

Java-Programm Lightcurve: Berechnung von Lichtkurven

The Java based lightcurve program

Inhalt ~ Contents

Installation und Datenbasis~ Installation, data files.....	1
Erste Schritte ~First steps	1
Standardauswertung und Skalierung der Achsen Calculation with the standard model; scaling of the graphics ..	5
Fehlersuche ~ trouble shooting	8
Periodische Kometen ~ periodic comets	9
Frisch entdeckte Kometen ~ Just discovered comets.....	11
Phasenweise Analyse ~ multi step light curves : 1P/Halley 1986	12
Phasenweise Prognose ~ Prognosis with more than one photometric index	16

Installation und Datenbasis~ Installation, data files

Ich habe das Programm in eine Zip-Datei gepackt. Diese in ein leeres Verzeichnis auspacken. Es enthält die Datei mit den Bahnelementen soft02cm.txt und die Datei mit den Beobachtungen cobs.dat. Beide Dateien sind höchstwahrscheinlich veraltet. Die hier enthaltenen Beispiele lassen sich damit aber nachvollziehen. Bahnelemente erhält man entweder vom MPC <https://minorplanetcenter.net/iau/Ephemerides/Comets/Soft02Cmt.txt> oder - falls der Dienst mal wieder nicht aktuelle ist, von der Internestseite des niederländischen Amateurs Gideon van Buitenen <http://astro.vanbuitenen.nl/cometelements?format=guide> . Die Beobachtungen werden von der Comet Observation Database (COBS) gesammelt und können über die dortige Analyse-Seite <https://cobs.si/analysis> heruntergeladen werden:
Get Obs (Ergebnisliste erscheint) – Start date auf 1800 setzen – noch einmal Get Obs (dauert eine Weile) – ganz nach unten scrollen, die letzten Eintragungen sollten von 1880 sein – Save

Please unzip the file lc.zip in an empty folder. Beside this program, the folder now contains the data files with orbital elements and observation data. Both are probably out of date.

You may get fresh versions from the net. Orbital elements can be downloaded from the MPC <https://minorplanetcenter.net/iau/Ephemerides/Comets/Soft02Cmt.txt>

or alternatively form the astro site of Gideon van Buitenen <http://astro.vanbuitenen.nl/cometelements?format=guide> .

The most important source of observation data is the COBS page:

<https://cobs.si/analysis>

You should

Get obs – set start date to 1800 – get obs again - scroll down, last observation should be form 1880 - save. Alternatively, you may download a shorter list and replace the latest observation in the delivered file.

Erste Schritte ~First steps

Das Programm wird am besten über die beiliegende Stapeldatei lc.bat aufgerufen. In ihr ist der Pfad zu java.exe enthalten und der Verweis auf die Bahnelemente- und Beobachtungsdatei bereits eingestellt. Man kann weitere Voreinstellungen vornehmen, z.B. auf Deutsch umschalten.

In the folder, you find the batch file lc.bat which should be used for starting the program. It is necessary to have java.exe in the search path. If that is not the case, you have to give the full path to java.exe. In the batch file lc2.bat I did this for my computer.

I set in this file the path to the orbital elements and observation results file. At my computer, they are at a different place. You may change this if you ant. If you

Es kann sein, dass der Suchpfad zu java.exe nicht eingestellt ist. Dann muss in lc.bat die volle Pfadangabe eingetragen werden.

Wenn alles stimmt, sollte

lc -h

eine Hilfeseite ausgeben. Um diese Hilfeseite vollständig lesen zu können, sollte die Konsole wenigstens 50 Zeilen haben.

Eine erste Analyse kann mit

lc -k 2017T2 aufgerufen werden.

ae using the Guide software you may set the orbital elements file to that place.

If java is set you should get a help file with all command line options using

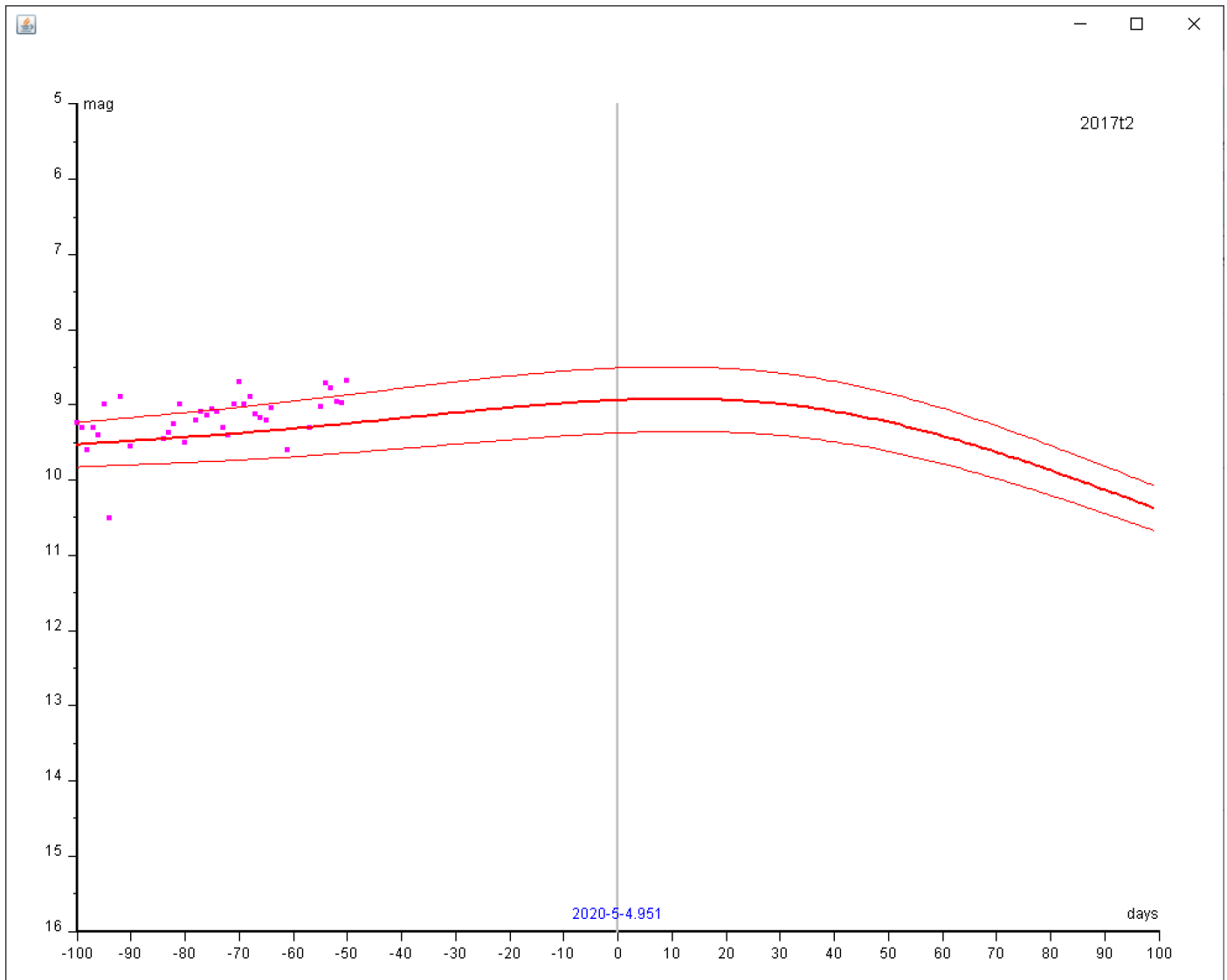
lc -h

After that try to calculate a first analysis by

lc -k 2017T2

Console:

2017t2: $m = 6.41 + 6.60 \log r + 5 \log D$ [n=2.64, r²=0.43, N=168, fqs=1.167545]



Das Programm wird von der Kommandozeile aus mit Optionen gesteuert, d.h. man muss im Vorhinein angeben, was man haben möchte. Eine interaktive Bedienung ist nicht möglich.

Es gibt vier Typen von Optionen:

- notwendige, das ist nur -k (der Komet)
- grafische Ausgabe, ohne Beeinflussung der Rechnung
- Einflussnahme auf das rechnerische Vorgehen
- experimentelle, die ich für meine eigenen Analysen eingebaut habe

Man kann das ausprobieren, Grafikoption:

What the entire program should to have to be set from the command line. There is no interactive dialogue.

