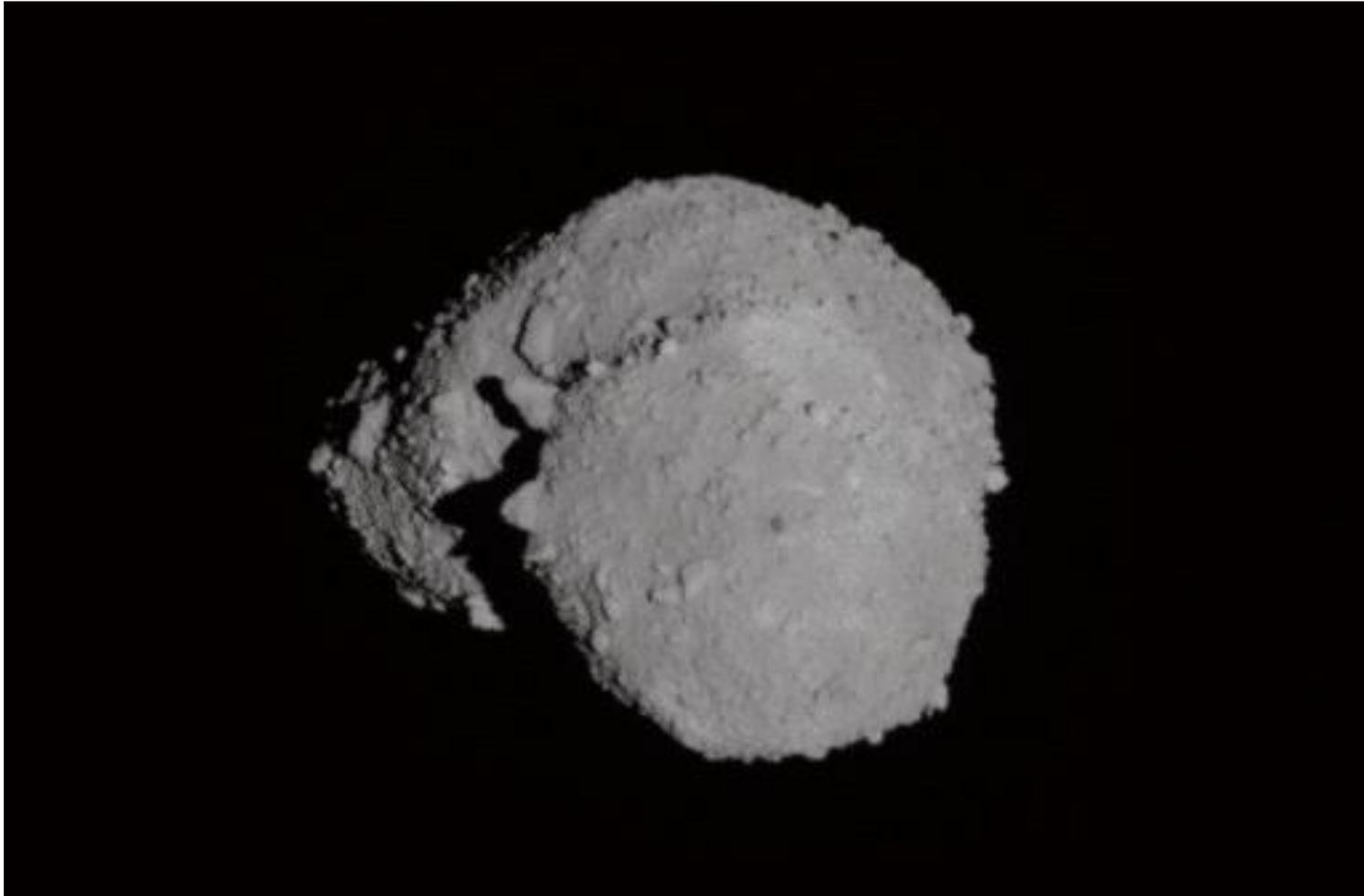


# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

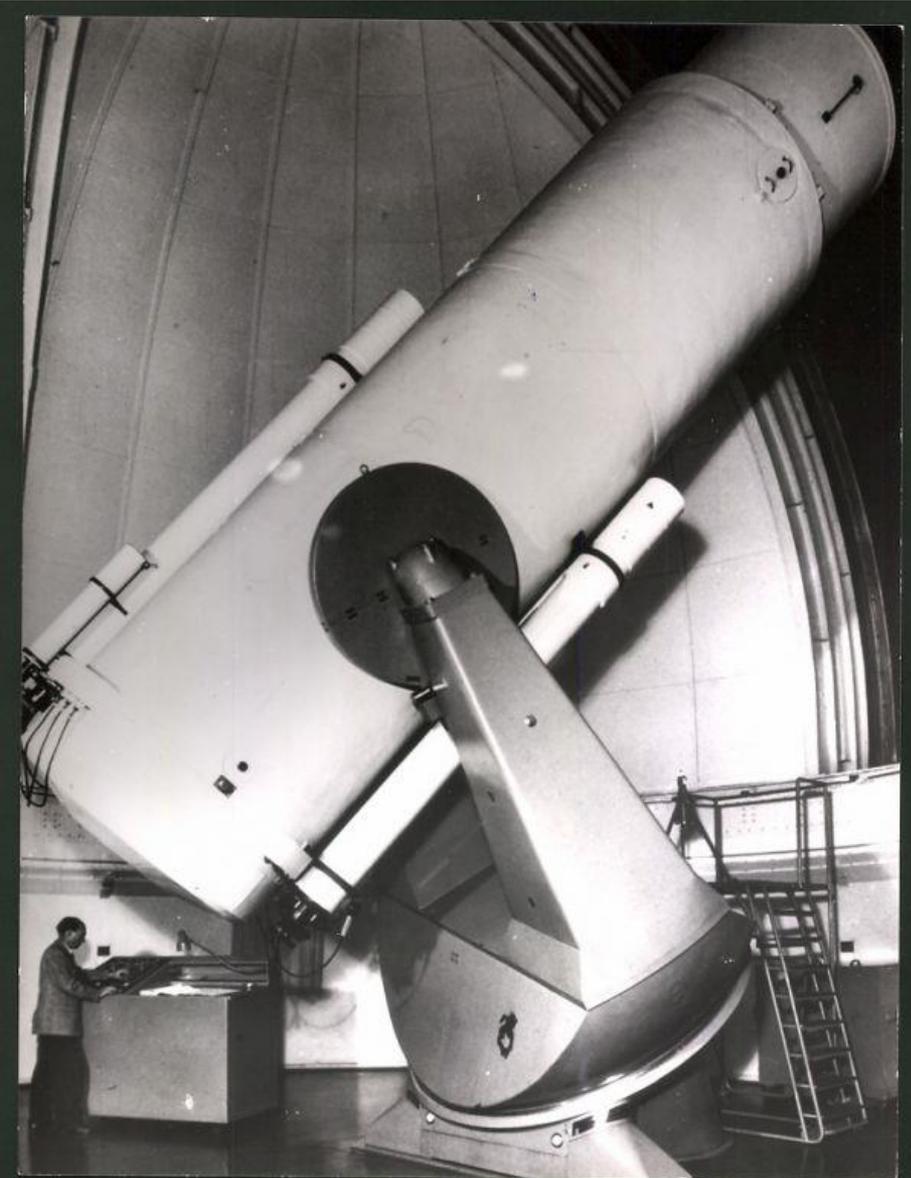


Rotation des Kleinplaneten Itokawa (12h 9m pro Rotation, große Achse 530m)

*Credit: ISAS / JAXA /*

# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

## Wiederinbetriebnahme des Hamburger-Schmidt-Teleskops auf dem Calar Alto Observatorium



Von 1954 bis 1975 auf der Sternwarte Hamburg-Bergedorf betrieben (siehe Foto). Von 1967 bis 1975 entdeckt der tschechische Astronom Lubos Kohoutek 75 Kleinplaneten und 5 Kometen.

Im Juni 1975 wurde das Fernrohr demontiert und nach Spanien auf den Calar Alto verlegt.

Im Zeitraum von 1985 bis 1997 wurde der Hamburger-Quasar-Survey durchgeführt (Keine Kleinplaneten-Entdeckungen möglich wegen Objektivprisma zur Identifizierung der Quasare).

Ab 1997 war das Zelluloid-Zeitalter beendet, die Zukunft des Teleskops ungewiss.

