichtsfeld von 60x45 Bogenminuten.

Belichtungszeit 5 Minuten, Norden oben und Osten links.

Helligkeit des Objektes: 19,4 Magnitude

Taunus-Sternwarte
des Physikalischen Vereins.

Am 1.12.2006 kam die Antwort des Minor Planet Centers (MPC), dass es sich bei einem der beiden Objekte um die Wiederentdeckung des Asteroiden mit der vorläufigen Bezeichnung 2003 AS68 handelte. Das andere Objekt war eine Neuentdeckung! Der ungefähr 1 km kleine auf der Taunus-Sternwarte entdeckte Himmelskörper bekam die vorläufige Bezeichnung 2006 WV129 und war zum Zeitpunkt des Auffindens rund 144 Millionen Kilometer von der Erde entfernt. Er ist die erste Asteroiden-Entdeckung in der über 180-jährigen Geschichte des Physikalischen Vereins.



Position des Asteroiden 2006 WV129 zum Zeitpunkt unserer Entdeckung am 27.11.2006 und die vom Minor Planet Center aus den Positionsmessungen berechnete Bahn. Grafik generiert mit der Software Easysky⁶

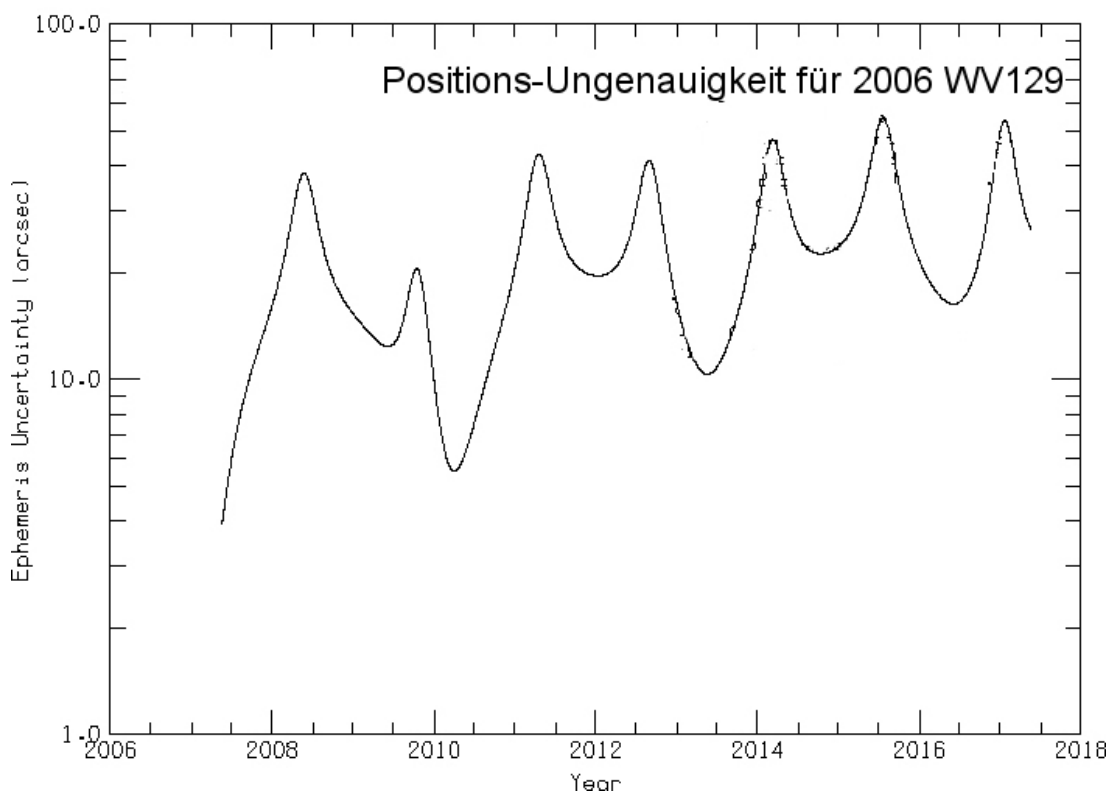
⁶ <http://www.easysky.de>

Wird die Bewegung des Asteroiden nur über einen kurzen Zeitraum weiterverfolgt und vermessen, so ist eine Bahnbestimmung nur sehr ungenau möglich und der Asteroid kann wieder „verloren gehen“. Deshalb ist es wichtig so oft wie möglich und über einen großen Zeitraum hinweg die Positionen eines neu entdeckten Asteroiden zu vermessen.

Das langfristige Ziel nach einer Asteroiden-Entdeckung ist der Weg von der vorläufigen Bezeichnung (Designation) bis hin zur endgültigen Nummerierung des Objekts.

Der Zeitpunkt der endgültigen Nummerierung einer Neuentdeckung hängt davon ab wie genau die Umlaufbahn bestimmt ist. Für die Beurteilung der Bahngenauigkeit hat das Minor Planet Center die so genannte Unsicherheitszahl⁷ definiert. Je niedriger die Ziffer der Unsicherheitszahl ist, desto genauer ist der Orbit bestimmt. Ziffer Null beschreibt somit den höchstmöglichen Grad der Genauigkeit einer Umlaufbahn.

Unsere Entdeckung 2006 WV129 hat inzwischen eine Unsicherheitszahl von 3. Die Genauigkeit der resultierenden Ephemeriden-Rechnung liegt in diesem Fall unter 60 Bogensekunden, was ein problemloses späteres Wiederauffinden und eine eindeutige Identifikation des Asteroiden ermöglicht.



Ungenauigkeit der berechneten Position des Asteroiden 2006 WV129 in der Zukunft. Die Genauigkeiten der vorhergesagten Positionen bleiben unter 60 Bogensekunden, was ein problemloses späteres Wiederauffinden und eine eindeutige Identifikation des Asteroiden ermöglicht. Weitere Positionsmessungen sind jedoch nötig, da eine endgültige Nummerierung und die damit verbundene Benennung eines Asteroiden erst stattgegeben wird, wenn die Genauigkeit der Vorausberechnung eine vom Minor Planet Center definierte Qualität (Unsicherheitszahl) erfüllt. Grafik generiert mit dem Service des Lowell Observatory⁸.

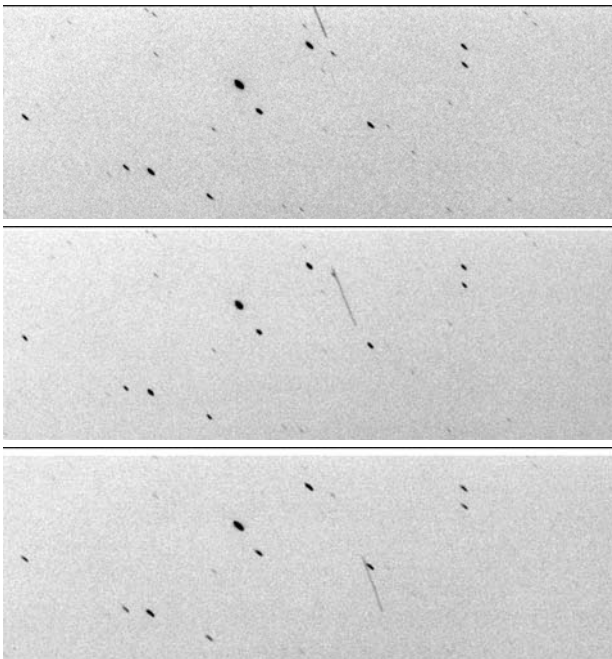
⁷ <http://www.cfa.harvard.edu/iau/info/UValue.html>

⁸ <http://asteroid.lowell.edu/cgi-bin/koehn/obsstrat>

Die Entdeckung eines gefährlichen erdnahen Asteroiden

Im Vergleich zur Entdeckung von Hauptgürtel-Asteroiden ist die Wahrscheinlichkeit einen unbekanntes, die Erdbahn kreuzenden Asteroiden zu finden, wesentlich geringer. Die Entdeckung so genannter Near Earth Objects (NEOs) sind in der Regel den professionellen Himmelsdurchmusterungen vorenthalten, da diese wesentlich mehr Himmelsfläche absuchen können als Amateurastronomen.