There are different types of such parameters

- necessary: only the comet has to be given (-k)

- Parameters for graphics. They don't change the calculation

- parameters for calculation

- Some experimental parameters. I included them for my own analysis. May be they are useful for you too.

Two examples:

lc -k 2017T2 -K

Ergibt Kalenderdaten statt Tage vom Perihel aus

Rechenoption:

lc -k 2017T2 -S

Schaltet die tageweise Zusammenfassung von Messwerten ab, die standardmäßig vorgenommen wird. In der Grafik sind mehr Punkte zu sehen.

Man kann auch beides kombinieren:

lc -k 2017T2 -K -S oder kürzer

lc -KSk2017t2

Graphical parameter -K, gives calendar dates instead of days around the perihelia

lc -k207T2 -K

Calculation parameter -S switches off the day wise averaging of values, which I normally use

lc -k2017T2 -S

At the diagram you see more values

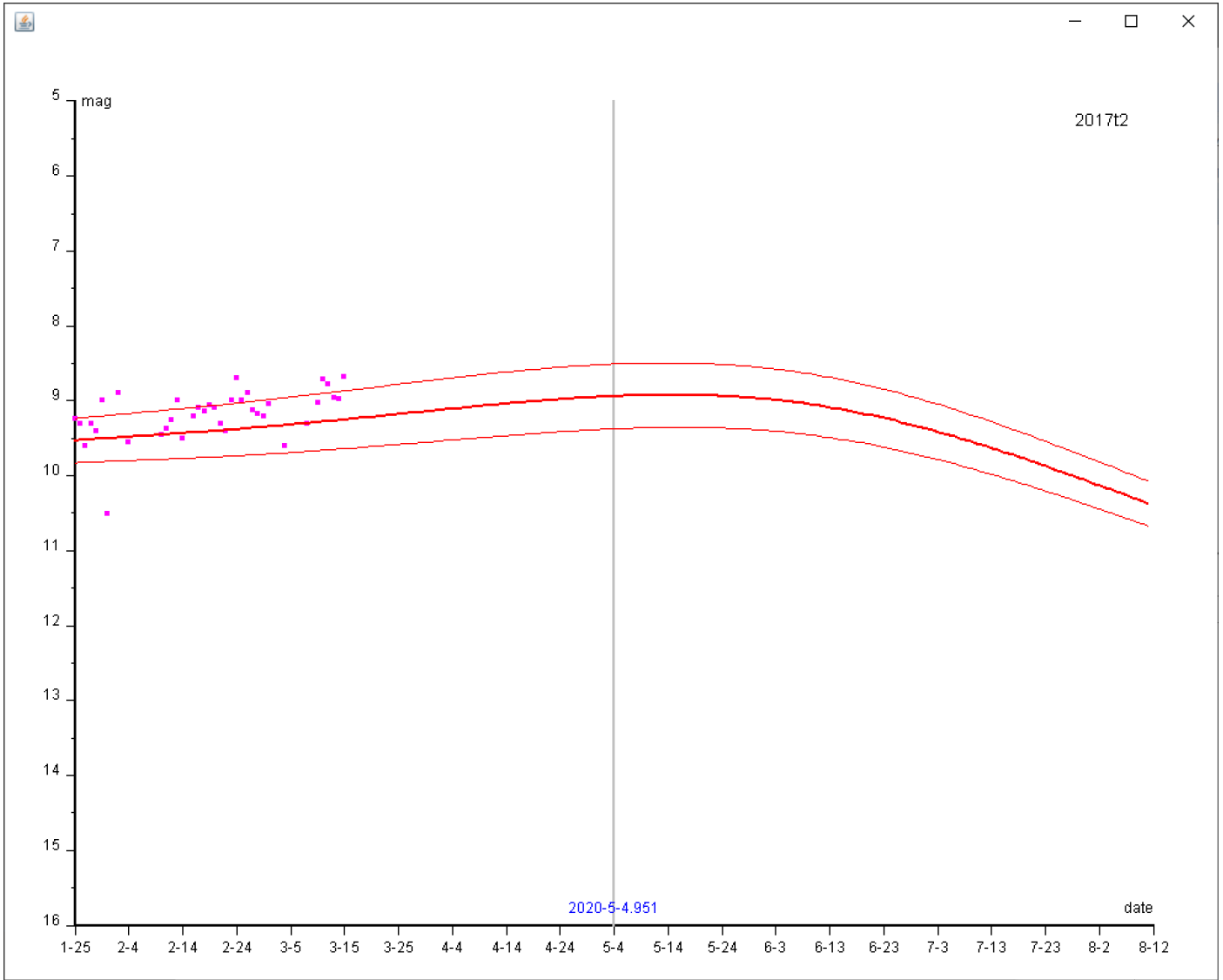
You may combine all of this

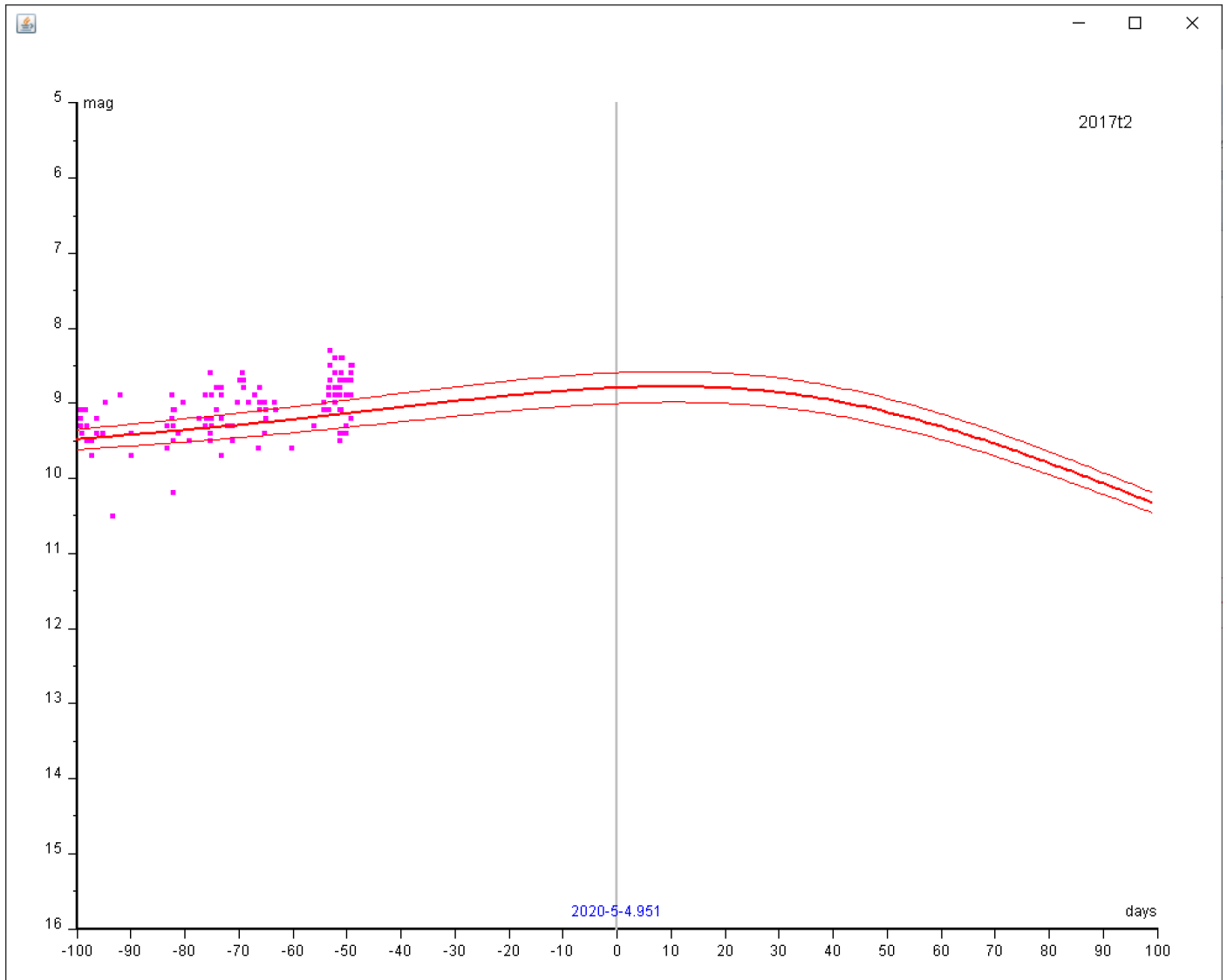
lc -k 2017T2 -K -S

Or shorter

lc -KSk2017T2

-K





Standardauswertung und Skalierung der Achsen Calculation with the standard model; scaling of the graphics

Der Aufruf mit
lc -k <komet>
legt stets das Standardmodell
 $m = m_0 + 5 \log \Delta + 2,5 \cdot n \log r$
zugrunde. Auf der Konsole werden die Ergebnisse
ausgegeben, z.B. nach -k 2017T2 :

$$m = 6.41 + 6.60 \log r + 5 \log D \quad [n=2.64, r^2=0.43, N=168, fqs=1.167545]$$

Dies bedeutet:
Absoluthelligkeit $m_0 = 6m_4$
Aktivitätsparameter $n=2,6$
bei $N=168$ Messwerten (nach vorheriger täglicher
Mittelwertbildung). Außerdem wird die
Fehlerquadratsumme fqs angegeben.
In der Grafik sieht man die Messwerte, die Kurve gemäß
diesem Modell samt 95%-Vertrauensintervall.
In den meisten Fällen muss die Grafik skaliert werden.