2016 hatte Detlef Koschny im Rahmen des "Programms zur Weltraumlageerfassung" (Space Situational Awareness Program) der European Space Agency (ESA) finanzielle Mittel bewilligt bekommen zur Wiederinbetriebnahme. Er verschifft seine private Digitalkamera SBIG ST-10XME nach Spanien. Teleskop wird ferngesteuert betrieben.

*Hamburger Schmidt Teleskop auf der Sternwarte Hamburg-Bergedorf*

# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

Fernsteuerung des Hamburger-Schmidt-Teleskops auf dem Calar Alto Observatorium

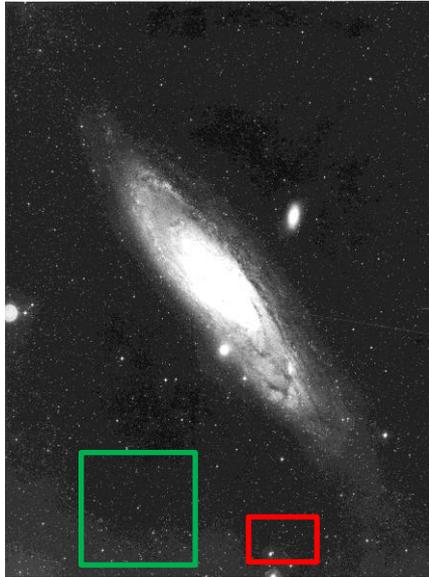


*Fernsteuerung des Calar-Alto-Schmidt-Teleskops.*

2016: Am Calar Alto Schmidt kann ferngesteuert beobachtet werden, mittels xml-script werden die Objekte abgearbeitet.  
Eigene Observatory Code Z84 für Schmidt Teleskop.

# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

Gesichtsfeldgre – analog vs digital



M31 am Calar Alto Schmidt im Jahr **1983** fotografiert von Jochen Schramm (Autor des Buches „Sterne über Hamburg“) auf Fotoplatte, Gesichtsfeld  $5,5^\circ \times 5,5^\circ$  (bei 24cmx24cm Fotoplatte)= **30 Quadratgrad**



**2016-12 bis 2018-04**

SBIG ST-10XME, privat von Detlef Koschny

Gesichtsfeld  $21.3' \times 14.3' = 0,085$  **Quadratgrad**

Bei dem Gesichtsfeld ist keine Bildfeldebnungslinse nötig

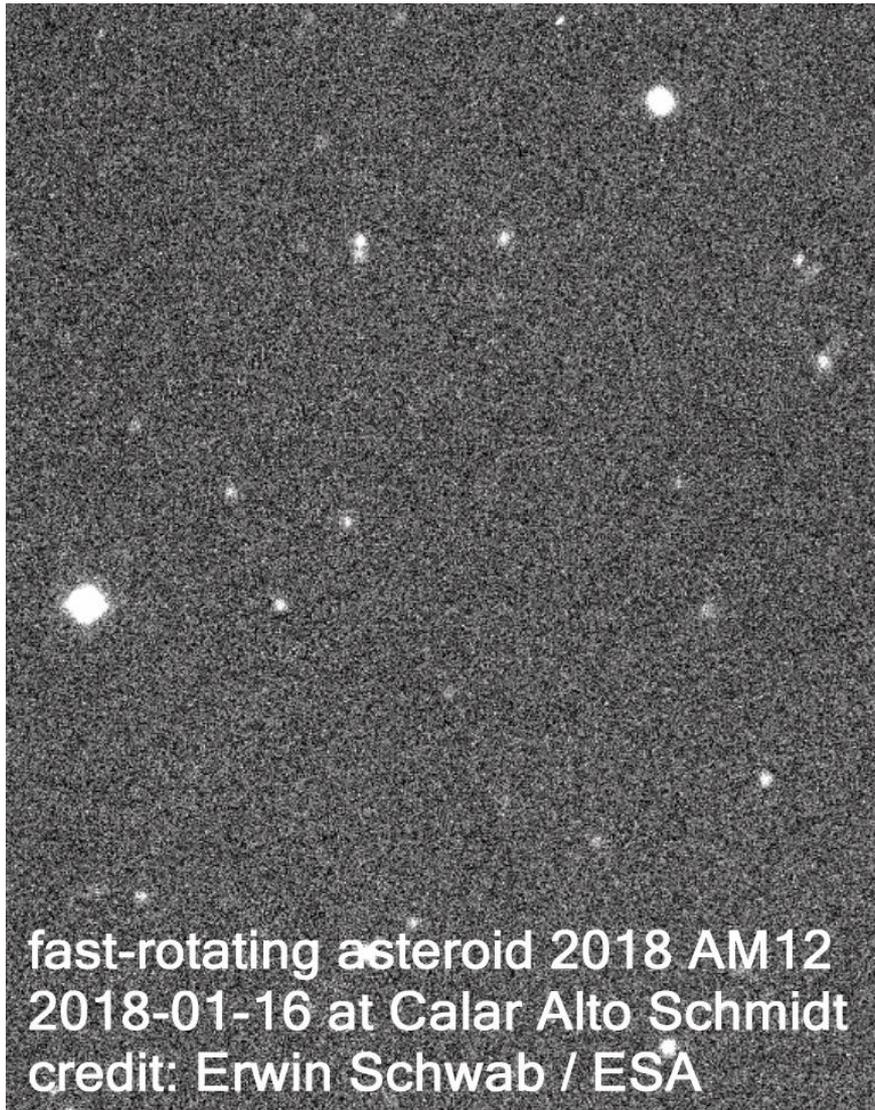
**seit 2019-05**

FLI ProLine PL23042ME,

Gesichtsfeld  $35.2' \times 35.2' = 0,34$  **Quadratgrad**

# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

Beobachtung des 2018 AM12, Objekt P10G8tt der NEO Confirmation Page



•Am 15. Januar 2018 entdeckte der Pan-STARRS1-Survey den erdnahen Kleinplaneten 2018 AM12, der unter der Bezeichnung P10G8tt auf der NEO Confirmation Page landete.

MPC (2018). MPEC 2018-B27: 2018 AM12,  
[www.minorplanetcenter.net/mpec/K18/K18B27.html](http://www.minorplanetcenter.net/mpec/K18/K18B27.html)

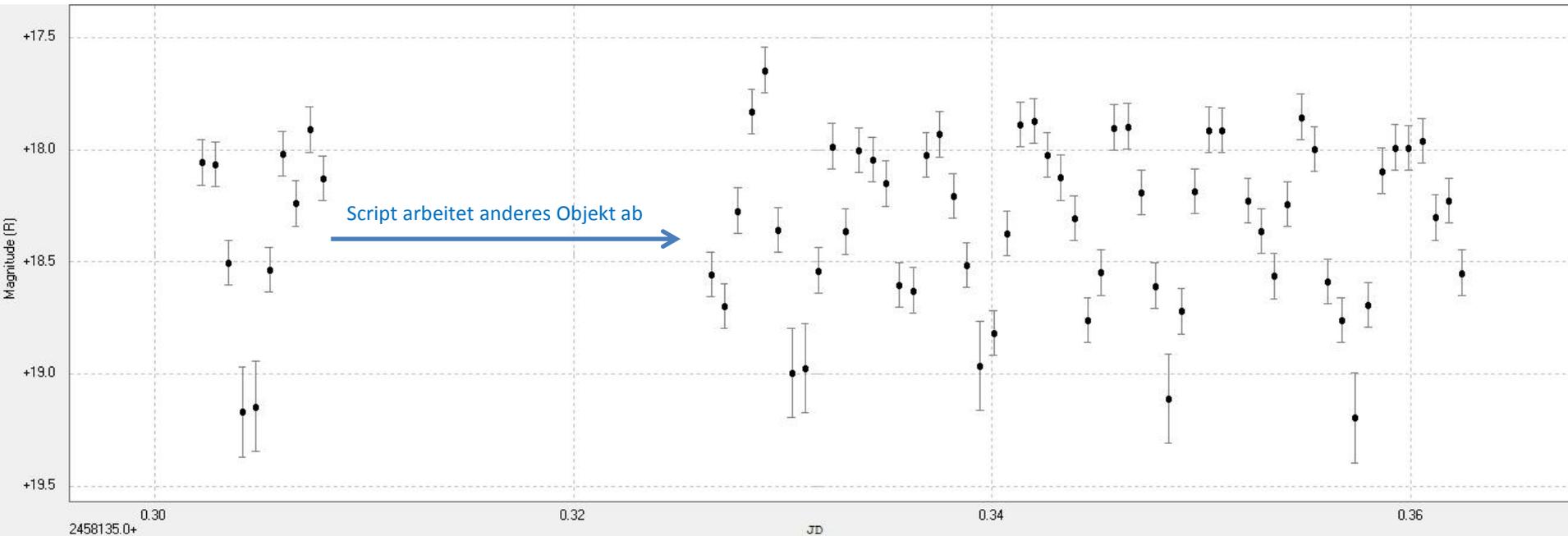
•38 Stunden nach der Entdeckung beobachtete ich das als gefährlich eingestufte Objekt am Calar Alto Schmidt.