Beim Sichten unserer Aufnahmen vom 25. Februar 2009 fiel uns eine Strichspur auf den letzten Bildern einer längeren Serie auf. Strichspuren sind auf lange belichteten Himmelsfotos nichts ungewöhnliches, da sich die künstlichen Erdsatelliten, von denen es reichlich gibt, während der Belichtungszeit relativ zu den Sternen schnell bewegen. Es könnte sich aber auch um einen Asteroiden handeln, der in relativer Nähe die Erdbahn kreuzt.



Entdeckungsfotos des NEOs 2009 DM45

am 25.02.2009

Rainer Kling, Erwin Schwab und Ute Zimmer

Der neu entdeckte NEO 2009 DM45 bildet sich aufgrund seiner schnellen Bewegung als Strichspur ab.

Kamera: SBIG STL 11000M.

Teleskop: Cassegrain 600 / 2000 mm

Strichspurlänge: 114 Bogensekunden

Bildausschnitt ca. 15x5 Bogenminuten aus dem
Gesamtgesichtsfeld von 60x45 Bogenminuten.

Belichtungszeit je 2 Minuten, Norden oben und Osten links.

Helligkeit des Objektes: ca. 13,5 Magnitude

Taunus-Sternwarte
des Physikalischen Vereins.

Die exakte Auswertung dieser Strichspuren war eine anspruchsvolle Herausforderung, da die Astrometrie-Software für die Vermessung von punktförmigen Objekten konzipiert ist. Obwohl nicht zweifelsfrei geklärt werden konnte, ob sich an dieser Stelle ein Satellit befand, haben wir die Ergebnisse unserer Auswertung an das Minor Planet Center gemeldet. Überdies war unklar, ob das MPC unsere Messungen grundsätzlich akzeptieren würde, da wir das Objekt nur über einen sehr kurzen Zeitraum von etwa 4 Minuten fotografisch dokumentieren konnten.

Vom Minor Planet Center wurde dieser Fund zunächst als Satellit eingestuft, bis die professionelle australische Sternwarte Siding Spring Survey (Observatory Code E12) ein unbekanntes erdnahes Objekt (NEO - Near Earth Object) sichtete. Nach der Bahnberechnung durch das MPC wurde deutlich, dass es sich um das gleiche Objekt handelte, welches wir bereits drei Tage zuvor gemeldet hatten. Am 28.2. bekamen wir die Nachricht von Tim Spahr, Direktor des Minor Planet Centers, dass wir die Entdecker dieses bisher unbekanntes NEOs mit der Bezeichnung 2009 DM45 sind:

„Nice job. This looked Geocentric at the first glance. I found it matched an NEOCP object from E12 and gave your team credit for the discovery. Well done!“

Email von Tim Spahr, Direktor des MPCs, eingegangen am 28. Februar 2009 um 23:34 Uhr.

Das Minor Planet Electronic Circular der Entdeckungsmeldung ist im Anhang abgedruckt.

Inzwischen ist die Flugbahn von 2009 DM45 relativ genau bekannt. Er hat eine Umlaufzeit um die Sonne von 1,27 Jahren. Der Asteroid mit einem Durchmesser von ungefähr 150 Metern näherte sich der Erde bis auf eine Entfernung von 5,7-facher Mondstanz. Dabei hatte er eine Geschwindigkeit von 61.200 Km pro Stunde.

Etwas beängstigend ist die Tatsache, dass sich zum Zeitpunkt der Entdeckung dieser Asteroid bereits wieder von uns entfernte, seinen erdnächsten Punkt also schon hinter sich hatte. Wäre er auf direktem Kollisionskurs mit der Erde gewesen, hätten wir Erdbewohner den Felsbrocken erst bei seinem Einschlag bemerkt. Die frei werdende Energie bei einem Einschlag eines Himmelskörpers dieser Größe reicht aus, um ein Gebiet von der Fläche Deutschlands völlig zu verwüsten.

Die nächste Annäherung zwischen 2009 DM45 und der Erde wird am 18. August 2012 stattfinden. Dann allerdings wird sich der Asteroid in einer komfortablen Entfernung von rund 108-facher Mondstanz befinden.

Datum	kleinster Abstand (AE)	kleinster Abstand (ME)	maximale Helligkeit mag
2003-Sep-06	0,456787448	177,8	21,0
2004-Feb-22	0,453070803	176,3	20,9
2009-Feb-24	0,014762151	5,7	13,5
2012-Aug-18	0,278249984	108,3	19,9
2014-Mar-15	0,462835762	180,1	21,0
2056-Feb-17	0,390199406	151,9	20,6
2061-Feb-26	0,071599731	27,9	16,9

Tabelle der Annäherungen zwischen 2009 DM45 und der Erde.

Abkürzungen:
AE: Astronomische Einheiten
ME: Mondentfernungseinheiten

Die Daten stammen vom Jet Propulsion Laboratory der NASA⁹

⁹ <http://ssd.jpl.nasa.gov>

Verbesserung der erreichbaren Grenzhelligkeit durch die Integrationsmethode „Track & Stack“

Durch die Verlängerung der Belichtungszeit ist eine höhere Grenzhelligkeit erreichbar. Da die Nachführung des Teleskops jedoch an die scheinbare Sternbewegung angepasst ist, sich die Asteroiden aber relativ zu den Sternen bewegen, ist die konservative Nachführ-Methode bei der Fotografie von Asteroiden nur bedingt zweckmäßig. Bei längerer Belichtungszeit zeigen sich die Asteroiden als Strichspuren auf der Aufnahme, da die Lichtquanten der Asteroiden nicht mehr auf die gleichen Pixel des CCD-Sensors der Digitalkamera fallen. Eine längere Integrationszeit der Einzelaufnahme, um eine höhere Grenzhelligkeit für die Asteroiden zu erreichen, wird dadurch sinnlos. Auf der Taunus-Sternwarte haben wir aus diesem Grund seit Oktober 2007 die so genannte „Track und Stack“ Integrationsmethode etabliert, welche wir hier erläutern möchten.

Die Einzelaufnahmen werden nur relativ kurz belichtet. Wir verwenden Belichtungszeiten unter 180 Sekunden. Diese maximale Belichtungszeit wurde so gewählt, dass sich auf über 90% der Aufnahmen noch keine Deformationen der Sterne aufgrund der Ungenauigkeit der Nachführung des Teleskops zeigen. Die Einzelaufnahmen werden mittels geeigneter Software nach der Belichtung der Einzelaufnahmen gruppenweise addiert. Wichtig ist, dass bei dieser Addition die Hauptbewegungsrichtung und die mittlere scheinbare Geschwindigkeit der Asteroiden im fotografierten Gesichtsfeld berücksichtigt werden. Dies führt zu dem Effekt, dass die Sterne nun leicht strichförmig werden, die Asteroiden aber nahezu punktförmig bleiben. Die Intensität der Asteroiden wird somit auf die gleichen Pixel des CCD-Chips addiert und das Signal-zu-Rausch-Verhältnis für die bewegten Objekte wird besser als bei den direkt auf die scheinbare Sternbewegung angepassten Langzeitbelichtungen. Man erreicht mit dieser Methode eine bessere Grenzhelligkeit bei den bewegten Objekten.