Using the program with
lc -k <komet>
Always uses the standard model for brightness
development:
 $m = m_0 + 5 \log \Delta + 2,5 \cdot n \log r$
At the console you get the parameters for this model:

This means:
Absolute magnitude $m_0=6m_4$
Photometric index $n=2.6$
Using $N=168$ values which result from a day wise
averaging. Beside this the program gives the mean
squared error, called fqs (a German term, sorry).
The graph shows all measuring values, the model curve
together with its confidence interval (95%).
In many cases, the graphical output needs to be
adjusted.

Der dargestellte Zeitraum wird in Tagen vor und nach dem Perihelion angegeben (-d und -D). Die Grundeinstellung ist 100 Tage.

Mitunter muss der *Magnitudenbereich* erweitert oder eingeschränkt werden. Hierzu sind die schwächste und größte Helligkeit anzugeben (-m und -M). Ohne diese Angabe reicht das Diagramm vom 16 bis 5 mag.

Für Prognosen ist die Angabe von *Kalenderdaten* oft besser geeignet, Schalter -K. Man kann die Ausgabe auf *deutsch* umstellen, Schalter -G

Jede Ausgabe kann auch im h
Normalerweise baut man eine solche Zeile schrittweise auf. Wenn man zwischendrin eine Option in der Hilfe nachsehen will, kann man immer -h hinten anfügen und den Rest der Zeile stehenlassen. Es kommt dann nur die Hilfe.

Beispiel: `lc -k2017t2 -K -d600 -m20 -M7`
zeigt den gesamten Verlauf an, mit Kalenderdaten

The presented period must give in days before and after the perihelion (-d and -D). Standard is 100 days each.

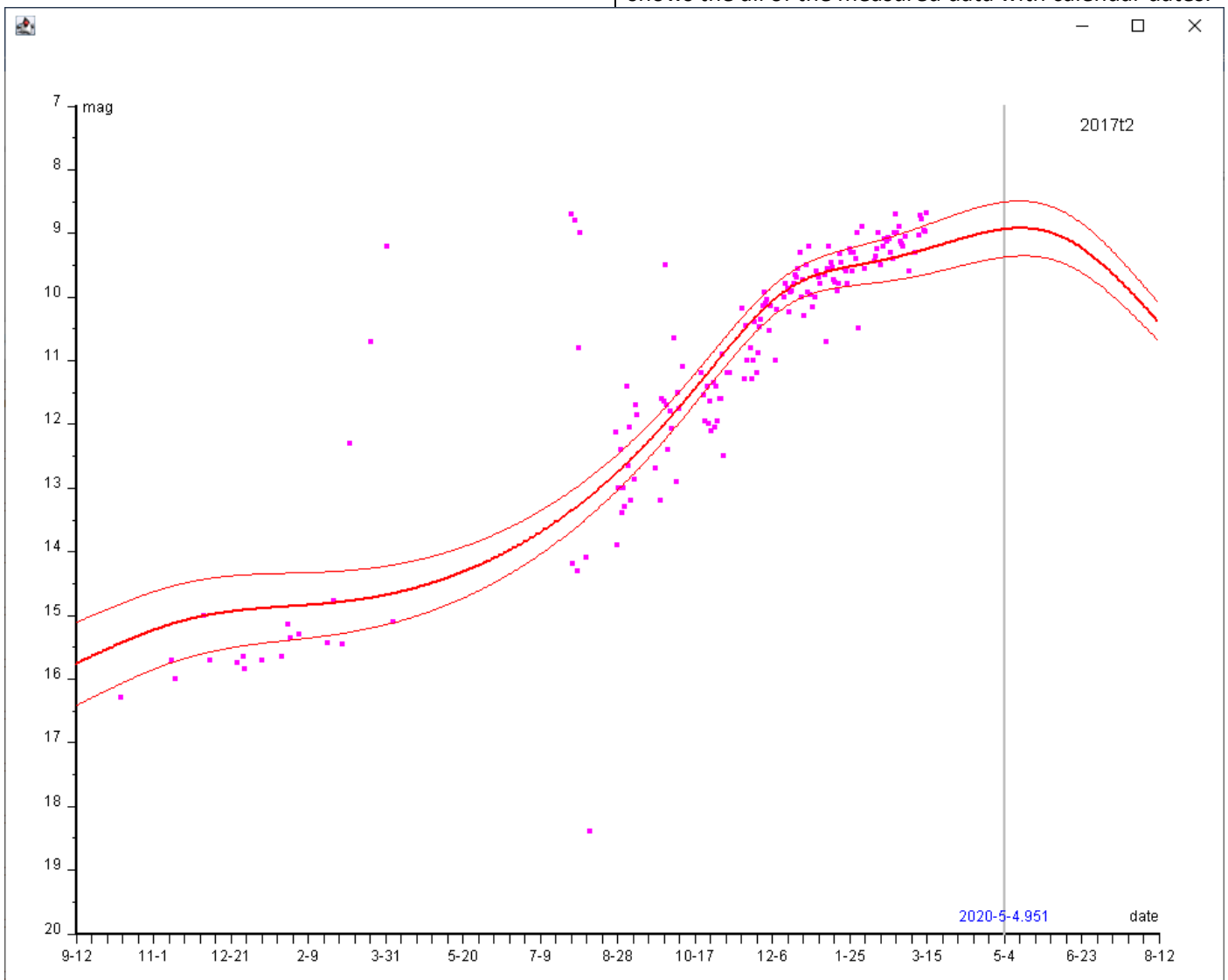
The range of magnitudes may be set with -m and -M (lower and upper magnitude). Standard is 16mag and 5mag.

For a prognosis, it is more instructive to give real dates. The option -K switches to this.

Every output may be switched to heliocentric with the option -R <a.u.>. The -d and -D options are ignored. The heliocentric range is always symmetric (before and after the perihelion).

Normally, such a command line is constructed one step after the other. Sometimes one wish to read the details about an option. Then it is useful to put a -h at the end of the command line. The program finishes with a help scree, but the rest of the command line is preserved.