•Beim Sichten der ersten Aufnahmen fiel auf, dass der Kleinplanet einen extremen Lichtwechsel zeigt, deshalb Beobachtungszeit auf fast 1,5 Stunden verlängert.

*Die Animation geht über ca. zwei Rotationen, insgesamt wurde über eine Zeitspanne von 7 Rotationen beobachtet*

# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

## Messung der Rotationslichtkurve



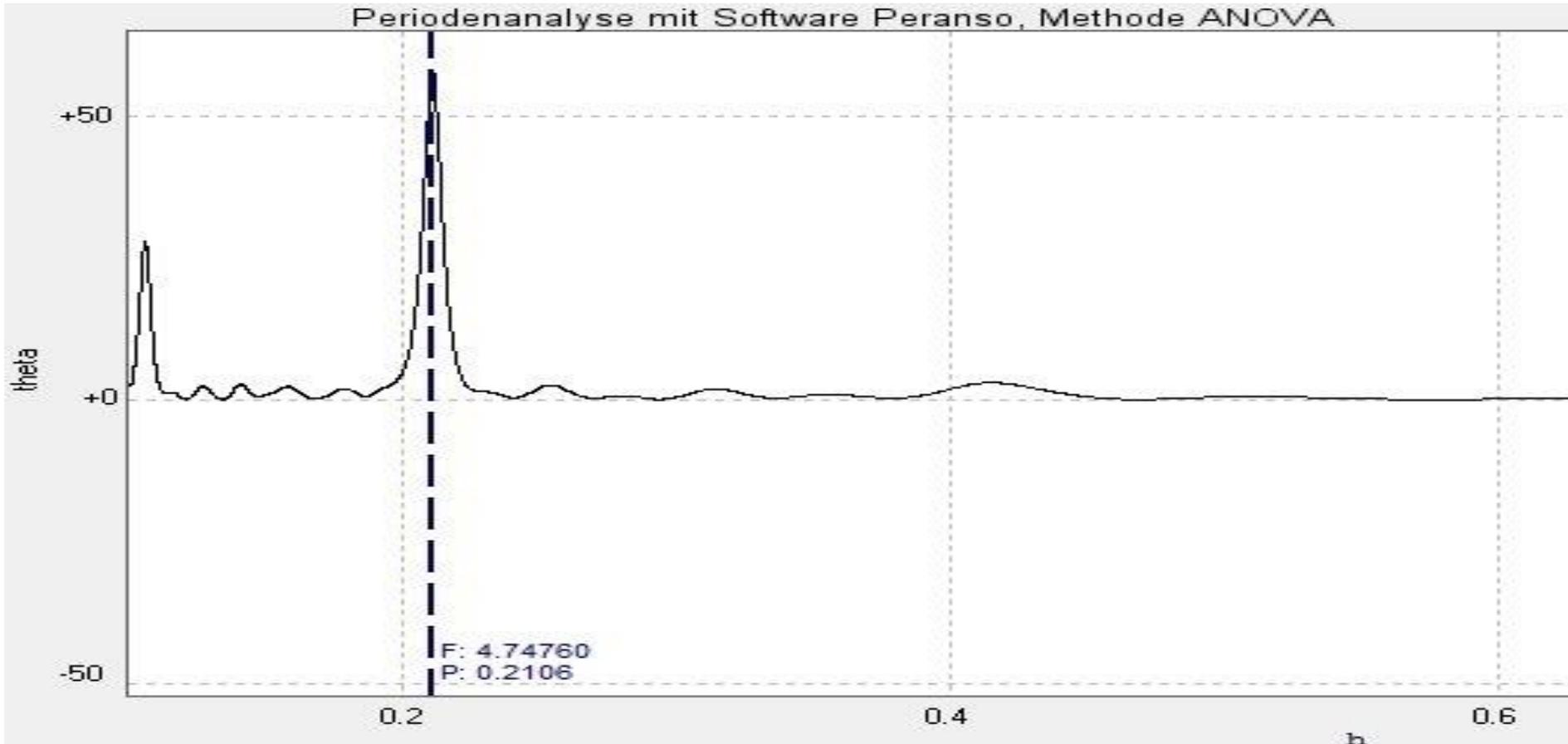
Die Rotationslichtkurve des 2018 AM12. Die scheinbare Helligkeit in Magnitude (G-Band), aufgetragen über dem Julianischen Datum (nicht Lichtlaufzeitkorrigiert). Gesamtbeobachtungszeit 1,44 Stunden.

- Für die Datenreduktion wurde die Software Astrometrica mit dem Gaia DR-1 Sternenkatalog verwendet
- Da zwischenzeitlich bereits ein anderes Objekt des xml-scripts angefahren war zeigt sich eine Lücke ohne Datenpunkte in der Lichtkurve.
- Weitere Auswertung mit Fourier-Analyse
- Diese Rohdaten sind direkt abrufbar auf der Seite der [Asteroid Lightcurve Photometry Database](#)

# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

Bestimmung der Rotationsperiode mit der Software Peranso, Methode ANOVA

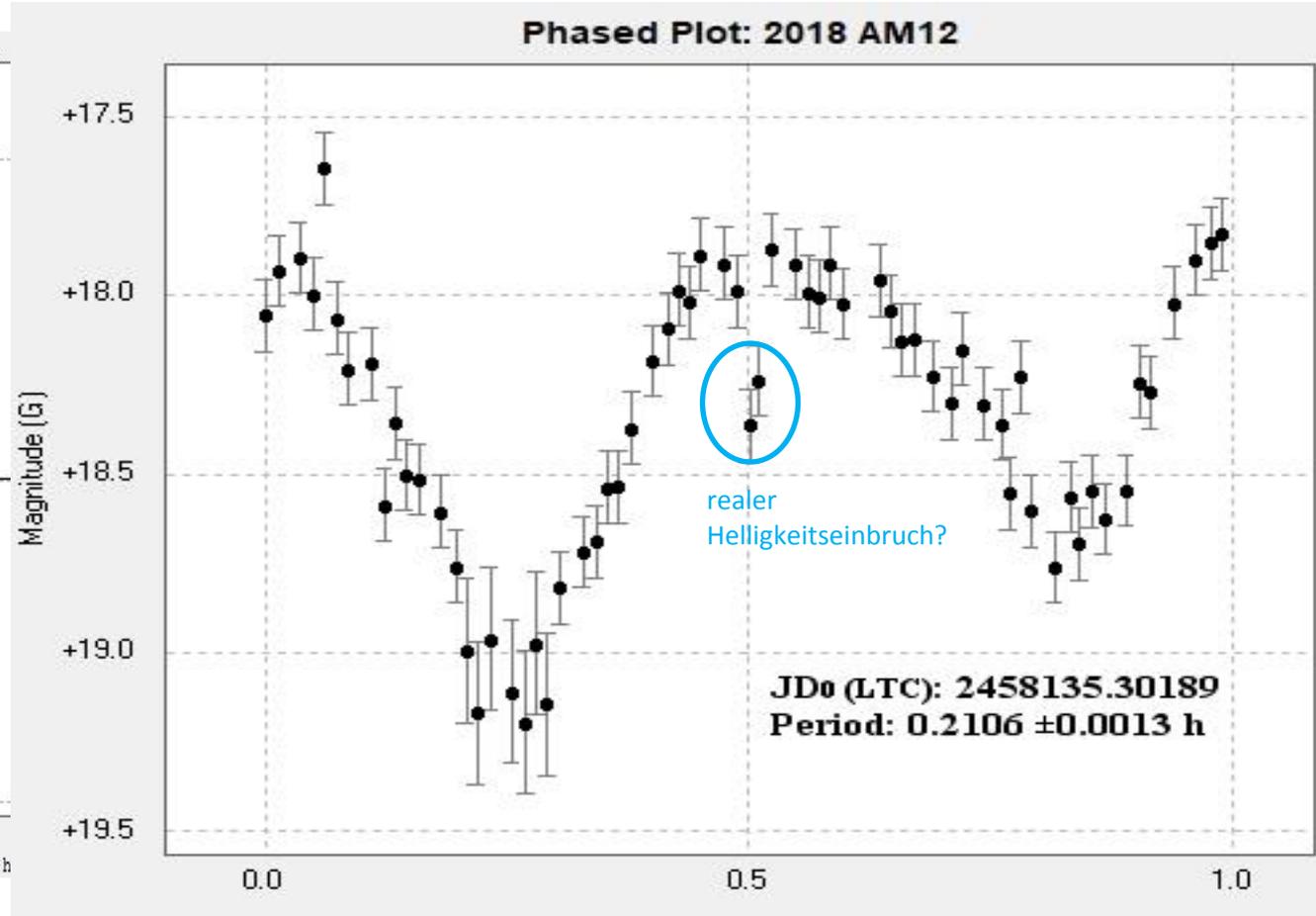
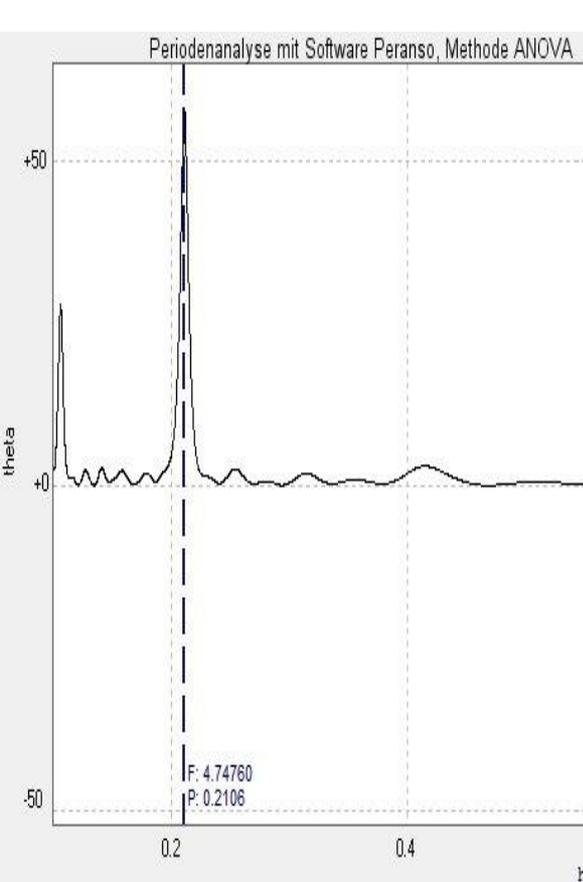
Empfehlung von Rolf Apitzsch, Danke!