Diese Methode hat weiterhin den Vorteil, dass jede beliebige Bewegungsrichtung und -geschwindigkeit eines Asteroiden auch nachträglich berücksichtigt werden kann, wenn sich zum Beispiel ein Objekt stark unterschiedlich zu den anderen Asteroiden im Gesichtsfeld bewegt, wie dies in der Regel bei Erdnahen Asteroiden der Fall ist. Die Einzelaufnahmen können für diesen Zweck mit anderen Parametern nachträglich erneut addiert werden.

Auf der Taunus-Sternwarte reduzieren wir die ursprünglichen 20–30 Einzelphotos eines Gesichtsfeldes somit auf 3–6 aufaddierte Aufnahmen, von denen jede eine Integrationszeit von 8-12 Minuten hat. Dadurch erreichen wir bei optimalen Wetterbedingungen lichtschwache Asteroiden bis zur 21. Magnitude.

Um bei der Auswertung die bewegten Objekte von den Sternen zu unterscheiden, werden die verbliebenen aufaddierten 3–6 Aufnahmen als Film wiedergegeben (Blink-Komparator) und schließlich mittels der Software Astrometrica¹⁰ die Positionen der bewegten Objekte unter Einbindung der Referenzsterne eines Sternkataloges exakt vermessen.

¹⁰ www.astrometrica.at

Qualität unserer astrometrischen Messungen

Die Genauigkeit unserer astrometrischen Messungen ist von gleicher Qualität wie die der meisten professionellen Sternwarten. Verglichen mit LINEAR ist unsere Messgenauigkeit sogar besser.

Im folgenden Diagramm werden die Messfehler der Taunus-Sternwarte mit denen des professionellen Observatoriums LINEAR (Observatory Code 704) verglichen. Über 90% der Messungen der Taunus-Sternwarte haben einen Fehler besser als eine Bogensekunde. Bei LINEAR hingegen sind dies knapp 60%. Die dargestellten Residuals beinhalten die vermessenen Asteroiden, deren Bahnen genau bekannt sind. Die Daten sind den Berechnungen des Minor Planet Centers entnommen¹¹.

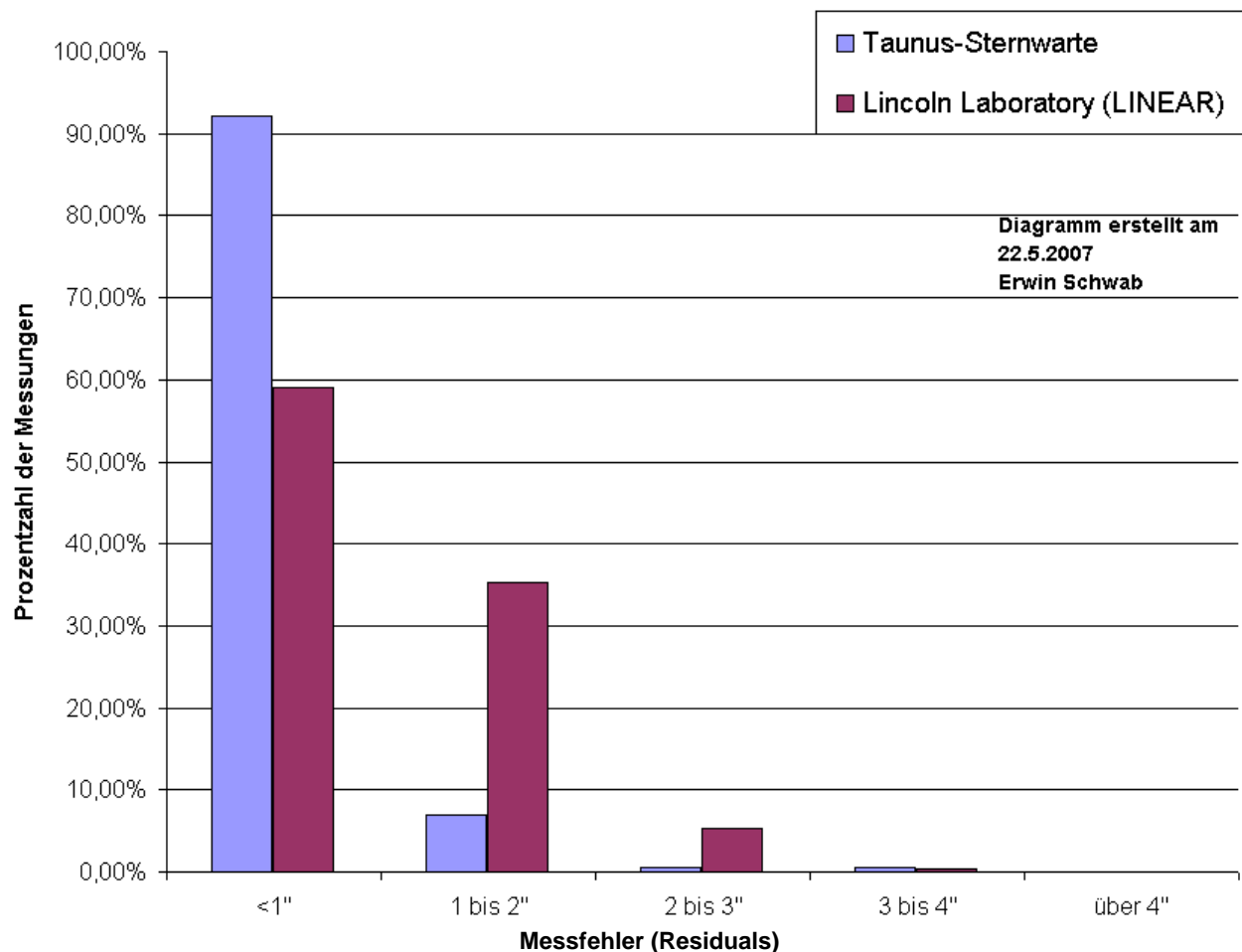


Diagramm der Messfehler der Taunus-Sternwarte im Vergleich mit denen eines professionellen Observatoriums (Lincoln Laboratory, LINEAR)

¹¹ <http://cfa-www.harvard.edu/iau/special/residuals2.txt>

Quantität unserer astrometrischen Messungen

Im Zeitraum Juni 2006 bis Dezember 2008 wurden von uns 4033 Positionsmessungen an das Minor Planet Center übermittelt. Diese verteilen sich wie folgt auf die unterschiedlichen Objekte. Die Daten wurden den Statistiken des Minor Planet Centers¹² entnommen:

	2006	2007	2008	Gesamt
Nummerierte Asteroiden	118	771	1090	1979
Unnummerierte Asteroiden	52	843	1138	2033
Kometen	14	4	0	18
Natürliche Satelliten	0	3	0	3
Summe	184	1621	2228	4033

Entdeckungstatistik im deutschsprachigem Raum

Bis einschließlich 9. April 2009 bekam die Taunus-Sternwarte 122 Designations vom MPC zugeteilt. 7 Objekte sind bereits nummeriert. 43 Objekte sind so genannte „principal designations“. Bezeichnet werden damit diejenigen Asteroiden, deren Orbit-Berechnungen aufgrund der vorliegenden astrometrischen Messungen genau genug sind, so dass sie zwar mit Sicherheit in den nächsten Oppositionen aufgefunden und eindeutig identifiziert werden können, deren Bahnen aber noch nicht genau genug bestimmt sind für eine endgültige Nummerierung.