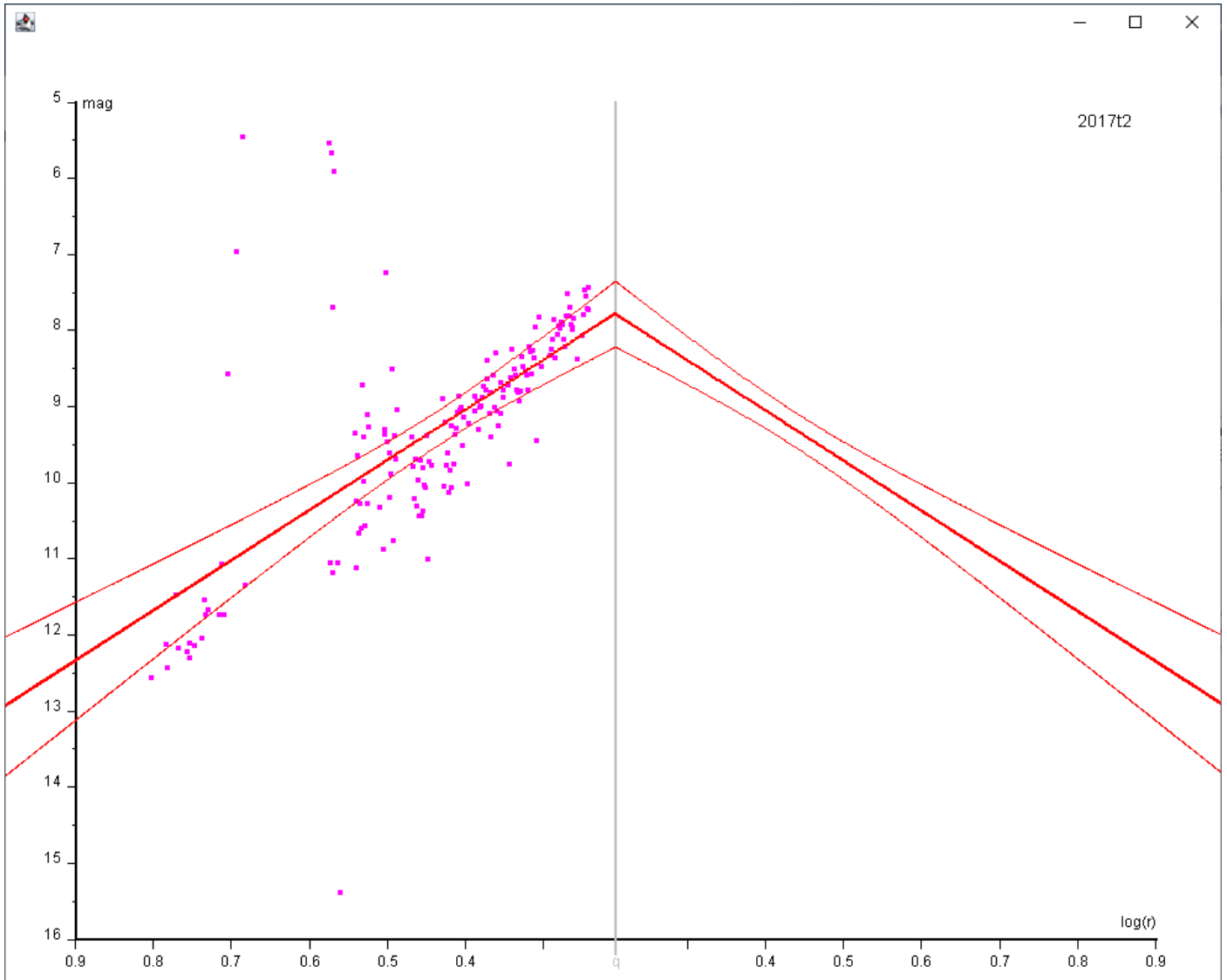
Example: `lc -k2017t2 -K -d600 -m20 -M7`
shows the all of the measured data with calendar dates.



Beispiel: Dieselbe Analyse mit heliozentrischer Ausgabe

Example: Same analysis with heliocentric abscissa

lc -k2017t2 -m16 -M5 -R7

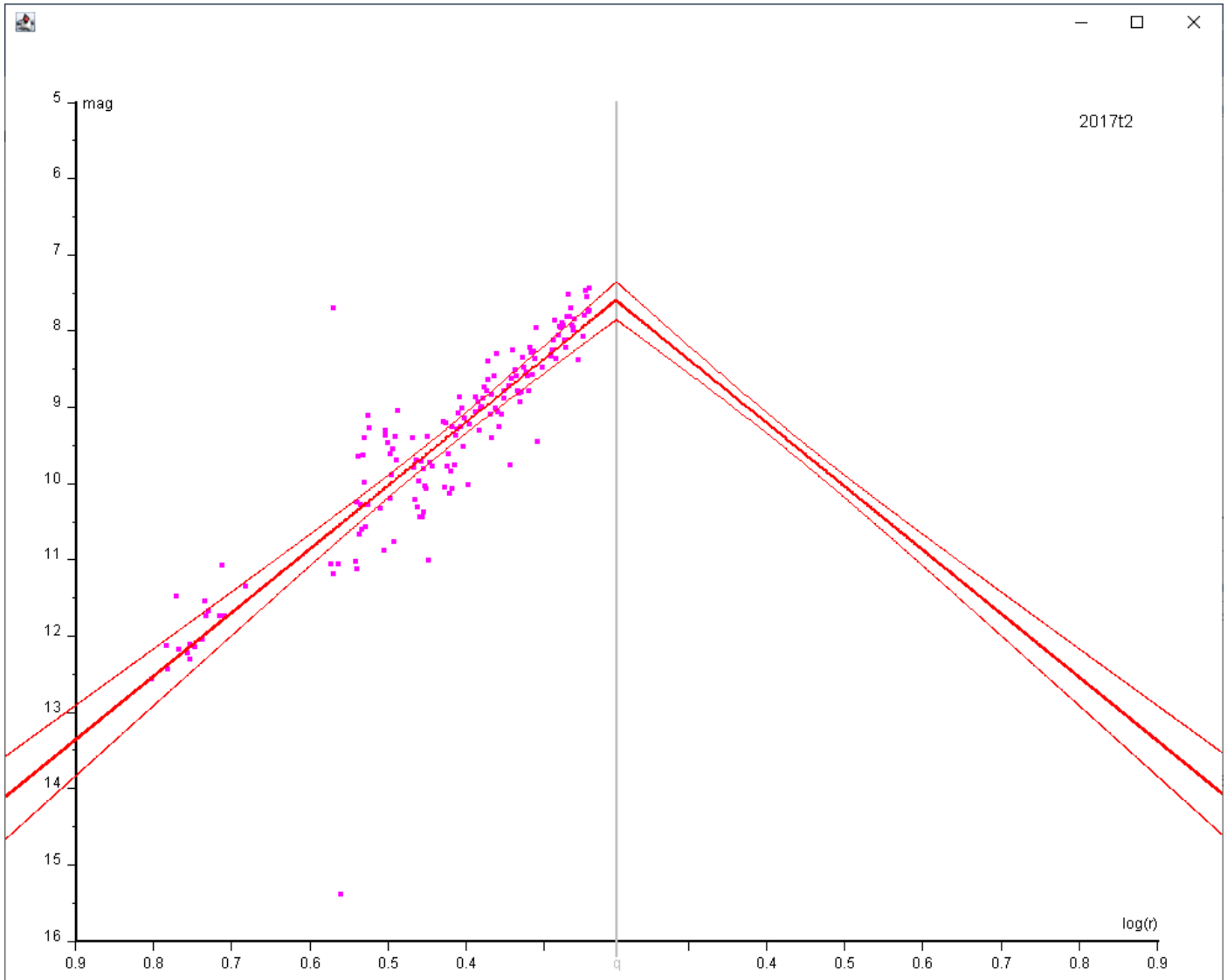


Fehlersuche ~ trouble shooting

Im Beispiel fallen zahlreiche Werte auf, die deutlich ober- und unterhalb des allgemeinen Verlaufs liegen. So viele Fehler deuten auf etwas Systematisches hin. In diesem Fall sind es die Resultate eines einzelnen Benutzers, welche stets zu hell sind. Man kann zunächst diesen Benutzer insgesamt ausschließen, mit dem Option -x

In our example we have a bunch of values outside the general curve. They seem to be erroneous. Such a lot of errors are not typical and indicate a systematic effect. In our case, it is a single observer, whose values are always too bright. It is easy to switch him off (-x)

```
lc -k2017t2 -m16 -M5 -R7 -xGON05
```



Jetzt fallen nur noch zwei Werte aus der Reihe. Um diese zu finden, kann man die Liste der in die Rechnung eingegangenen Daten ausgeben (-L). Es ist zweckmäßig, die tageweise Zusammenfassung abzuschalten (-S), auch die Grafik ist überflüssig (-g).

Die Ausgabe sollte in eine Datei umgeleitet werden.

We have still two strange values, one very high and one very low one. To help finding them, the program gives a list of all input with -L. It is recommended to switch of the day wise summation (-S), The graphical output is unnecessary too (-g).

The output should be redirected:

```
lc -k2017t2 -m16 -M5 -R7 -xGON05 -LSg > tempfile.txt
```

tempfile.txt:

log (r)	mH	r	D	m1	yyyymmdd	day
0.573	11.253	3.742	4.260	14.400	20190731	-278
0.569	11.193	3.709	4.182	14.300	20190804	-275
0.569	7.698	3.705	4.173	10.800	20190804	-274
0.563	10.958	3.657	4.059	14.000	20190809	-269
0.563	11.158	3.657	4.059	14.200	20190809	-269

0.560	15.392	3.630	3.995	18.400	20190812	-266
0.541	11.010	3.478	3.614	13.800	20190828	-250
0.540	11.020	3.471	3.597	13.800	20190829	-250

Mit Hilfe des Datums in der vorletzten Spalte und dem gegebenen Magnitudenwert der letzten Spalte lassen sich die Zeilen leicht finden. Man kann sie aus den Beobachtungsdaten löschen.