Periodenanalyse mit der Software Peranso. Die Auswertung mit der ANOVA-Methode zeigt ein deutliches Maximum bei der Rotationsperiode von 0,2106 Stunden (12,636 Minuten). Ein weiteres Maximum befindet sich bei der halben Rotationsperiode.

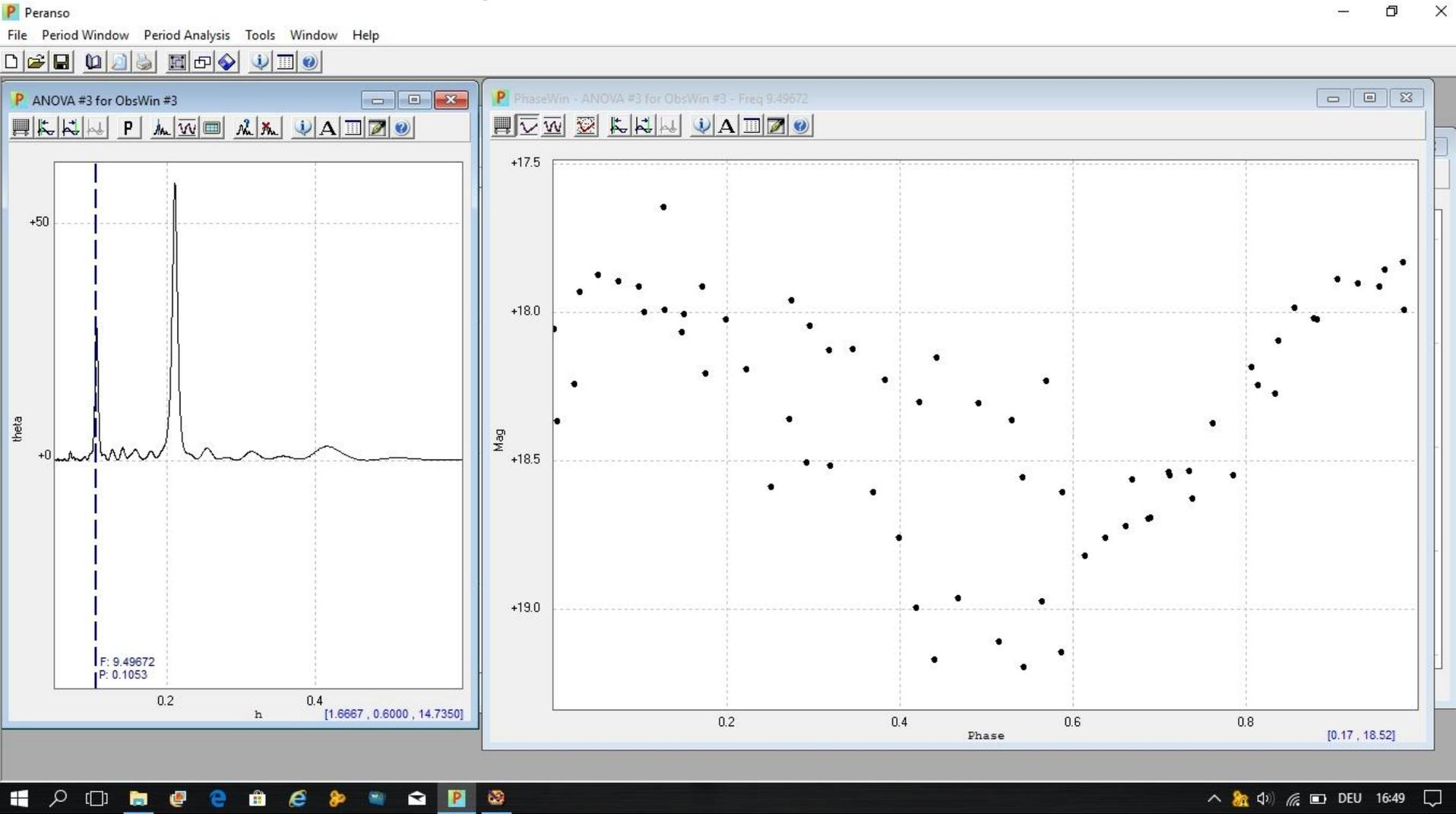
# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