Unter unseren Entdeckungen befinden sich nicht nur ausschließlich Hauptgürtel-Asteroiden, sondern darüber hinaus auch zwei Jupiter-Trojaner, ein Marsbahnkreuzer und ein Erdbahnkreuzer. Der offizielle „Discovery Status“ des MPCs mit unseren Designations wird im Anhang wiedergegeben.

Durch unsere Aktivitäten wurde das Taunus-Observatorium des Physikalischen Vereins innerhalb eines sehr kurzen Zeitraumes von nur 3 Jahren zu einer der erfolgreichsten Amateur-Sternwarten auf dem Gebiet der Entdeckung von Kleinplaneten. Die gezeigte Tabelle gibt die Anzahl der Designations der zehn aktivsten Amateur-Sternwarten im deutschsprachigen Raum wieder. Stand: 2. April 2009

Pos.	Designations	Sternwarte	Observatory Code	Aktiv seit:	Land
1	277	Altschwendt	A44	2004	Österreich
2	246	Vicques	185	2001	Schweiz
3	203	Gnosca	143	1998	Schweiz
4	182	Naef, Marly	A13	2005	Schweiz
5	122	Taunus	B01	2006	Deutschland
6	117	Wildberg	198	2004	Deutschland
7	79	Drebach	113	1997	Deutschland
8	78	Gaisberg	B21	2006	Österreich
9	65	Heppenheim	611	1997	Deutschland
10	50	Linz	540	1992	Österreich

Die Daten dieser Tabelle stammen aus der Liste des VdS-Fachgruppenleiters der Fachgruppe "Kleine Planeten" (G. Lehmann)¹³, welche die Amateur-Sternwarten des deutschsprachigen Raumes (also auch Österreich und Schweiz) beinhaltet. (VdS=Vereinigung der Sternfreunde)

¹² <http://www.cfa.harvard.edu/iau/special/CountObsByYear.txt>

¹³ <http://www.kleinplanetenseite.de/Entdeckg/amateure.htm>

Nummerierte Entdeckungen

Erfüllt der berechnete Orbit eines Asteroiden ein bestimmtes Genauigkeitskriterium, erhält er vom MPC seine endgültige Nummerierung. Nach erfolgter Nummerierung hat der Entdecker das Recht einen Namen vorzuschlagen. Dieser Vorschlag wird beim Committee for Small Body Nomenclature (CSBN)¹⁴ des Minor Planet Centers (MPC) eingereicht, der über Zustimmung oder Ablehnung entscheidet. Aktuell sind 7 unserer Entdeckungen nummeriert:

Entdeckungs-Datum	Nummer	Designation	Entdecker	Bemerkung
12. 09. 2007	(207687)	2007 RZ15	E. Schwab & R. Kling	
14. 09. 2007	(192220)	2007 RZ132	E. Schwab & R. Kling	Jupiter-Trojaner
15. 09. 2007	(204852)	2007 RH133	E. Schwab & R. Kling	
17. 09. 2007	(204873)	2007 SW1	E. Schwab & R. Kling	
06. 10. 2007	(207763)	2007 TP23	R. Kling & U. Zimmer	
11. 10. 2007	(207783)	2007 TA106	R. Kling & U. Zimmer	
07. 05. 2008	(189398)	2008 JG20	S. Karge & R. Kling	

Kleinplanet (204852) Frankfurt

Für einen unserer nummerierten Asteroiden haben wir am 26. Januar 2009 den Namen „Frankfurt“ vorgeschlagen. Das Committee on Small Body Nomenclature (CSBN) hat dem eingereichten Namensvorschlag zugestimmt. Nach positiver Entscheidung dieses aus 16 internationalen Astronomen bestehenden Gremiums wurde der Name am 9. April 2009 im Minor Planet Circular # 65714 veröffentlicht:

(204852) Frankfurt = 2007 RH133

Discovered 2007 Sept. 15 by E. Schwab and R. Kling at Taunus.

Frankfurt am Main, birthplace of Goethe, Karl Schwarzschild and Otto Hahn, is the largest city in the German State of Hessen and the location of the European Central Bank.

¹⁴ <http://www.ss.astro.umd.edu/IAU/csbn/>

Danksagung

Mit der Einweihung der Hans-Ludwig-Neumann-Sternwarte 1998 ging für viele Mitglieder des Physikalischen Vereins sowie für die Mitarbeiter des astronomischen Arbeitskreises ein Traum in Erfüllung. Durch Spenden und Gelder des Physikalischen Vereins finanziert, hatten sie in zahllosen ehrenamtlich geleisteten Arbeitsstunden die Sternwarte auf dem Kleinen Feldberg im Taunus errichtet und damit die Grundlage für die zukünftige astronomische Arbeit gelegt. Natürlich wäre der laufende Betrieb dieses Observatoriums ohne den Arbeitseinsatz einer Vielzahl von Helfern sowie den Verantwortlichen der Sternwarte nicht aufrecht zu erhalten. Ihnen gilt unser besonderer Dank. Ohne ihr Engagement wäre die vorliegende Arbeit nicht möglich gewesen.

Bedanken möchten wir uns ausdrücklich auch bei allen Spendern, die dazu beigetragen haben die Hans-Ludwig-Neumann-Sternwarte mit hochwertigem Instrumentarium auszurüsten. Hervorzuheben ist hier die maßgebliche Unterstützung durch die Georg und Franziska Speyer'sche Hochschulstiftung, die sowohl die Anschaffung des 60cm-Spiegelteleskops zu großen Teilen mitfinanziert hat, als auch den Kauf der für den astronomischen Einsatz entwickelten professionellen Digitalkamera SBIG STL 11000 ermöglichte, wodurch die wissenschaftliche Arbeit erheblich erweitert werden konnte. Die Ergebnisse, die in diesem Bericht gezeigt werden, wären ohne die perfekte Symbiose zwischen dem leistungsfähigen 60cm-Teleskop und dieser CCD-Kamera nicht möglich gewesen.

Die Autoren möchten sich bei allen Verantwortlichen des Physikalischen Vereins für Ihren Einsatz und Ihr Engagement bei der Errichtung und dem Erhalt der Hans-Ludwig-Neumann-Sternwarte bedanken.

Anhang

Report der ersten astrometrischen Messungen

```
COD XXX
COM Long. 08 26 47.2 E, Lat. 50 13 18.0 N, Alt. 825m
COM Taunus Observatory
CON E. Schwab, Westendstr. 8, D-63329 Egelsbach, Germany [e.schwab@gsi.de]
OBS R. Kling, E. Schwab
MEA E. Schwab
TEL 0.6-m f/9.5 Cassegrain + CCD
ACK MPCReport file 2006.06.10 16:42:12
AC2 e.schwab@gsi.de, r.kling@physikalischer-verein.de
NET UCAC-2
00612      C2006 06 06.99461 19 22 31.59 +08 52 07.4      14.7 V      XXX
00612      C2006 06 07.00029 19 22 31.48 +08 52 10.8      14.8 V      XXX
00612      C2006 06 07.00353 19 22 31.41 +08 52 12.7      14.7 V      XXX
00612      C2006 06 07.00926 19 22 31.30 +08 52 16.1      14.7 V      XXX
00612      C2006 06 07.02308 19 22 31.03 +08 52 24.5      14.8 V      XXX
00612      C2006 06 07.03042 19 22 30.89 +08 52 28.7      14.7 V      XXX
00612      C2006 06 08.92299 19 21 54.49 +09 10 49.3      14.4 V      XXX
00612      C2006 06 08.93809 19 21 54.16 +09 10 57.9      14.5 V      XXX
02303      C2006 06 08.92654 18 24 06.32 +03 19 08.9      16.1 V      XXX
02303      C2006 06 08.93243 18 24 06.07 +03 19 10.0      16.2 V      XXX
02303      C2006 06 08.93520 18 24 05.95 +03 19 10.8      16.2 V      XXX
----- end -----
```

Minor Planet Electronic Zirkular unserer NEO-Entdeckung

M.P.E.C. 2009-D81

Issued 2009 Feb. 28, 22:24 UT

The Minor Planet Electronic Circulars contain information on unusual
 minor planets and routine data on comets. They are published
 on behalf of Commission 20 of the International Astronomical Union by the
 Minor Planet Center, Smithsonian Astrophysical Observatory,
 Cambridge, MA 02138, U.S.A.