Die -L-Option kann auch benutzt werden, um die Daten mit einer anderen Software wie Excel anzuzeigen.

The calendar date in the second last column and the given magnitude in the last column helps to identify this input in the observation file. It is a good idea to eliminate such values from the observation file.

The output from the -L option may be used for presenting data with other means, eg. Excel.

Periodische Kometen ~ periodic comets

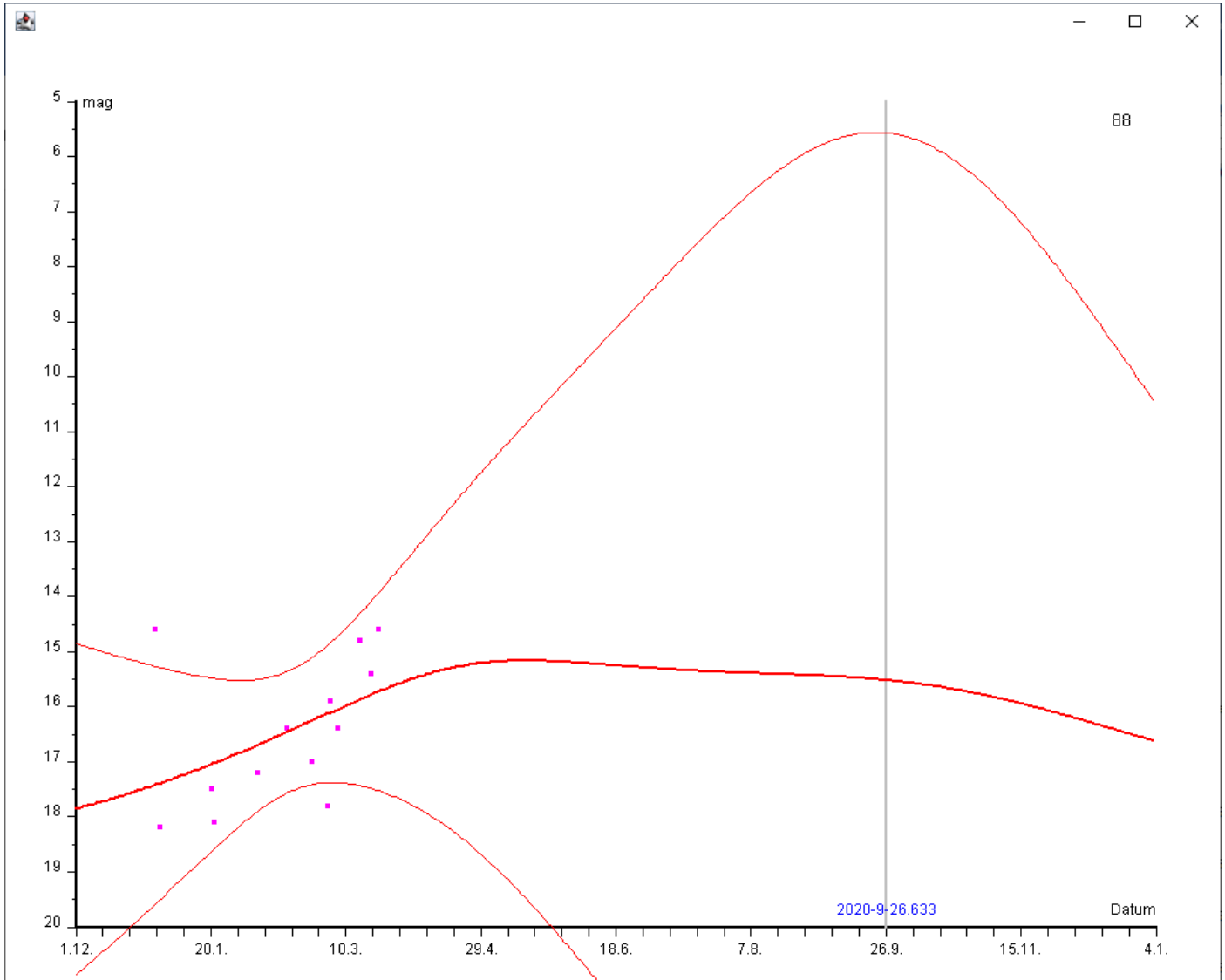
Eine einfache Analyse mit `lc -k <komet>` benutzt die Daten aller Perihelie zur Analyse und Prognose. Meist möchte man das nicht. Um nur Teile der Daten zu verwenden, kann man stets die Datei mit den Beobachtungsdaten modifizieren bzw. eine eigene erstellen und dies mit der Option `-l` zuweisen.

Komfortabler geht es mit den `-t` und `-T`-Optionen, mit denen man den Zeitraum festlegen kann, aus dem Daten überhaupt nur benutzt werden.

Wenn Daten zum aktuellen Perihel vorliegen, dann kann man die Analyse auf diesen Sonnendurchlauf einschränken. Es genügt dann, mit `-t` einen Zeitpunkt anzugeben, der deutlich vor den ersten Messwerten liegt. In der folgenden Zeile habe ich den Schalter `-l` (klein-L wie Lehmann) benutzt, um die quasivisuellen Werte mit anzuzeigen:

The simple analysis with `ls -k <comet>` uses all of the available date. From periodic comets, this is not always, what you want. More probably, you want to calculate what happens around the current perihelia. A very simple solution is to modify the file with the observation data and exclude all of the not needed lines. There is a more comfortable way, however. With the `-t` and `-T` options you may restrict the values to the period you want. If the analysis of the current perihelia is needed, you only need to give a time well before the first observation with `-t`. The example uses the switch `-l` (small letter L) to include visual like data calculated from CCD measuring. Our German group calculates such values.