Bestimmung der Rotationsperiode mit der Software Peranso, Methode ANOVA



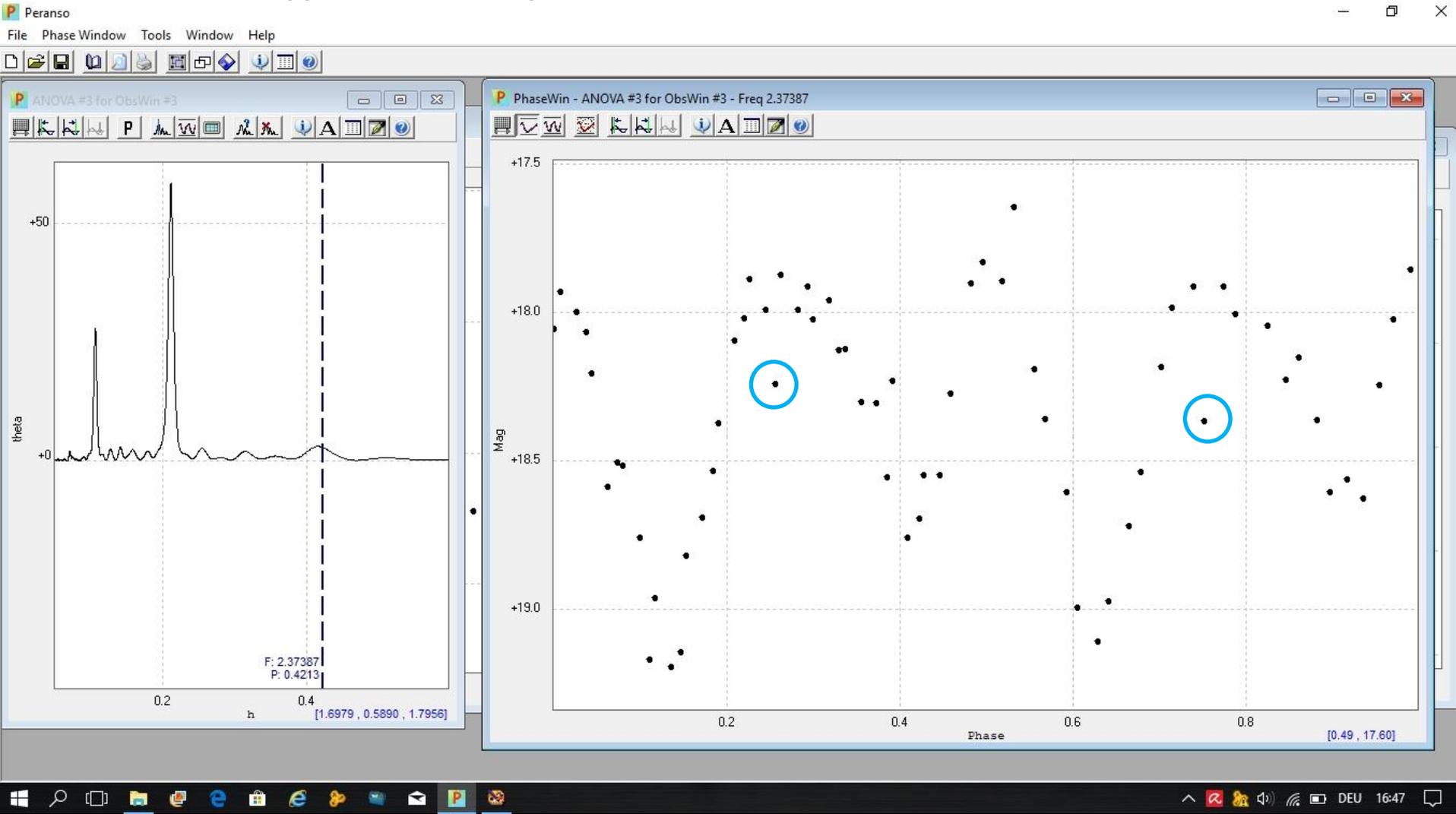
# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

## Kontrolle der halben Rotationsperiode



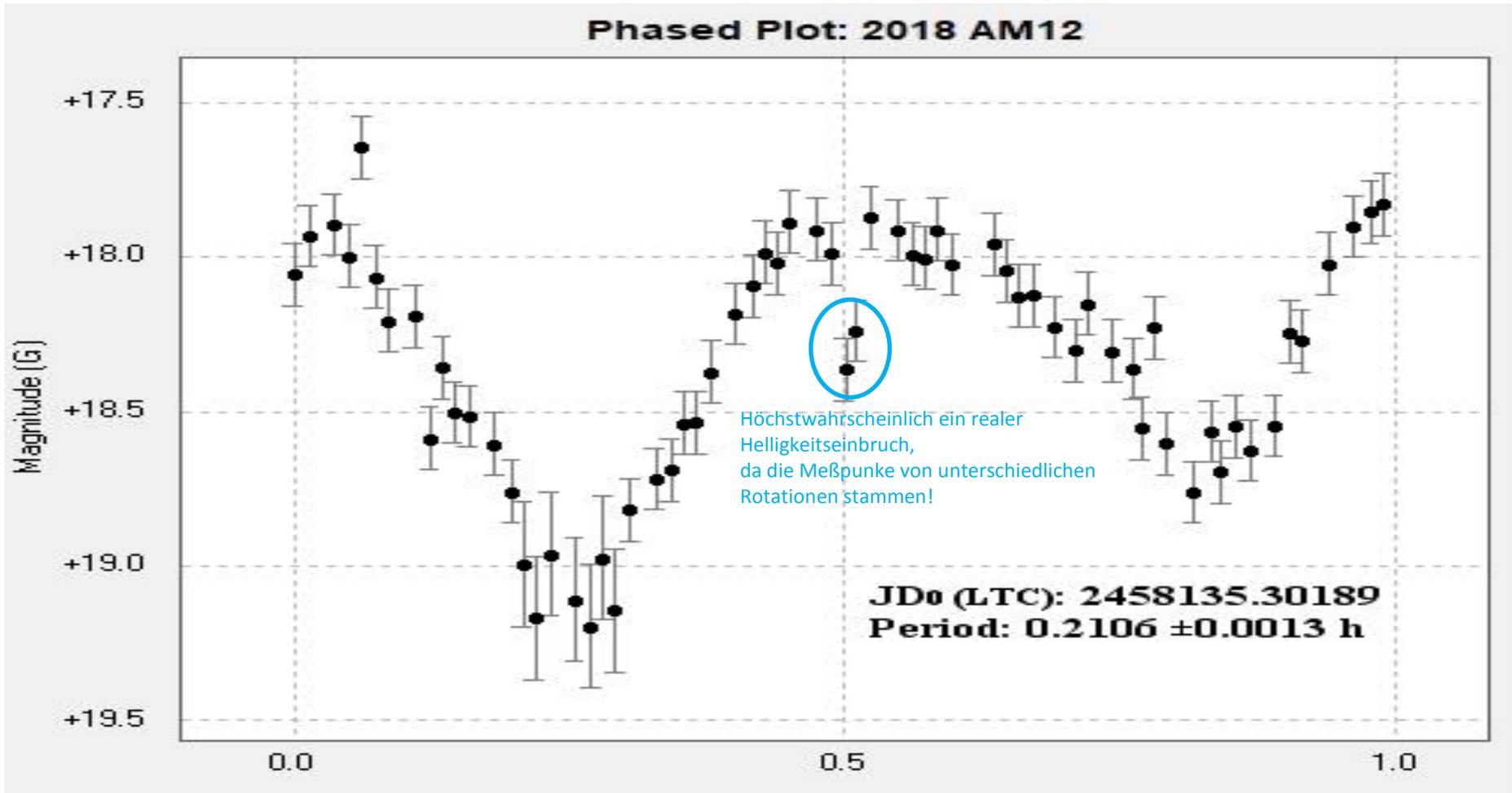
# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

## Kontrolle der doppelten Rotationsperiode



# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

Darstellung einer Phase der Rotation - Überlagerung der 7 Rotationen



Phasendarstellung. Überlagerung der Rotationslichtkurve basierend auf der Rotationsperiode von  $0.2106 \pm 0.0013$  Stunden (12,636 Minuten  $\pm 0,078$  Minuten). Die Messwerte überspannen einen Zeitraum von 7 Rotationen. Der Nullpunkt der Phase liegt beim lichtlaufzeitkorrigierten Julianischen Datum, JD<sub>0</sub> (LTC) = 2458135.30189.

# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

## Veroffentlichung im Minor Planet Bulletin

### ROTATION PERIOD FOR THE POTENTIALLY HAZARDOUS ASTEROID 2018 AM12

Erwin Schwab  
Taurus Observatory of the Physikalischer Verein, Frankfurt  
Westendstr. 8  
D-63329 Egelsbach, GERMANY  
e.schwab@gsi.de

Detlef Koschny  
ESA/ESTEC  
NL-2201 AZ Noordwijk ZH, THE NETHERLANDS

Marco Micheli  
ESA SSA-NEO Coordination Centre  
I-00044 Frascati (RM), ITALY

(Received: 2018 Feb 1)

The potentially hazardous asteroid 2018 AM12 was observed on 2018 January 16. The synodic period was found to be  $0.2106 \pm 0.0013$  h.

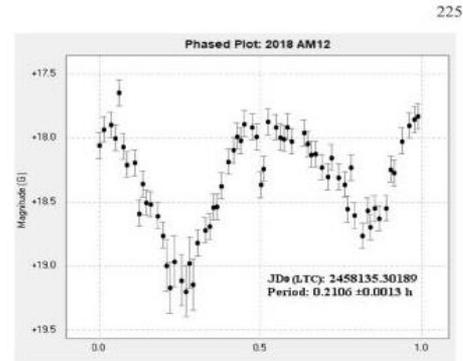
The near-Earth asteroid 2018 AM12 was discovered on 2018 January 15 by the Pan-STARRS1 survey and classified as a potentially hazardous asteroid (PHA). About 38 hours later, on 2018 January 16, we observed it remotely with the 0.8-meter  $f/3.0$  Schmidt telescope at Calar Alto Observatory, Spain (MPC Z84).

The CCD camera used was a SBIG ST-10XME with  $2184 \times 1472$  array of 6.8 micron pixels operated in un-binned mode. This configuration gave a field-of-view of  $21.3 \times 14.3$  arcmin and an image scale of 0.58 arcsec per pixel. No filter was used. Due to the asteroid's rapid sky motion the exposure time was 30 s. The readout time was 25 s. Dark and flat-field frames could not be taken, because it is not yet implemented in the software for remote control.

