

Uwe Pilz (piu58@gmx.de)

Drei-Phasen-Modell der Entwicklung des Kometen ISON

Three phases model of comet ISON's lightcurve

November 5, 2013

Das Drei-Phasen-Modell ~ The three phases model

Die Wasserproduktion von Kometen setzt in erheblichem Maße bei 3 AE Sonnendistanz ein. Kometen welche weiter außen entdeckt werden, produzieren zunächst CO und CO₂. Diese Stoffe können während der Sonnenannäherung verarmen, die Lichtkurve des Kometen „bricht ein“. Ignacio Ferrín hat diese Effekt beschrieben, in dem er eine Verlangsamung der Gasentwicklung konstatierte [1]. Wenn der Komet der Sonne wieder nahe kommt, dann ist eine Wiederanstieg der Gasproduktion zu erwarten. Ich habe diese These geprüft und ein drei Phasen-Modell angenommen:

- Weit außen: Gasentwicklung von CO / CO₂ mit einem Aktivitätsparameter n_1
- Verlangsamungsphase: Aktivitätsparameter n_2
- Wiederanstieg der Gasproduktion wegen der einsetzenden Wasserentwicklung. Aktivitätsparameter n_3

Neben diesen drei Aktivitätsparametern muss wie üblich die absolute Magnitude m_0 bekannt sein sowie die beiden Solardistanzen, bei denen sich die Helligkeitsentwicklung verlangsamt und wieder beschleunigt (r_s und r_A).

Ich analysierte 5 Kometen, bei denen dieser Effekt zu sehen war mit der Methode der kleinsten Fehlerquadrate (Tab. 1). Nicht alle Werte ließen sich an allen Kometen bestimmen. Ich weiß, dass ich die Lichtkurven numerisch vielleicht etwas überstrapaziere, man muss behutsam mit der Interpretation der Ergebnisse sein.

~

The comets' production of water starts at 3 AE solar distance or slightly closer. Comets detected at far more solar distance develop CO and CO₂ first. These gases may be exhausted and the light curve slows down. Ingacio Ferrín described this slow down effect [1].

If the comet comes closer to the sun the water production evolves. We can expect that the light curve accelerates. I checked this hypothesis with a three phase model:

- Far outside: Gas evolution from CO / CO₂ with an activity parameter n_1
- Below slow down distance: activity parameter n_2
- Below a accelerating distance around 3 AE: activity parameter n_3

Beside n_1 , n_2 , n_3 we need to calculate the slow down distance and the accelerating distances (r_s and r_A).

I analysed five comets this way, using the method of least squares. I know that I try to extract quite a lot of parameters from a single light curve, parts of the results may be numerical effects. You find the results in tab. 1.

Comet	r_s /AE	r_A /AE	m_0 /mag	n_3	n_2	n_1
2011L4	3.6	2.2	5.6	3.4	-0.1	7.3
2009P1	3.9	2.6	3.8	3.4	1.9	5.0
2007N3		2.6	4.9	5.0	2.6	
2006W3				6.7		
1995O1	4.0	3.1	-0.5	3.4	1.1	4.1

Tab. 1: Three phases model, calculated for five comets

Ergebnisse ~ Results

Der Wiederanstieg der Helligkeit konnte an vier der fünf Kometen gut nachgewiesen werden. Das numerische bestimmte Einsetzen der Wasserproduktion um 2,5 AE herum ist plausibel. Der Aktivitätsparameter der Wasserproduktion (das ist der Aktivitätsparameter im herkömmlichen Sinn) liegt in der Nähe von 4,0 – wie für neue Kometen zu erwarten

~

The accelerating distance could be calculated for four of the five comets. The value around 2.5 AE is plausible. The activity parameter n_3 of the water production (this is the activity parameter in the common sense) is around 4.0 as expected.

Anwendung auf ISON ~ Prediction for the comet ISON

Das Nachlassen und Wiederaufflammen der Helligkeit von ISON konnte inzwischen beobachtet werden. Ich bestimmte $r_A=4,1$ AE und $r_A=2,0$ AE. Dies ist ein spätes Einsetzen der Wasserproduktion (Abbildung 1). Die CO/CO₂-Aktivität war recht hoch und lag bei $n_1=4,8$ und fiel dann auf nahezu Stillstand $n_2=0.9$.

n_3 wurde für die Prognose fest zu 3,4 eingesetzt, eine vorsichtige Annahme.

~

The slowing down and acceleration of gas production could be observed by now. I calculated the distances $r_A=4,1$ AE und $r_A=2,0$ AE. This means that the start of the water production was delayed (fig. 1). The CO/CO₂ activity was quite high with $n_1=4,8$. The gas production disrupted below 4 AE to $n_2=0.9$. For the prognosis I set $n_3 = 3.4$, a value rather too low.