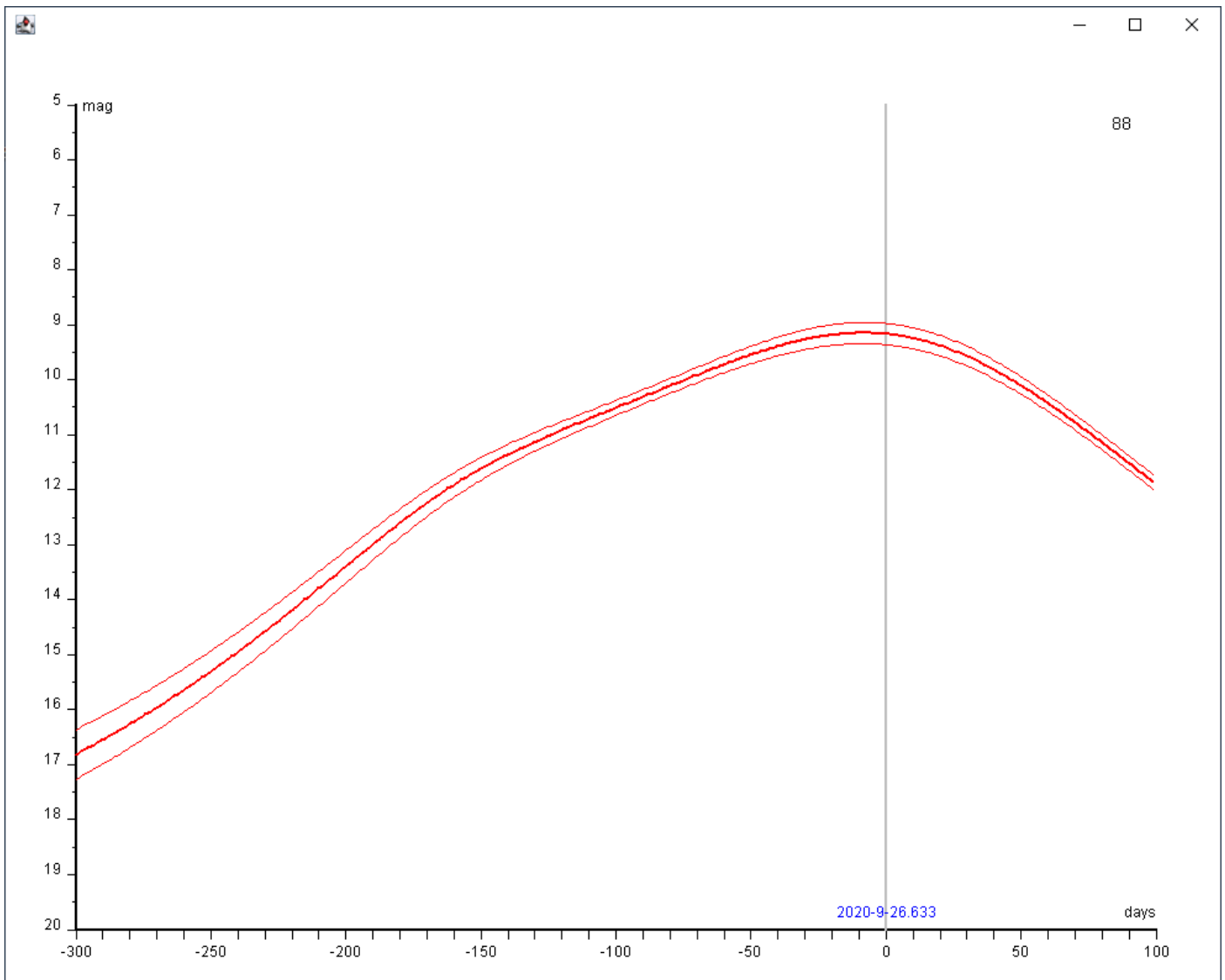
lc -k88 -t20180101 -d300 -m20 -l



Wenn noch keine Messungen vorliegen, kann man eine Vorhersage auch auf Basis des letzten gut beobachteten Perihels ausführen. Ohne in den Originaldaten zu suchen kann man sich einen Überblick über alle Messwerte über alle Perihelie verschaffen, wenn man dich mit dem Schalter -L eine Liste ausgeben lässt:
lc -k88 -Lg | more
Man sieht, dass um das Perihel im April 2015 eine gute Messwertbasis gegeben ist. Eine Analyse damit:

If there are no or very less observation for the current perihelia one could give an prediction based of the data of the las well observed perihelia. To see, if a period has enough values you may use the option -L to get a list:
lc -k88 -Lg | more
The perihelia in April 1995 was well observed. An analysis with that values:

lc -k88 -t20130101 -T20170101 -d300 -m20



Die aktuellen Werte werden nicht mit angezeigt, weil sie zur Analyse nicht benutzt werden. Wenn man dies benötigt, kann man das benutzte Modell mit der Option `-s` setzen. Dieses Vorgehen wird im Abschnitt Stückweise Lichtkurve erläutert.

Die Grafik zeigt immer den Zeitraum um dasjenige Perihel an, was in den Bahnelementen gegeben ist. Wenn man eine historische Situation darstellen möchte, dann muss man auch historische Bahnelemente benutzen.

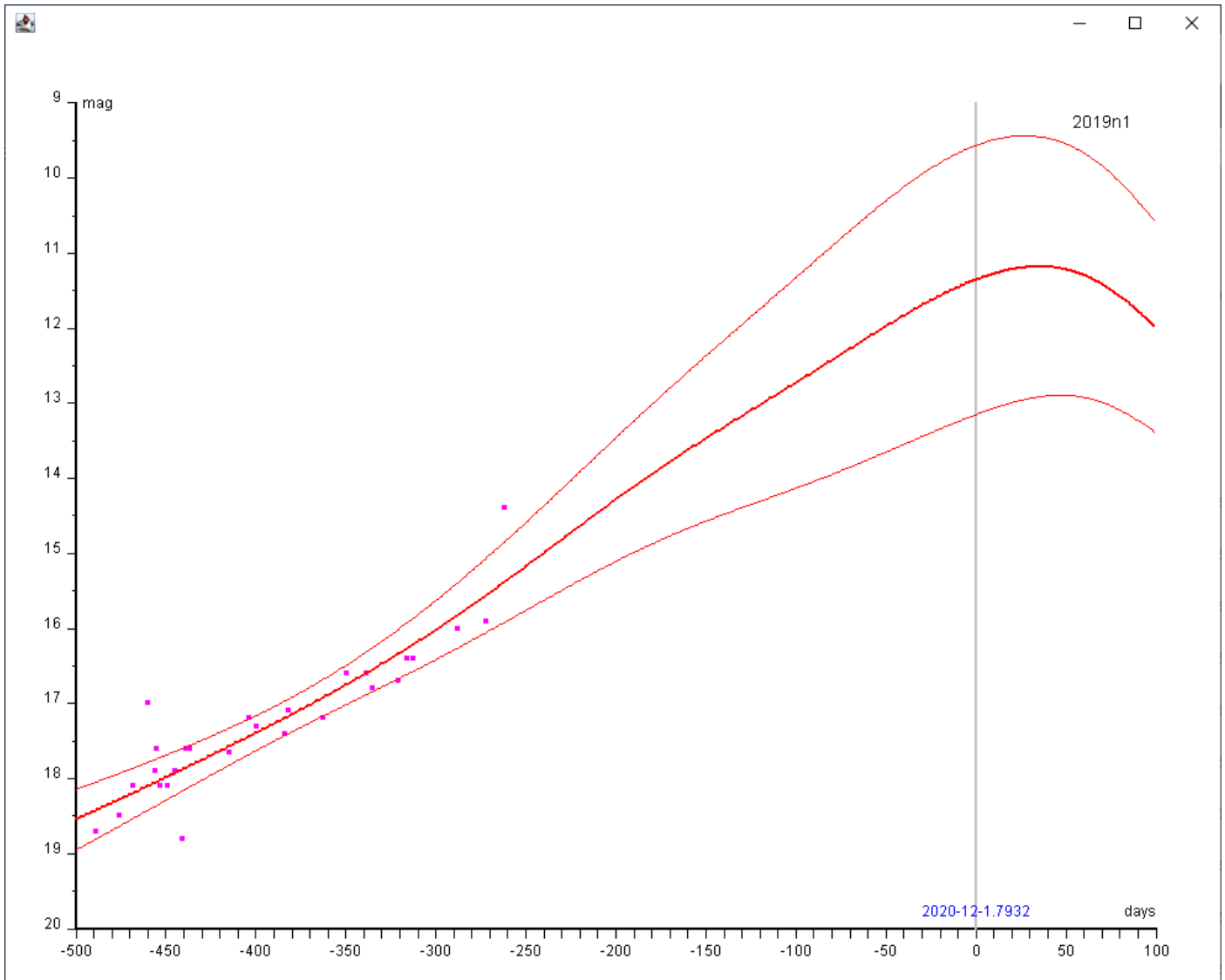
You do not see the current values here, because they we did not use them for analysis. If you need that, you may set the model parameters with the `-s` option. I describe this in the paragraph Stepwise light curves. The output always gives the curves around the perihelia given in the orbital data. For a historical analysis, you need to use historical orbital values.

Frisch entdeckte Kometen ~ Just discovered comets

Wenn nur ein kurzer Bahnabschnitt beobachtet wurde dann kann der Aktivitätsparameter n nicht seriös berechnet werden. Um dennoch eine Prognose zu geben, kann man diesen Parameter setzen. Für dynamisch junge Kometen wird dabei oft $n=4$, gesetzt, Schalter `-z` (z wie zehn, weil $2,5 \cdot n = \text{zehn}$). Andere Werte kann man mit `-Z<n>` einstellen. Für langperiodische Kometen wird oft $n=6$ eingesetzt. Hier ein Beispiel für einen dynamisch jungen Kometen (beide geben dasselbe Ergebnis):

If you have fewer observations, you cannot calculate the photometric index with sufficient accuracy. In this cases, n is to be set. For fresh comets, mostly $n=4$ is used, which can be set with the option `-z`. Other values of n can be set with `-Z<n>`. For long periodic comets $n=6$ is more suitable.

An example with $n=4$, both input lines give the same result:



Phasenweise Analyse ~ multi step light curves : 1P/Halley 1986

Manche Kometen zeigen kein einheitliches Verhalten. Wenn die Aktivität jenseits der Eisgrenze beginnt, dann sublimieren zunächst leichtflüchtige Substanzen. Das kann mit einer anderen Geschwindigkeit geschehen als später das Wasser.

Periodische Kometen durchlaufen eine Phase, in welcher Aktivitätsgebiete aktiviert werden. Diese Phase ist beendet, wenn alle diese Gebiete aktiv sind. Dann sehen wir aus diesen eine normale Gasentwicklung, wie bei einem dynamisch jungen Kometen.