The data reduction was done with *Astrometrica* using the Gaia DR-1 star catalogue. For the rotation period analysis the software *Peranso* was used, with the internal period analysis ANOVA method. The solution favored by the period spectrum resulted in a best value for the period of  $0.2106 \pm 0.0013$  h.

The asteroid was observed over a time span of 1.44 h, which corresponds to about 7 rotation periods. The periodic behavior is shown in the phased lightcurve. The Julian Date is light-time corrected,  $JD_0(LTC) = 2458135.30189$ . The peak-to-peak amplitude is about 1.2 mag. The observational circumstances and results are summarized in Table I.

The object has an estimated absolute magnitude of approximately 21.4, which would correspond to a diameter between 150 meter and 300 meter, assuming a typical range of albedos. It is therefore possible that this asteroid could be larger than the ~200-meter spin barrier above which only very few fast rotators are known.



### Acknowledgements

The work is funded by the Space Situational Awareness Programme of the European Space Agency (ESA), contract number 4000116155/15/D/AH (P2-NEO-VIII).

### References

- MPC (2018). MPEC 2018-B27: 2018 AM12  
[www.minorplanetcenter.net/mpec/K18/K18B27.html](http://www.minorplanetcenter.net/mpec/K18/K18B27.html)
- Raab, Herbert (2016). Astrometrica software  
[www.astrometrica.at/](http://www.astrometrica.at/)
- CBABelgium.com (2018). Peranso software  
[www.cbabelgium.com/peranso/](http://www.cbabelgium.com/peranso/)
- Warner, B.D., Harris, A.W., Pravec, P. (2009). "The Asteroid Lightcurve Database." *Icarus* **202**, 134-146. Updated 2018 Jan.  
<http://www.minorplanet.info/lightcurvedatabase.html>

## Spin Barrier / Rotationsgrenze Rotation schneller als 2h & > 200m

Number	Name	2018 mm/dd	Pts	Phase	$L_{PAB}$	$B_{PAB}$	Period(h)	P.E.	Amp	A.E.	Grp
2018	AM12	01/16	66	88.8	70	-17	0.2106	0.0013	1.2	0.1	NEA

Table I. Observing circumstances and results. Pts is the number of data points.  $L_{PAB}$  and  $B_{PAB}$  (phase angle bisector longitude and latitude) and the phase angle are given at approximate mid-time of the observations on 2018 January 16 at 20:00 UT. Grp is the asteroid family/group (Warner et al., 2009).

Rotation Period for the Potentially Hazardous Asteroid 2018 AM12  
Erwin Schwab, Detlef Koschny, Marco Micheli (2018).  
[Minor Planet Bulletin, Issue 45-3 \(2018 Jul-Sep\), Pg 225.](https://doi.org/10.1093/mpe/45.3.225)

Homepage [Minor Planet Bulletin](https://www.minorplanetbulletin.com/) mit Suchmaschine

Bisher sind Mitglieder unserer Fachgruppe bei Veroffentlichungen im Minor Planet Bulletin eher unterrepresentiert:

- Husar, Dieter
- Jahn, Jost
- Koschny, Detlef
- Kretlow, Mike
- Martin, Axel
- Schwab, Erwin

•In der [Asteroid Lightcurve Photometry Database](https://www.lightcurvedatabase.com/) gibt es 14702 Kleinplaneten (Stand: 1.Mai 2019) von denen die Lichtkurve gemessen wurde. Das sind nur 3% der nummerierten KPs.

# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

Rotiert das Objekt außergewöhnlich schnell bei seiner Größe ?

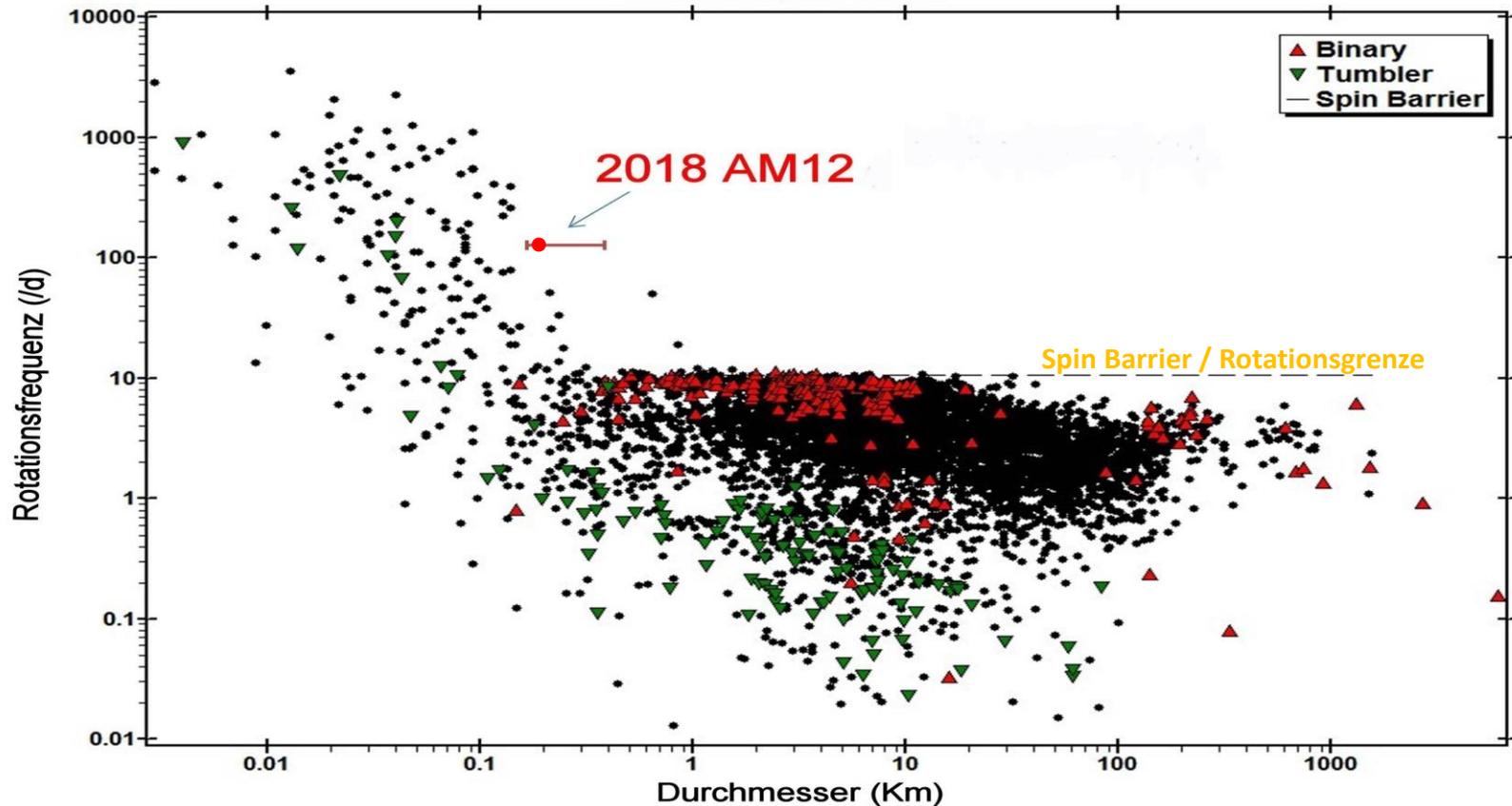
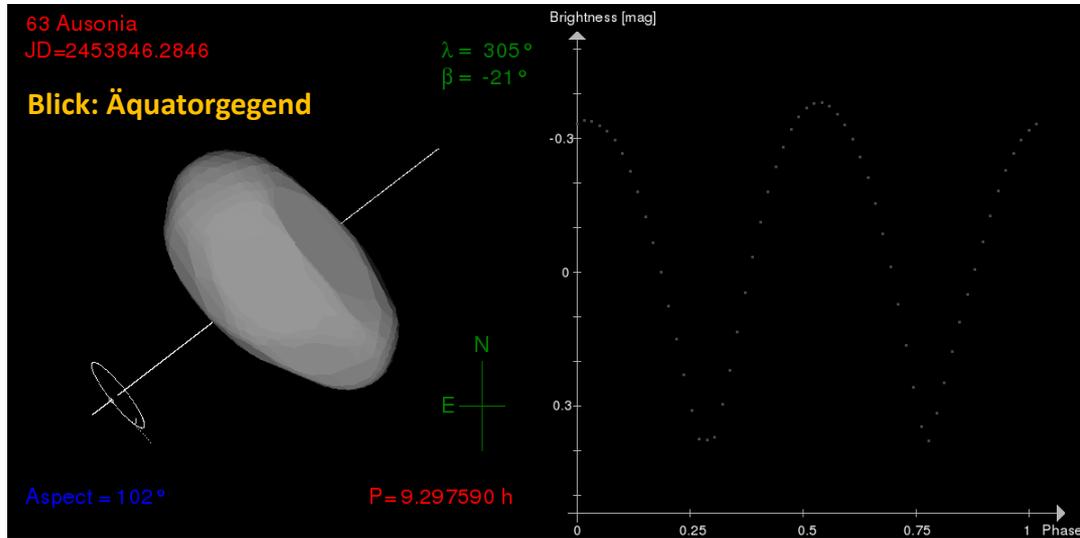