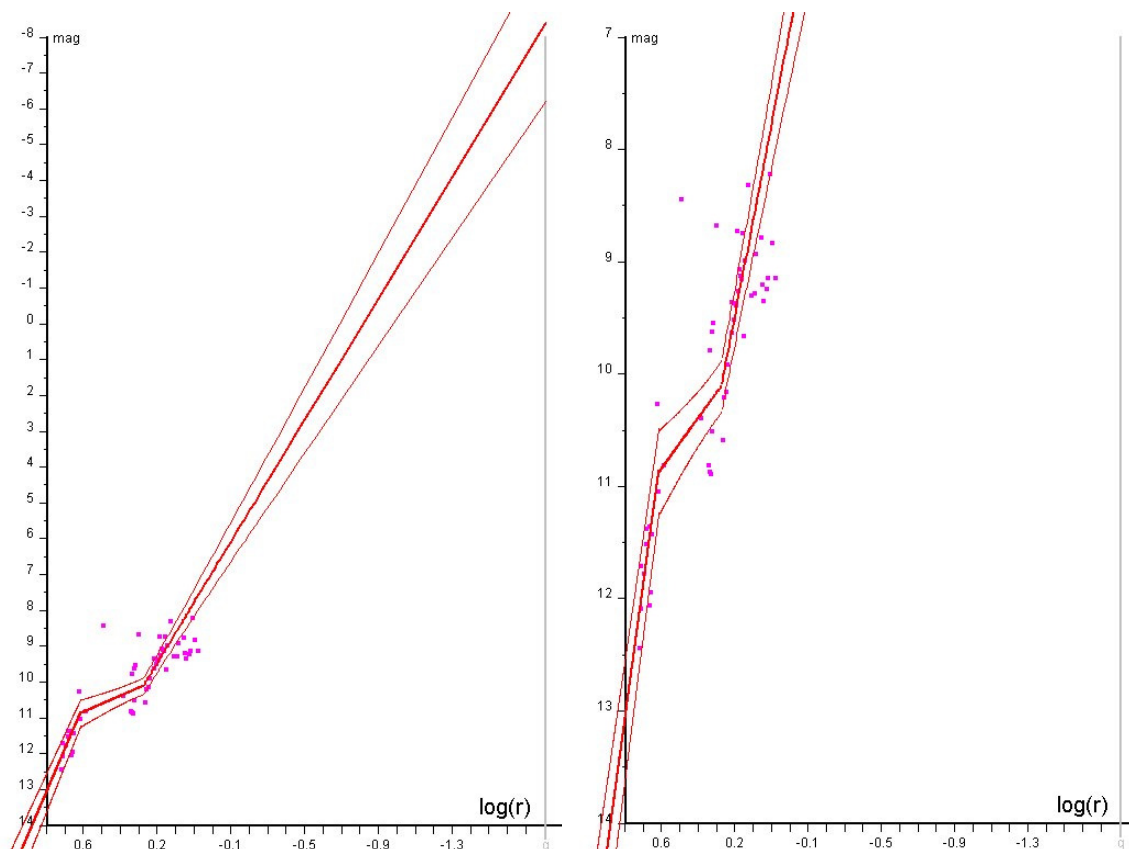


Fig. 1: Dreiphasenmodell für ISON ~ Three phases model for comet ISON.

Dieses Modell kann benutzt werden, um eine geozentrische Prognose zu berechnen. Sie führt auf eine Maximalhelligkeit von ca. -8 mag.

~

This model can be used to give a geocentric prediction. It yields to a maximal magnitude around -8 mag (fig.2).

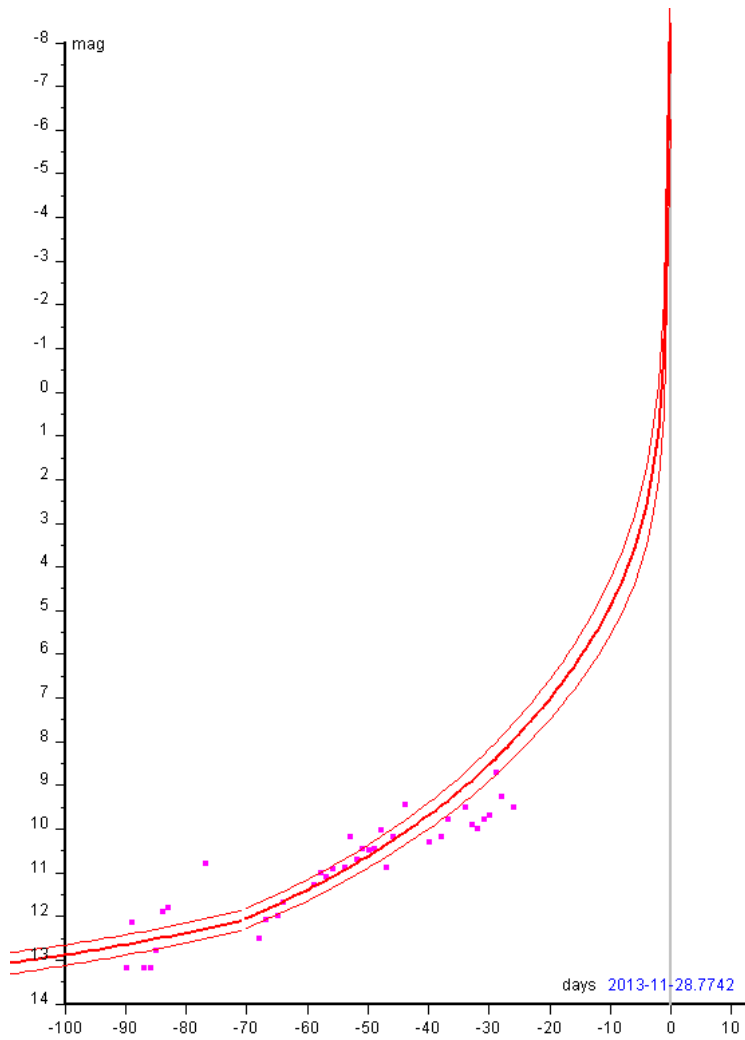


Fig. 2: Vorhersage der Helligkeitsentwicklung ~ Prediction of ISON's magnitude

[1] Ferrín I, Atlas of secular light curves of comets, arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0909/0909.3498.pdf