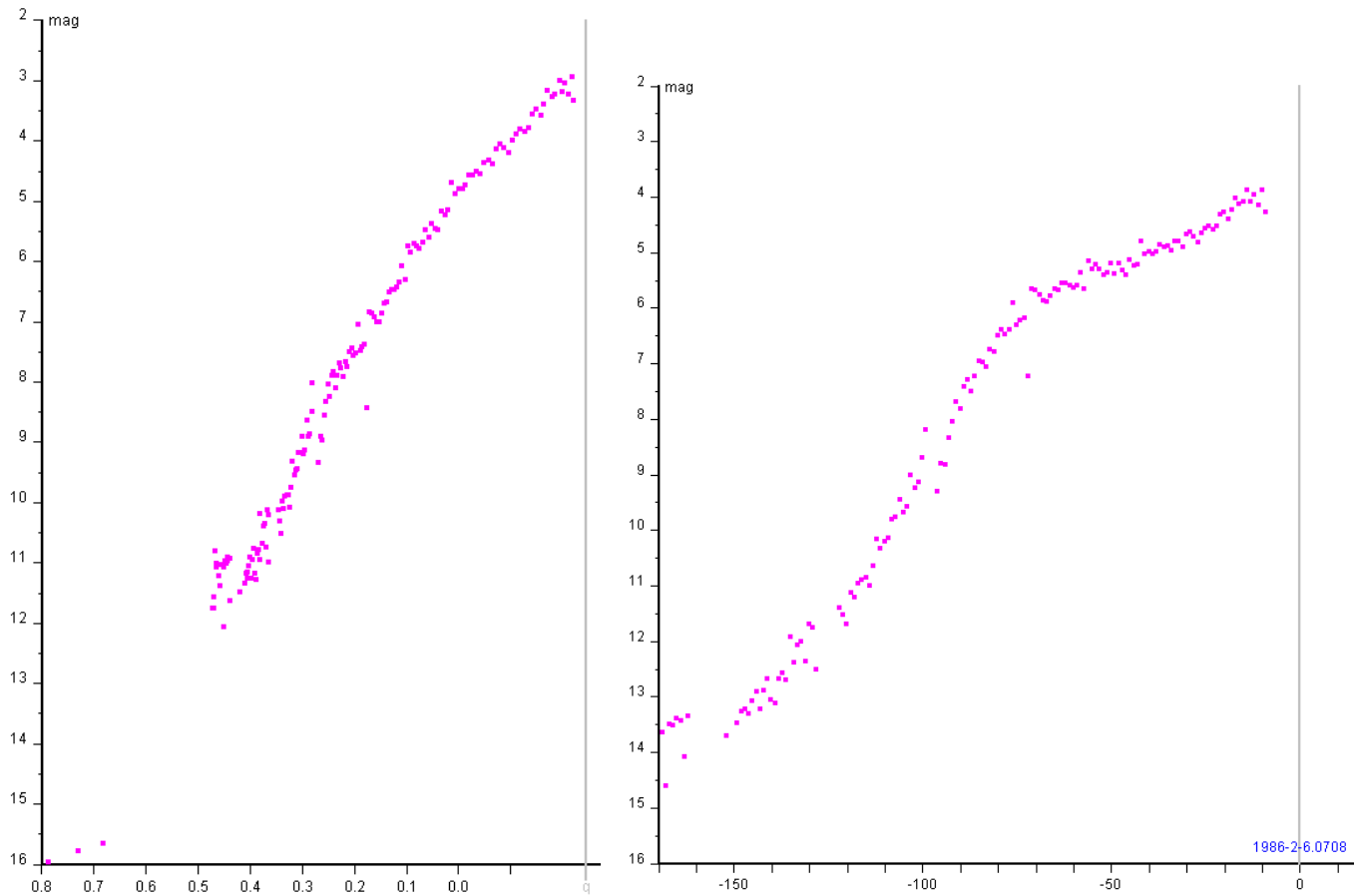
Solche Phasen sind in der Lichtkurve deutlich erkennbar. 1P/Halley ist ein gutes Beispiel, hier sind zwei Phasen zu sehen. Vor der Analyse müssen die Bahnelemente in soft02cm.txt ergänzt werden.

Some comets cannot be described with a single photometric index. We see such changes in activity in the light curve. 1P/Halley gives a fine example for this, up to the perihelion we see two phases.

Before we start the analysis, we have to add the orbital elements of 1P/Halley need to soft02cm.txt.

	Perihelzeit				P.Dist	Exz.	Neigung	Arg.Peri	Knotenlä	
P/Halley (1P)	Td	Tm	Ty	?	q	e	i	w	O	2000
	6.0708	2	1986	0.0	0.571081	0.968024	162.2279	111.8779	59.0236	2000

lc -k1 -M2 -t19800101 -T19860206 -vV -d170 [-R6]



Die Analyse zeigt dein Knick bei etwa 70 Tagen vor dem Perihel. Mit der Option -L kann man ermitteln, dass dies m den 29. November 1985 herum war und dass der Sonnenabstand seinerzeit 1,47 AE betrug.

Die einfachste Methode besteht in der schrittweisen Analyse, eben bis zum 29.11. und danach. Es ergeben sich Aktivitätsparameter von 6,4 und 4,1.

In the geocentric plot, there seems to be a bend in the curve around 70 days before the perihelia. With the help of the -L option we find out, that this is around November 29th 1985 at r=1.47 a.u.

The most common method to calculate such a curve is the stepwise analysis, up to November 29th and after November 29th. The resulting photometric indices are 6.4 and 4.1, respectively.

lc -k1 -M2 -t19800101 -T19851129 -R6

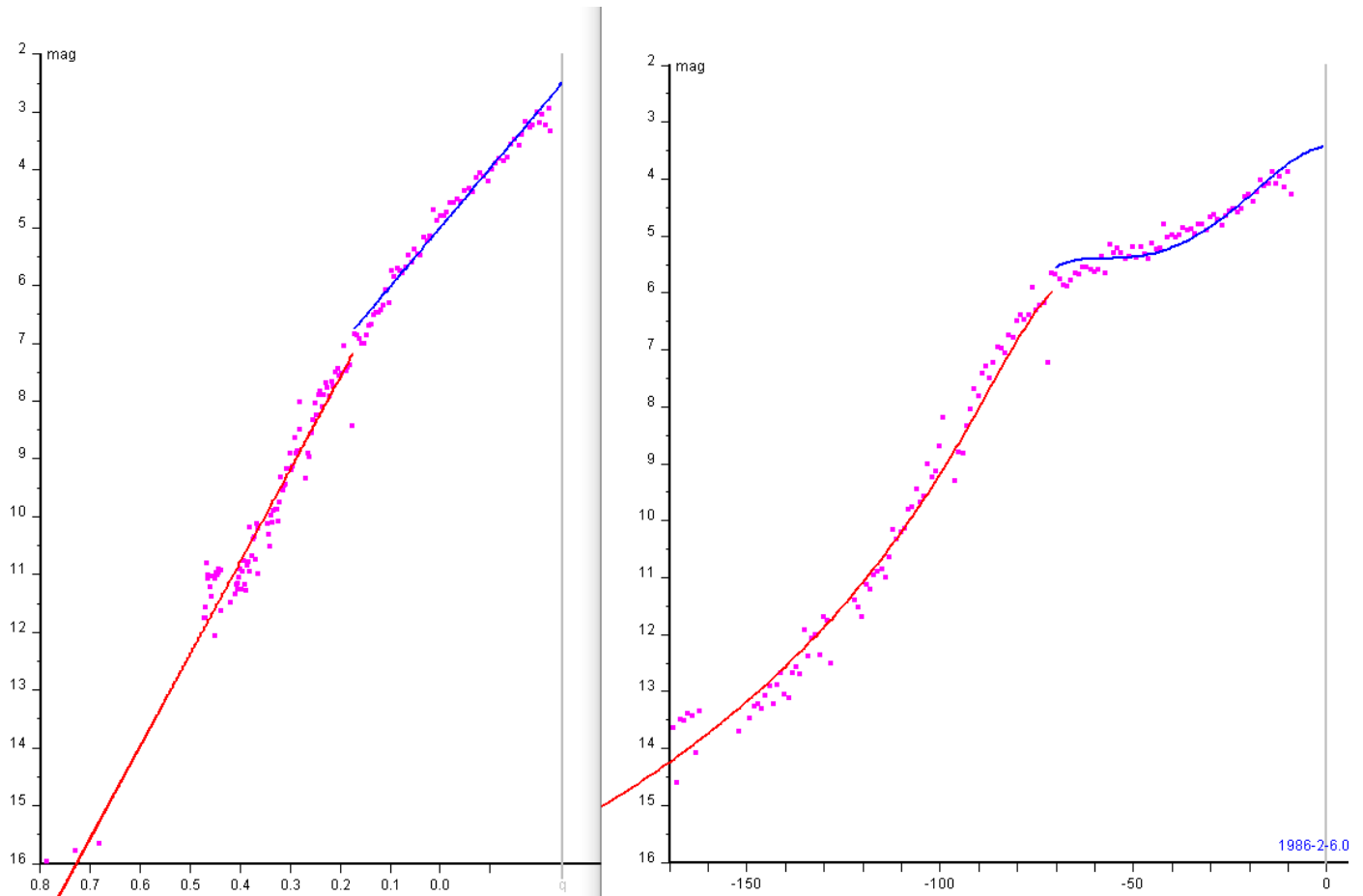
1: m = 4.45 + 15.92 log r + 5 log D [n=6.37, r^2=0.97, N=109, fqs=0.266843]

lc -k1 -M2 -t19851129 -T19860206 -R6

1: m = 5.04 + 10.21 log r + 5 log D [n=4.08, r^2=0.98, N=61, fqs=0.036379]