Diagramm „Rotationsfrequenz gegen Durchmesser“ von der [Asteroid Lightcurve Photometry Database](#). Eingezeichnet vom Autor wurde als Punkt und rote Linie die Position des 2018 AM12. Der Punkt ● wurde berechnet aus der mittleren Absoluten Helligkeit (170m), die Linie — ist das Resultat nach Berechnung der Achsen eines biaxialen Ellipsoids. Die kleine Achse entspricht dem linken Ende der roten Linie (129m), das rechte Ende der roten Linie entspricht der großen Achse (387m).

- (6478) Gault hat 2h Rotationszeit und wird in den Veröffentlichungen als „2extrem schnell rotierend“ bezeichnet
- 2018 AM12 rotiert 10 mal so schnell, man muss ihn dann wohl als „voll krass hyper extrem schnell rotierend“ bezeichnen !

# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

Abschätzung der Größe - Exakte Modellierung eines Kleinplaneten ist mit nur einer Lichtkurve nicht möglich



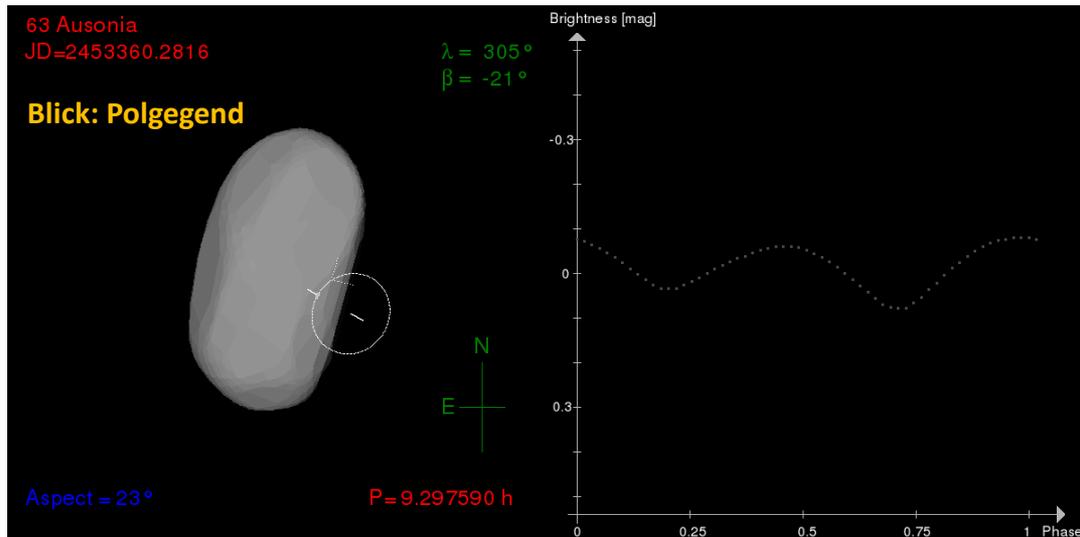
Um auf die exakte Form Rückschlüsse ziehen zu können sind mehrere Lichtkurven aus unterschiedlichen Perspektiven nötig.

=> Asteroid Models from Inversion Techniques

Credit : [ISAM](#)

Mit einer Lichtkurve (aus einer Perspektive) kann man nur die **Minimaldeformation** abschätzen unter der Annahme man blickte auf den Äquator (nicht auf Pol) und hätte somit die maximal mögliche Amplitude.

Auf den Pol blickend geht die Amplitude gegen Null.



# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

Abschätzung der Größe - die Minimaldeformation unter Annahme der Form eines biaxialen Ellipsoids

- (mittlere) absolute Helligkeit aus Minor Planet Center Database: 21,2 Magnitude
- Peak to Peak Amplitude** aus eigenen Messungen beträgt **1,2 Magnitude**, also im Maximum somit eine absolute Helligkeit von 20,6 Magnitude und im Minimum **21,8** Magnitude
- Die Albedo wurde nicht mit spektroskopischen Methoden bestimmt. Deshalb ist der wahrscheinlichste Wert anzunehmen. Die dominante taxonomische Asteroiden-Klasse im erdnahen Raum ist die S-Klasse. ber 60% der Near-Earth-Objects gehören zu diesem Typ, mit Albedo von **20%** (siehe B. Carry et al, 2016)

$$D_{KM} = 1329 * 10^{-0.2 * H} / \sqrt{p}$$

$D_{km}$  = Durchmesser in Km (**runde Körper**)

H = absolute Helligkeit in Mag

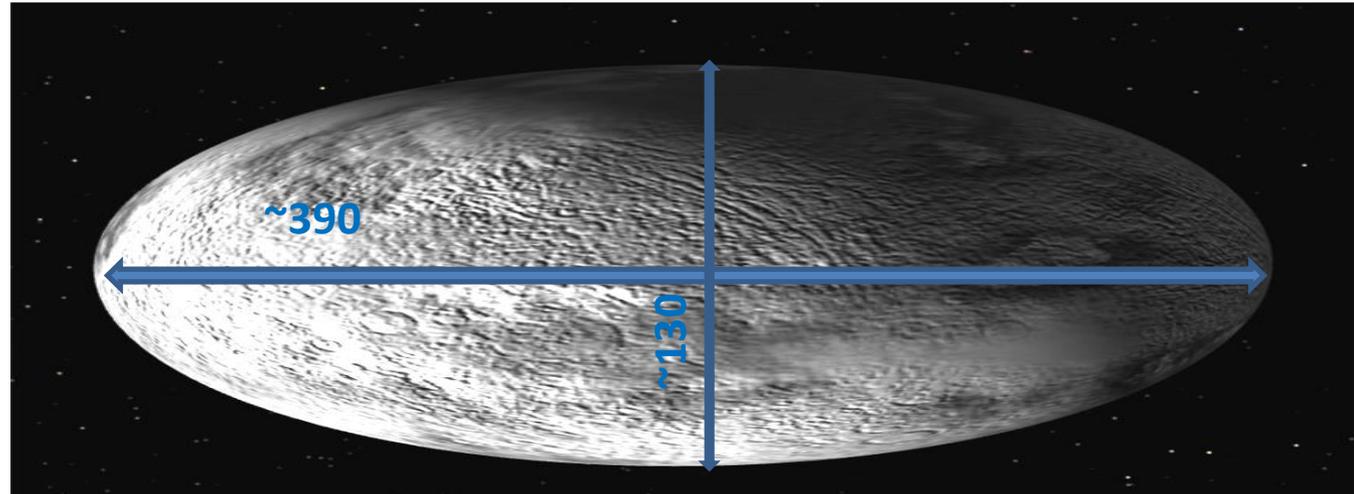
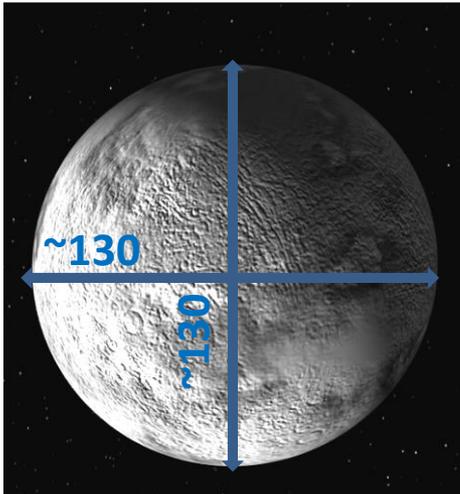
P = Albedo

$$D_{KM} = 1329 * 10.0^{-0.2 * 21,8} / \sqrt{0,2} = 0,129 \text{ Km}$$

Amplitude 1,2 entspricht **Helligkeitsunterschied bzw Achsenverhältnis von 3**

$$\frac{E_1}{E_2} = 10^{\frac{m_2 - m_1}{2,5}} = 10^{1,2/2,5} = 10^{0,48} = 3$$

Somit ergibt sich als Minimaldeformation **129m x 387m**



Erinnerung: gr. Achse von Itokawa = 530m, 12h Rotation

# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

Das Verhältnis von Gewichtskraft und Zentrifugalkraft auf der Oberfläche eines Planeten