Prepared using the Tamkin Foundation Computer Network

MPC@CFA.HARVARD.EDU

URL <http://www.cfa.harvard.edu/iau/mpc.html> ISSN 1523-6714

2009 DM45

Observations:

K09D45M*	C2009 02 25.20777	09 40 08.21	+15 36 36.4	15.8 V	ED081B01
K09D45M	C2009 02 25.20793	09 40 07.64	+15 36 22.2	16.3 V	ED081B01
K09D45M	C2009 02 25.20931	09 40 04.78	+15 34 35.8	16.1 V	ED081B01
K09D45M	C2009 02 25.20947	09 40 04.08	+15 34 18.5	16.4 V	ED081B01
K09D45M	C2009 02 25.21099	09 40 00.44	+15 32 12.0	15.8 V	ED081B01
K09D45M	C2009 02 28.56498	08 49 33.52	-15 39 07.5	16.0 V	ED081E12
K09D45M	C2009 02 28.57345	08 49 30.07	-15 40 51.0	16.2 V	ED081E12
K09D45M	C2009 02 28.58181	08 49 26.68	-15 42 33.4	16.2 V	ED081E12
K09D45M	C2009 02 28.59105	08 49 22.90	-15 44 25.6	16.2 V	ED081E12
K09D45M	C2009 02 28.61096	08 49 14.945	-15 48 25.25	16.4 V	ED081E12
K09D45M	C2009 02 28.61220	08 49 14.448	-15 48 40.28	16.3 V	ED081E12
K09D45M	C2009 02 28.66291	08 48 54.947	-15 58 39.52	16.2 V	ED081E12
K09D45M	C2009 02 28.66470	08 48 54.279	-15 59 00.35	16.4 V	ED081E12
K09D45M	C2009 02 28.70755	08 48 38.807	-16 07 14.61	16.4 V	ED081E12
K09D45M	C2009 02 28.70935	08 48 38.174	-16 07 35.19	16.4 V	ED081E12
K09D45M	C2009 02 28.76786	08 48 36.03	-16 22 26.6	16.1 R	ED081B04
K09D45M	C2009 02 28.77719	08 48 32.54	-16 24 14.3	16.1 R	ED081B04
K09D45M	C2009 02 28.78537	08 48 29.54	-16 25 47.6	15.9 R	ED081B04
K09D45M	C2009 02 28.81942	08 48 16.34	-16 32 15.6	16.1 V	ED081595
K09D45M	C2009 02 28.82278	08 48 15.11	-16 32 53.2	16.1 V	ED081595
K09D45M	C2009 02 28.83649	08 48 11.59	-16 35 29.8		ED081J95
K09D45M	C2009 02 28.83875	08 48 10.79	-16 35 55.2		ED081J95
K09D45M	C2009 02 28.84103	08 48 09.98	-16 36 20.4	16.1 R	ED081J95
K09D45M	C2009 02 28.85704	08 48 02.71	-16 39 13.4	16.6 R	ED081235
K09D45M	C2009 02 28.87576	08 47 55.90	-16 42 38.9	16.4 R	ED081235
K09D45M	C2009 02 28.90347	08 47 46.19	-16 47 35.3	16.3 V	ED081B33
K09D45M	C2009 02 28.90668	08 47 45.06	-16 48 10.1	16.3 V	ED081B33
K09D45M	C2009 02 28.91474	08 47 42.13	-16 49 36.2	16.5 V	ED081B33

Observer details:

235 CAST Observatory, Talmassons. Observer R. Ligustri. 0.35-m f/5 reflector + CCD.

595 Farra d'Isonzo. Observers L. Bittesini, E. Pettarin, F. Piani. Measurer L. Bittesini. 0.40-m f/4.5 reflector + CCD.

B01 Taunus Observatory, Frankfurt. Observers R. Kling, U. Zimmer, E. Schwab. Measurer E. Schwab. 0.6-m f/3.3 Cassegrain + CCD.

B04 OAVdA, Saint-Barthelemy. Observer A. Carbognani. 0.81-m f/7.9 reflector + CCD.

B33 Libbiano Observatory, Peccioli. Observers P. Bacci, R. Emilio. Measurer P. Bacci. 0.5-m f/10 Ritchey-Chretien + CCD.

E12 Siding Spring Survey. Observer R. H. McNaught. Measurers E. C. Beshore, A. Boattini, G. J. Garradd, A. R. Gibbs, A. D. Grauer, R. E. Hill, R. A. Kowalski, S. M. Larson, R. H. McNaught. 0.5-m Uppsala Schmidt + CCD.

J95 Great Shefford. Observer P. Birtwhistle. 0.40-m f/6.0 Schmidt-Cassegrain + CCD.

Orbital elements:

2009 DM45				PHA, Earth MOID = 0.0059 AU	
Epoch 2008 Nov. 30.0 TT = JDT 2454800.5				MPC	
M 340.42429		(2000.0)	P	Q	
n 0.77716465	Peri.	90.74502	+0.34581297	-0.92094832	
a 1.1716395	Node	336.40161	+0.57760046	+0.35980952	
e 0.3674986	Incl.	26.66138	+0.73945325	+0.14963722	
P 1.27	H 21.4	G 0.15	U 7		

Residuals in seconds of arc

Astrometrie von Objekten unseres Planetensystems
und die Entdeckung von Asteroiden

090225	B01	(3.2+	0.9+)	090228	E12	0.1-	0.1-	090228	J95	0.1-	0.1+
090225	B01	0.3+	0.4-	090228	E12	0.0	0.1-	090228	J95	0.1-	0.1-
090225	B01	(4.5+	4.7+)	090228	E12	0.0	0.1-	090228	J95	0.1-	0.1+
090225	B01	0.3-	0.4+	090228	E12	0.1+	0.1-	090228	235	0.5+	0.2+
090225	B01	(2.8-	3.4-)	090228	E12	0.0	0.1-	090228	235	0.3+	0.3-
090228	E12	0.4-	0.1+	090228	B04	(4.2+	0.3+)	090228	B33	0.3-	0.0
090228	E12	0.0	0.3+	090228	B04	(2.1+	0.1-)	090228	B33	0.1+	0.3-
090228	E12	0.3+	0.1-	090228	B04	1.3+	0.2+	090228	B33	0.3-	0.0
090228	E12	0.2-	0.1-	090228	595	0.0	0.0				
090228	E12	0.0	0.0	090228	595	0.0	0.0				

Timothy B. Spahr

(C) Copyright 2009 MPC

M.P.E.C. 2009-D81

Liste der an der Taunus-Sternwarte entdeckten Asteroiden

- Discovery Status -

Entdeckerkürzel (Spalte Initials):