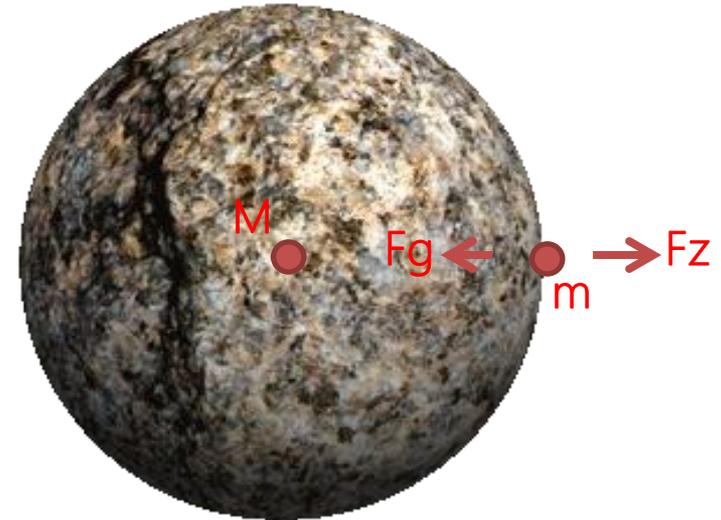
Planetenmasse :  $M = \rho \cdot V$       Kugelvolumen:  $V = 4/3 \pi r^3$

$$M = \rho \cdot 4/3 \pi r^3$$

$$F_g = \frac{G \cdot m \cdot M}{r^2}$$

$$F_g = \frac{G \cdot m \cdot \rho \cdot 4/3 \pi r^3}{r^2} = 4/3 \pi \cdot \rho \cdot G \cdot m \cdot r$$

$$F_z = \frac{m \cdot 4 \pi^2 \cdot r}{T^2}$$



$$\frac{F_g}{F_z} = \frac{G \cdot \rho \cdot T^2}{3 \pi}$$

Das **Verhältnis** von Gewichtskraft zur Zentrifugalkraft auf der Oberfläche eines kugelförmigen Planeten ist **NICHT** abhängig von den Massen  $M$ ,  $m$  oder deren Abstand zueinander  $r$ , dem Planetenradius.

$$\frac{F_g}{F_z} = \frac{G \cdot \rho \cdot T^2}{3 \pi} \cdot (a/c)^2$$

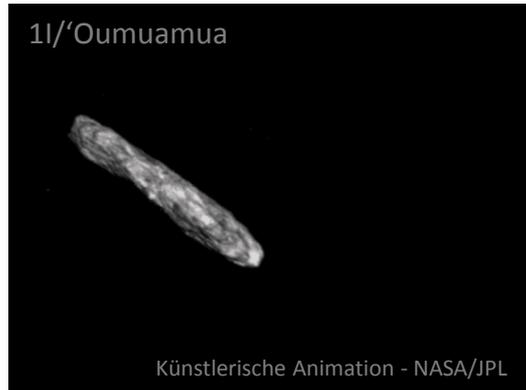
Bei einem **biaxialen Ellipsoid** mit Verhältnis der kleinen Achse  $a$  zur großen Achse  $c$  kommt noch der Faktor  $(a/c)^2$  dazu.

- "Fz" Zentrifugalkraft [ N ]
- "Fg" Gravitationskraft [ N ]
- "T" Rotationszeit [ s ]
- "F" Kraft zwischen den beiden Massen in Newton [ N ]
- "G" Gravitationskonstante [ m<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup>s<sup>-2</sup> ]
- "m" Masse des kleinen Massepunktes auf der Oberfläche [ kg ]
- "M" Masse des Kleinplaneten [ kg ]
- "r" Abstand zwischen den Massepunkten, Radius des KPs [ m ]
- "ρ" Mittlere Dichte [ kg/ m<sup>3</sup> ]
- "V" Volumen [ m<sup>3</sup> ]

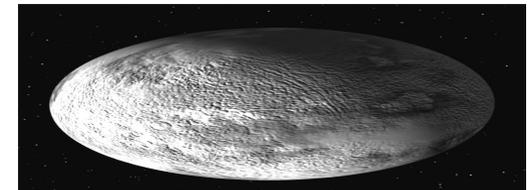
# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

Kräfteverhältnis ( $F_g / F_z$ ) auf der Oberfläche von verschiedenen Kleinplaneten

Kleinplanet	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Rotation [h]	Achsenverhältnis	$F_g / F_z$	
Itokawa	gemessen 1900	12.13	(530m/209m) 2.55	3.90312	$F_z \sim 1/4$ von $F_g$
1I/'Oumuamua	Eisen 7860	8.1	(230m/35m) 6.6	1.07444	$F_z \sim F_g$
(6478) Gault	Ceres 2080	2	(4000m/4000m) 1	0.75509	$F_z \sim 1,3$ fache von $F_g$
1I/'Oumuamua	Ceres 2080	8.1	(300m/30m) 10	0.12385	$F_z \sim 8$ -fache $F_g$
2018 AM12	Eisen 7860	0.2106	(390m/130m) 3	0.00351	$F_z \sim 300$ -fache $F_g$
2018 AM12	Ceres 2080	0.2106	(390m/130m) 3	0.00093	$F_z \sim 1000$ -fache von $F_g$



2018 AM12



$$\frac{F_g}{F_z} = \frac{G \cdot \rho \cdot T^2}{3 \pi \cdot (c/a)^2}$$

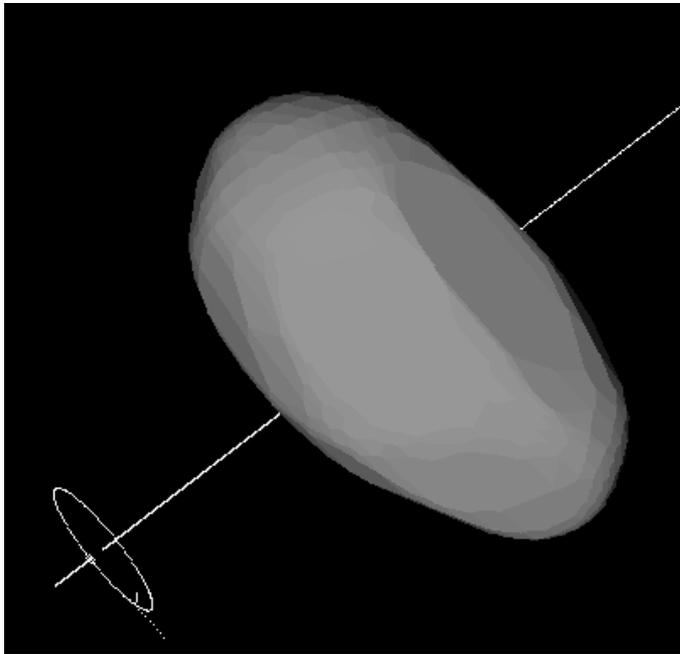


2018 AM12 hat die Zerreißprobe bestanden !  
 Bei 2018 AM12 „fliegen nicht die Fetzen“, wie es bei (6478) Gault beobachtet wurde. Und das trotz der extremen Fliehkräfte auf der Oberfläche, die ~300 bis 1000 mal größer sind als die Gravitationskraft. Deshalb kann es sich bei 2018 AM12 nur um einen sehr stabilen monolithischen Körper handeln.

# Zerreißprobe des 2018 AM12 beobachtet am Calar Alto Schmidt

## Ausblick

- Die nächste gute Sichtbarkeit wird im Januar 2025 sein, mal schauen ob er dann noch „lebt“ und es besteht die Möglichkeit der genaueren Modellierung durch weitere Lichtkurven.



# Vielen Dank

noch etwas Schleichwerbung:

Hardcover

ISBN: 9783741809156

- Historischer Rückblick
- Messmethoden damals und heute.
- Schwerpunkt: **Alle** Entdecker des Digitalkamera-Zeitalters (ab 1995) werden vorgestellt, die von deutschem Boden erfolgreich waren. Mit Bildmaterial von allen Entdeckern und Standorten.