ES: Erwin Schwab
RK: Rainer Kling
SK: Stefan Karge
UZ: Ute Zimmer

DISCSTATUS V5.2a

Report prepared 2009 Apr. 9

Status Report for Taunus Observatory, Frankfurt

Number of designations found = 122

Count	Designation	Initials	Principal	Orbit
1	: 2006 WV129	ESRK02	: 2006 WV129	: 3 opps, 2002-2007 (MPO139270)
2	: 2007 AP11	ESRK04	: 2007 AP11	: 3 opps, 1995-2007 (MPO120846)
3	: 2007 AQ11	ESRK05	: 2003 BN50	: 4 opps, 1999-2007 (MPO116243)
4	: 2007 CS61	SKES01	: 2007 CS61	: 4 opps, 1996-2008 (MPO143273)
5	: 2007 DH7	ESRK07	:	: 22-day arc (MPO118201)
6	: 2007 DO7	ESRK09	: 2007 DO7	: 3 opps, 2002-2007 (MPO117720)
7	: 2007 PM1	ESRK011	: 2002 XT16	: 5 opps, 2001-2008 (MPO148887)
8	: 2007 QY11	SKRK004	: 2007 QY11	: 4 opps, 1986-2009 (MPO154181)
9	: 2007 RV15	ESRK012	: 2007 RV15	: 3 opps, 2002-2007 (MPO128924)
10	: 2007 RW15	SKES003	: 2007 RW15	: 3 opps, 2002-2008 (MPO149026)
11	: 2007 RZ15	ESRK013	: (207687) *	: Numbered object
12	: 2007 RT132	SKES004	: 2007 RT132	: 5 opps, 1995-2009 (MPO154184)
13	: 2007 RZ132	ESRK020	: (192220) *	: Numbered object
14	: 2007 RB133	ESRK022	:	: 57-day arc (MPO128937)
15	: 2007 RG133	ESRK026	: 2007 RG133	: 2 opps, 2007-2009 (MPO153605)
16	: 2007 RH133	ESRK025	: (204852) *N	: Numbered object
17	: 2007 RT133	ESRK018	:	: 22-day arc (MPO126798)
18	: 2007 RR146	ESRK017	: 2007 RR146	: 3 opps, 2004-2009 (MPO155346)
19	: 2007 RD162	SKRK014	: 2007 RD162	: 5 opps, 1994-2009 (MPO152479)
20	: 2007 RE162	SKRK015	: 2004 EX45	: 2 opps, 2004-2007 (MPO138019)
21	: 2007 RP307	ESRK080	:	: 4-day arc (MPO154188)
22	: 2007 SL	SKES005	: 2002 PO107	: 2 opps, 2002-2007 (MPO137959)
23	: 2007 SX	SKRK007	: 2007 RU181	: 2 opps, 2005-2007 (MPO128943)
24	: 2007 SW1	ESRK027	: (204873) *	: Numbered object
25	: 2007 SS2	SKRK011	: 2007 SS2	: 5 opps, 1992-2007 (MPO152483)
26	: 2007 SJ11	ESRK030	: 2007 SJ11	: 4 opps, 2004-2009 (MPO154188)
27	: 2007 SQ11	ESRK028	: 2007 RM97	: 112-day arc (MPO131971)
28	: 2007 SU11	/07S00X	: 2007 RR181	: 57-day arc (MPO128943)
29	: 2007 SJ18	/07S01W	: 2007 RM97	: 112-day arc (MPO131971)
30	: 2007 TP23	RKUZ002	: (207763) *	: Numbered object
31	: 2007 TF105	SKRK020	: 2007 TP185	: 6 opps, 1994-2008 (MPO151059)
32	: 2007 TT105	SKRK022	: 2007 TT105	: 4 opps, 2002-2009 (MPO156100)
33	: 2007 TU105	SKES007	:	: 58-day arc (MPO130276)
34	: 2007 TV105	SKRK019	:	: 4-day arc (MPO126828)
35	: 2007 TW105	ESRK032	:	: 49-day arc (MPO128975)
36	: 2007 TA106	RKUZ004	: (207783) *	: Numbered object
37	: 2007 TA287	SKES008	: 2005 EC225	: 4 opps, 2003-2007 (MPO128188)
38	: 2007 UG125	/07TA5F	:	: None
39	: 2008 CZ20	ESRK035	: 2002 CC227	: 2 opps, 2002-2008 (MPO137951)
40	: 2008 CP21	ESRK034	:	: 12-day arc (MPO136025)
41	: 2008 CQ21	ESUZ001	: 2008 CQ21	: 3 opps, 2001-2008 (MPO137665)
42	: 2008 CE72	RKUZ006	: 2008 CE72	: 3 opps, 1996-2008 (MPO137679)

Astrometrie von Objekten unseres Planetensystems
und die Entdeckung von Asteroiden

43 : 2008 CW116 ESRK037: 2008 CW116 : 4 opps, 2001-2008 (MPO139285)
44 : 2008 CZ116 ESRK038: 2008 CZ116 : 2 opps, 2003-2008 (MPO137689)
45 : 2008 CS119 RKUZ014: 2008 CS119 : 4 opps, 2002-2008 (MPO139286)
46 : 2008 CE177 ESRK039: : 19-day arc (MPO136038)
47 : 2008 CJ177 ESRK045: : 84-day arc (MPO141912)
48 : 2008 CK177 ESRK041: 2008 CK177 : 4 opps, 2003-2008 (MPO141474)
49 : 2008 DA ESRK042: 2008 DA : 6 opps, 2002-2008 (MPO152506)
50 : 2008 JG20 SKRK047: (189398) * : Numbered object
51 : 2008 JS20 ESRK053: : None
52 : 2008 QS19 ESRK054: 2005 UN53 : 3 opps, 2005-2008 (MPO147355)
53 : 2008 QV19 SKRK051: 2008 QV19 : 4 opps, 1994-2008 (MPO146621)
54 : 2008 QY19 SKES010: 2006 BM161 : 4 opps, 2003-2008 (MPO146387)
55 : 2008 QM23 ESRK055: 2008 QM23 : 2 opps, 2002-2008 (MPO148625)
56 : 2008 QN23 ESRK056: 2008 QN23 : 6 opps, 2000-2008 (MPO151071)
57 : 2008 QR25 RKUZ018: 2005 UB43 : 5 opps, 1992-2008 (MPO156032)
58 : 2008 QP34 ESRK057: : None
59 : 2008 RO26 RKUZ019: 2008 RO26 : 3 opps, 2002-2008 (MPO150166)
60 : 2008 RF79 ESRK058: : None
61 : 2008 RG79 ESUZ003: 2008 RG79 : 2 opps, 2003-2008 (MPO150186)
62 : 2008 RH79 ESRK059: 2004 TZ282 : 4 opps, 1996-2008 (MPO147322)
63 : 2008 RR98 ESRK060: 2004 XU7 : 4 opps, 2002-2008 (MPO148955)
64 : 2008 SD83 SKES013: 2008 SD83 : 4 opps, 1996-2008 (MPO149051)
65 : 2008 SJ83 SKES019: : None
66 : 2008 SK83 SKES017: : 59-day arc (MPO147494)
67 : 2008 SL83 SKES015: 2008 SL83 : 3 opps, 2002-2008 (MPO149051)
68 : 2008 SM83 SKES018: : 65-day arc (MPO149051)
69 : 2008 SK84 SKUZ006: : 11-day arc (MPO147494)
70 : 2008 SL84 ESRK061: 2005 YB145 : 2 opps, 2005-2008 (MPO148983)
71 : 2008 SM84 SKES023: 2008 SM84 : 3 opps, 1998-2008 (MPO146781)
72 : 2008 SN84 SKES022: : None
73 : 2008 SO84 RKUZ025: : 10-day arc (MPO147494)
74 : 2008 SP84 ESUZ005: : None
75 : 2008 SQ84 ESRK063: 2008 SQ84 : 2 opps, 2006-2008 (MPO146781)
76 : 2008 SY84 SKES024: : 58-day arc (MPO147494)
77 : 2008 SZ84 /05EH3c: 2008 SZ84 : 2 opps, 2002-2008 (MPO151074)
78 : 2008 SL148 SKES026: : 26-day arc (MPO147508)
79 : 2008 SC152 ESRK065: 2008 SC152 : 3 opps, 1994-2008 (MPO150297)
80 : 2008 YV27 SKRK062: : None
81 : 2008 YW27 SKRK066: 2008 YW27 : 6 opps, 1996-2009 (MPO155591)
82 : 2008 YX27 SKRK067: : 68-day arc (MPO151124)
83 : 2008 YV29 ESRK069: : 30-day arc (MPO152532)
84 : 2008 YW29 SKRK073: : 88-day arc (MPO154220)
85 : 2008 YX29 SKRK074: 2008 YX29 : 3 opps, 2004-2009 (MPO156154)
86 : 2008 YO31 SKRK071: : None
87 : 2008 YA66 ESRK077: 2008 YA66 : 4 opps, 2003-2009 (MPO152228)
88 : 2009 AM2 ESRK073: : 76-day arc (MPO156160)
89 : 2009 AN2 ESRK072: 2001 TV153 : 2 opps, 2001-2009 (MPO155930)
90 : 2009 AJ15 ESRK071: : 89-day arc (MPO156160)
91 : 2009 BH73 ESUZ007: 2009 BH73 : 4 opps, 2002-2009 (MPO156169)
92 : 2009 BU73 SKES027: : 79-day arc (MPO154237)
93 : 2009 BB81 SKRK081: 2009 BB81 : 3 opps, 2003-2009 (MPO156169)
94 : 2009 DR SKRK087: : 60-day arc (MPO156184)
95 : 2009 DS ESRK081: 2009 DS : 2 opps, 2005-2009 (MPO156184)
96 : 2009 DD12 SKRK085: 2009 DD12 : 3 opps, 1998-2009 (MPO156185)
97 : 2009 DM45 9D6384E: : 16-day arc (MPO156189)
98 : 2009 FW1 ESRK089: 2009 FW1 : 2 opps, 2001-2009 (MPO155837)
99 : 2009 FX1 ESUZ011: : 16-day arc (MPO156198)
100 : 2009 FY1 SKRK088: : 60-day arc (MPO156198)
101 : 2009 FZ1 SKRK089: : 17-day arc (MPO156198)
102 : 2009 FA2 SKES029: : 17-day arc (MPO156198)
103 : 2009 FB2 SKES031: 2006 SP116 : 2 opps, 2006-2009 (MPO155257)
104 : 2009 FC2 ESRK085: : 9-day arc (MPO156198)

Astrometrie von Objekten unseres Planetensystems
und die Entdeckung von Asteroiden

105	:	2009	FD2	SKES030:	:	17-day arc (MPO156198)
106	:	2009	FE2	ESRK084:	:	16-day arc (MPO156198)
107	:	2009	FG2	ESRK086:	:	10-day arc (MPO156198)
108	:	2009	FJ2	aa9BA2N: 2007 VE146	:	3 opps, 2000-2009 (MPO155427)
109	:	2009	FN2	ESRK090:	:	2-day arc (MPO156199)
110	:	2009	FJ3	ESUZ012:	:	4-day arc (MPO156199)
111	:	2009	FC4	SKES032: 2009 FC4	:	2 opps, 2005-2009 (MPO155840)
112	:	2009	FD4	SKES033:	:	16-day arc (MPO156199)
113	:	2009	FE4	SKRK090:	:	25-day arc (MPO156199)
114	:	2009	FB14	SKES028:	:	4-day arc (MPO156200)
115	:	2009	FF14	ESRK091:	:	3-day arc (MPO156200)
116	:	2009	FP14	RKUZ041:	:	5-day arc (MPO156200)
117	:	2009	FP25	RKUZ044:	:	60-day arc (MPO156202)
118	:	2009	FU25	ESRK092: 2009 FU25	:	2 opps, 2006-2009 (MPO155855)
119	:	2009	FV25	RKUZ042: 2009 FV25	:	2 opps, 2006-2009 (MPO155855)
120	:	2009	FK28	SKRK091:	:	9-day arc (MPO156202)
121	:	2009	FW42	SKRK094:	:	None
122	:	2009	GC	ESRK096:	:	1-day arc (MPO156204)

This site has discovered 7 numbered objects
1 of the numbered objects has been named
7 of the discoveries are identified with numbered minor planets
60 of the discoveries are involved in multiple-apparition orbits
43 of the discoveries are principal designations
19 of the one-opposition objects have \geq 30-day arc orbits
26 of the one-opposition objects have $<$ 30-day arc orbits
10 of the one-opposition objects have no orbit

-- End of report

NOTES ON INTERPRETING THIS REPORT

For each provisionally-designated object that you have discovered the following information is displayed:

- 1) a monotonically-increasing count that has no significance other than to indicate the order in this list.
- 2) the provisional designation followed by the observer-assigned temporary designation. Occasionally the temporary designation will begin with '/' (e.g., /95Y03R) indicating that the observations were originally reported as belonging to some known object (in the example, 1995 YR3).
- 3) the principal designation if the object is involved in a double designation or identification. When the principal designation is a numbered object, the designation is followed by an asterisk if you are credited with the discovery of that numbered object. The asterisk is followed by 'N' if the object has been named.
- 4) details on the latest orbit available for the object. Most references will be to the MPCs. References that begin with 'E' refer to MPECs.

This list is intended to be complete through the latest batch of MPCs, supplemented with any Daily Orbit Update MPECs.

--End of notes

Liste der Veröffentlichungen

In folgenden Publikationen wurden unsere Ergebnisse veröffentlicht. Die Liste wurde mit dem Internet-Dienst des SAO/NASA Astrophysics Data Systems (ADS)¹⁵ erstellt, Stand 16. März 2009:

Query Results from the ADS Database

Retrieved 23 abstracts

Title: 2009 DM45
Authors: Ligustri, R.; Bittesini, L.; Pettarin, E.; Piani, F.;
Kling, R.; Zimmer, U.; Schwab, E.; Carbognani, A.;
Bacci, P.; Emilio, R.; McNaught, R. H.;
Beshore, E. C.; Boattini, A.; Garradd, G. J.;
Gibbs, A. R.; Grauer, A. D.; Hill, R. E.;
Kowalski, R. A.; Larson, S. M.; Birtwhistle, P.;
Spahr, T. B.
Publication: Minor Planet Electronic Circ., 2009-D81 (2009).
Publication Date: 02/2009
Origin: MPC
Objects: 2009 DM45; K09D45M
Bibliographic Code: 2009MPEC...D...81L

Title: Minor Planet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Schwab, E.; Kling, R.
Publication: Minor Planet Circular 63371, 10 (2008)
Publication Date: 07/2008
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2008MPC..63371..10S

Title: Minor Planet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Schwab, E.; Karge, S.; Kling, R.
Publication: Minor Planet Circular 62873, 10 (2008)
Publication Date: 05/2008
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2008MPC..62873..10S

Title: Minor Planet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Schwab, E.; Kling, R.; Zimmer, U.; Karge, S.
Publication: Minor Planet Circular 62264, 15 (2008)
Publication Date: 03/2008
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2008MPC..62264..15S

Title: Minor Planet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Schwab, E.; Kling, R.; Zimmer, U.; Karge, S.
Publication: Minor Planet Circular 61988, 7 (2008)
Publication Date: 02/2008
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2008MPC..61988...7S

Title: Minor Planet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Schwab, E.; Kling, R.; Karge, S.
Publication: Minor Planet Circular 61696, 13 (2008)
Publication Date: 01/2008
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2008MPC..61696..13S

Title: Minor Planet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Schwab, E.; Kling, R.
Publication: Minor Planet Circular 61173, 7 (2007)
Publication Date: 11/2007
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2007MPC..61173...7S

Title: Minor Planet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Schwab, E.; Kling, R.; Karge, S.; Zimmer, U.
Publication: Minor Planet Circular 60916, 14 (2007)
Publication Date: 10/2007
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2007MPC..60916..14S

¹⁵ http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html

Astrometrie von Objekten unseres Planetensystems und die Entdeckung von Asteroiden

Title: Comet C/2007 n3 (Iulin)
Authors: Cremaschini, C.; Crespi, D.; Foglia, S.; Galli, G.;
Minuto, S.; Buzzi, L.; Luppi, F.; Naves, R.;
Campas, M.; Reina, E.; Ticha, J.; Tichy, M.;
Seki, T.; Baransky, A.; Bezpalko, M.; Torres, D.;
Kracke, R.; Spitz, G.; Kistler, J.; Stuart, J.;
Scruggs, S.; Durig, D. T.; Hardage, D. S.;
Schwab, E.; Kling, R.; Marsden, B. G.
Publication: Minor Planet Electronic Circ., 2007-P32 (2007).
Publication Date: 08/2007
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2007MPEC....P...32C

Title: Minor Planet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Schwab, E.; Kling, R.
Publication: Minor Planet Circular 60460, 16 (2007)
Publication Date: 08/2007
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2007MPC..60460..16S

Title: Comet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Schwab, E.; Kling, R.
Publication: Minor Planet Circular 60424, 6 (2007)
Publication Date: 08/2007
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2007MPC..60424...6S

Title: Minor Planet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Schwab, E.; Kling, R.; Karge, S.
Publication: Minor Planet Circular 59592, 1 (2007)
Publication Date: 05/2007
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2007MPC..59592...1S

Title: Minor Planet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Schwab, E.; Karge, S.
Publication: Minor Planet Circular 59315, 1 (2007)
Publication Date: 04/2007
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2007MPC..59315...1S

Title: Minor Planet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Schwab, E.; Kling, R.; Karge, S.
Publication: Minor Planet Circular 59038, 12 (2007)
Publication Date: 03/2007
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2007MPC..59038..12S

Title: Minor Planet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Schwab, E.; Kling, R.
Publication: Minor Planet Circular 58775, 1 (2007)
Publication Date: 02/2007
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2007MPC..58775...1S

Title: Natural Satellite Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Kling, R.; Schwab, E.
Publication: Minor Planet Circular 58763, 7 (2007)
Publication Date: 02/2007
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2007MPC..58763...7K

Title: Minor Planet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Schwab, E.; Kling, R.
Publication: Minor Planet Circular 58534, 5 (2007)
Publication Date: 01/2007
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2007MPC..58534...5S

Title: Minor Planet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Schwab, E.; Kling, R.; Karge, S.
Publication: Minor Planet Circular 58113, 3 (2006)
Publication Date: 12/2006
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2006MPC..58113...3S

Astrometrie von Objekten unseres Planetensystems und die Entdeckung von Asteroiden

Title: Comet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Kling, R.; Schwab, E.
Publication: Minor Planet Circular 57749, 15 (2006)
Publication Date: 10/2006
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2006MPC..57749..15K

Title: Observations of Comets
Authors: Lehky, M.; Nicolini, M.; Prosperi, E.; Naves, R.;
Campas, M.; Hasubick, W.; Ligustri, R.; da Rio, D.;
Romanello, F.; Turchetti, R.; Kadota, K.; Nakano, S.;
Herald, D.; McAndrew, S. G.; Sanchez, A.;
Rodriguez, D.; Masi, G.; Sostero, G.; Guido, E.;
Baransky, A.; Scotti, J. V.; Hergenrother, C. W.;
van Ness, M. E.; Skiff, B. A.; Christensen, E. J.;
Kowalski, R. A.; Hill, R. E.; Beshore, E. C.;
Garradd, G. J.; Gibbs, A. R.; Grauer, A. D.;
Larson, S. M.; McNaught, R. H.; Bezpalko, M.;
Manguso, L.; Torres, D.; Kracke, R.; Love, H.;
Spitz, G.; Kistler, J.; Stuart, J.; Kommers, J.;
Salvo, R.; Castellano, J.; Vidal, J. R.; Dupouy, P.;
Rinner, C.; Cortes, E.; Takbou, S.; Kugel, F.;
Vollmann, W.; **Kling, R.; Schwab, E.**; Kankiewicz, P.;
Galli, G.; Sherrod, P. C.; Bell, C.; Temprano, J.;
Garcia, J.; Arce, E.; Navarro P., J. P.; Pastor, S.;
Reyes, J. A.; Fletcher, J.; Climent, T.;
Marsden, B. G.
Publication: Minor Planet Electronic Circ., 2006-S99 (2006).
Publication Date: 09/2006
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2006MPEC....S...99L

Title: Observations of Comets
Authors: Lehky, M.; Skvarc, J.; Dintinjana, B.; Casali, M.;
Marinello, W.; Micheli, M.; Pizzetti, G.;
Soffiantini, A.; Cernis, K.; Zdanavicius, J.;
Naves, R.; Campas, M.; Hasubick, W.; Ligustri, R.;
da Rio, D.; Romanello, F.; Turchetti, R.;
Michels, H.; Kadota, K.; Wakuda, S.; Herald, D.;
McAndrew, S. G.; Sanchez, A.; Camarasa, M.;
Sarneczky, K.; Sostero, G.; Guido, E.; Gonano, V.;
Baransky, A.; Borysenko, S.; Brown, M.; Bambery, R.;
Lawrence, K.; Hicks, M.; Helin, E.; Kervin, P.;
Africano, J.; Maeda, R.; Thicksten, R.;
McMillan, R. S.; Scotti, J. V.; van Ness, M. E.;
Skiff, B. A.; Christensen, E. J.; Gibbs, A. R.;
Kowalski, R. A.; Beshore, E. C.; Garradd, G. J.;
Grauer, A. D.; Hill, R. E.; Larson, S. M.;
McNaught, R. H.; Bezpalko, M.; Manguso, L.;
Torres, D.; Kracke, R.; Love, H.; Spitz, G.;
Kistler, J.; Stuart, J.; Kommers, J.; Hug, G.;
Mackintosh, R.; Konishi, M.; Salvo, R.; Durig, D. T.;
Stegall, T. E.; Pierce, E. A.; Miller, M. K.;
Hardage, D. S.; Castellano, J.; Takbou, S.;
Kugel, F.; Vollmann, W.; **Kling, R.; Schwab, E.**;
Burton, D. M.; Suzuki, M.; Bell, C.; Temprano, J.;
Arce, E.; Navarro P., J. P.; Griffin, I.; Pastor, S.;
Reyes, J. A.; Cahill, A. E.; Climent, T.;
Marsden, B. G.
Publication: Minor Planet Electronic Circ., 2006-S50 (2006).
Publication Date: 09/2006
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2006MPEC....S...50L

Title: Minor Planet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Schwab, E.; Kling, R.
Publication: Minor Planet Circular 57586, 6 (2006)
Publication Date: 09/2006
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2006MPC..57586...6S

Title: Minor Planet Observations [B01 Taunus Observatory, Frankfurt]
Authors: Schwab, E.; Hess, S.; Kling, R.; Weigand, M.
Publication: Minor Planet Circular 57126, 9 (2006)
Publication Date: 07/2006
Origin: MPC
Bibliographic Code: 2006MPC..57126...9S