Da diese beiden Abschnitte unabhängig voneinander berechnet wurden, passen sie nicht gut: Am Schnittpunkt 29. November gibt es eine Sprung:

Because we calculated these sections independently, they do not fit. Around November 29th we do not have a bend, but a gap.



Gezeichnet mit `lc -k1 -M2 -t19800101 -T19860206 -d170 -s-9999-0070+044064~0070-0000+050041 -v`

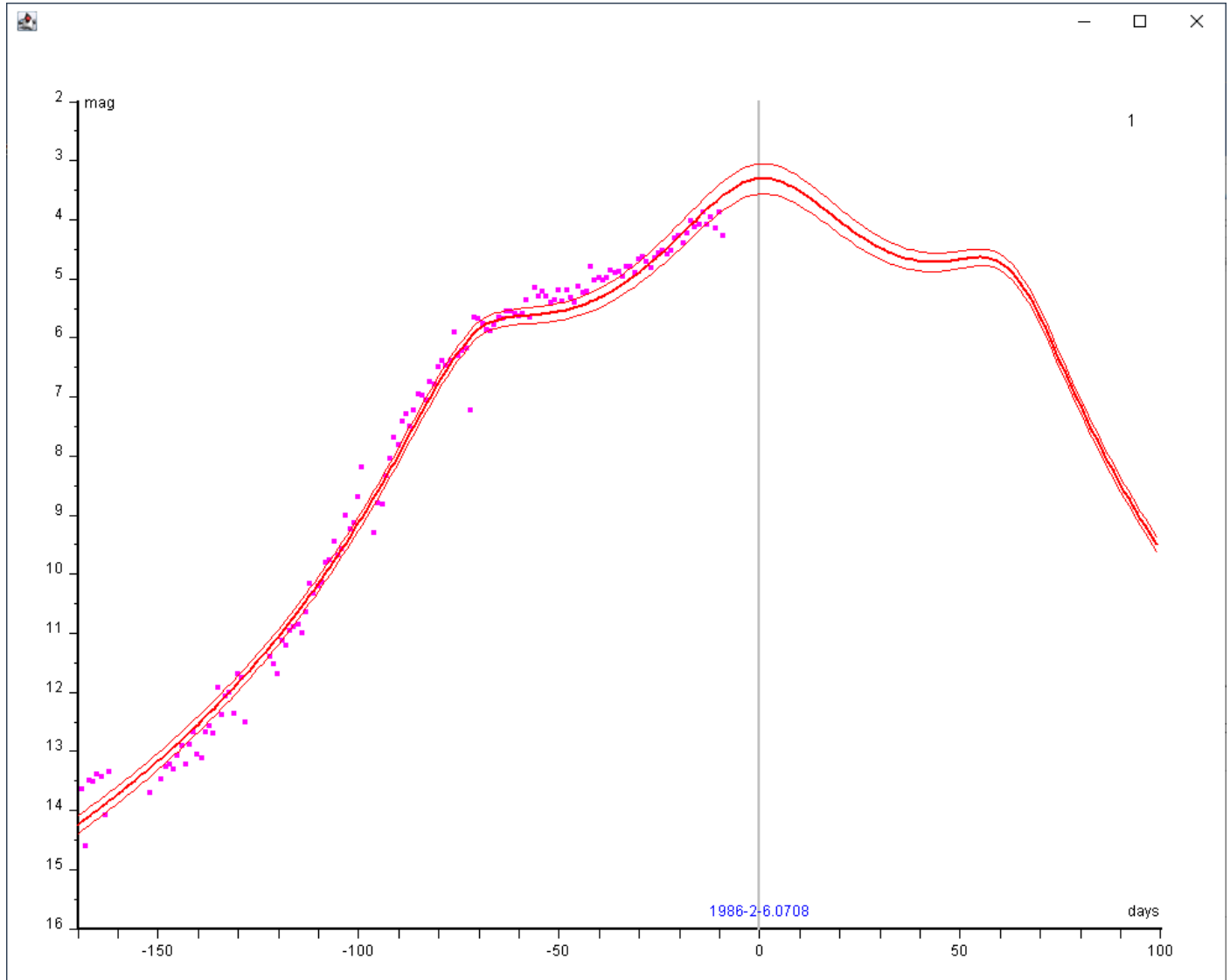
Es gibt im Programm eine Unterstützung für Lichtkurven verschiedener Aktivität, die aber ineinander übergehen. Nur für Abschnitte vor dem Perihel! Hierzu wird die Option -2 benutzt, es muss die heliozentrische Entfernung des Knickpunktes gegeben werden. Das Programm rechnet eine Weile, ca. eine Minute.

The program supports real bending light curves, without a gap. This kind of analysis can only performed up to the perihelia. With the option `-2<rB>` where r_B is the heliocentric distance of the bend. The program runs for a while, around one minute.

```
lc -k1 -M2 -t19800101 -T19860206 -d170 -21.47
```

```
m3= 7.00
```

```
SDD: 1.5, m8= 0.00, n8= 6.50, m0= 0.00, n0= 4.50, fqs=0.195374
```



Einen Makel hat dieses Vorgehen noch: Die heliozentrische Entfernung des Knickpunktes ist visuell aus der Kurve entnommen. Um diese rechnerisch festzulegen, dient die Fehlerquadratsumme fqs: Der rechnerische Knickpunkt liegt bei der geringsten fqs. Hierzu muss das Programm mehrmals aufgerufen werden, mit unterschiedlichen Parametern hinter -2. Am besten schreibt man dazu eine Stapeldatei. Die Grafische Ausgabe muss abgeschaltet werden. Das Ganze rechnet dann wirklich eine ganze Zeit. Zweckmäßigerweise rechnet man zuerst grob und dann noch einmal fein:

We still have a spot in our analysis: We determined the bending point visual, without mathematical argument. If we run the program for different values of r_B we may overcome this flaw: We may look at which heliocentric distance the mean squared error fqs is minimal. The best way for this is a batch file with output redirection. I recommend first a rough analysis with r steps of 0.1 and later a more accurate with steps of 0.01.

```
call lc -gk1 -t19800101 -T19860206 -21.0 : n8= 6.20, m0= 0.00, n0= 2.80, fqs=0.184970
call lc -gk1 -t19800101 -T19860206 -21.1 : n8= 6.30, m0= 0.00, n0= 3.40, fqs=0.178917
call lc -gk1 -t19800101 -T19860206 -21.2 : n8= 6.40, m0= 0.00, n0= 3.70, fqs=0.178490
call lc -gk1 -t19800101 -T19860206 -21.3 : n8= 6.40, m0= 0.00, n0= 4.10, fqs=0.183473
call lc -gk1 -t19800101 -T19860206 -21.4 : n8= 6.40, m0= 0.00, n0= 4.40, fqs=0.190847
call lc -gk1 -t19800101 -T19860206 -21.5 : n8= 6.50, m0= 0.00, n0= 4.50, fqs=0.198751
:
call lc -gk1 -t19800101 -T19860206 -21.10 : n8= 6.30, m0= 0.00, n0= 3.40, fqs=0.178917
call lc -gk1 -t19800101 -T19860206 -21.11 : n8= 6.30, m0= 0.00, n0= 3.30, fqs=0.179311
```

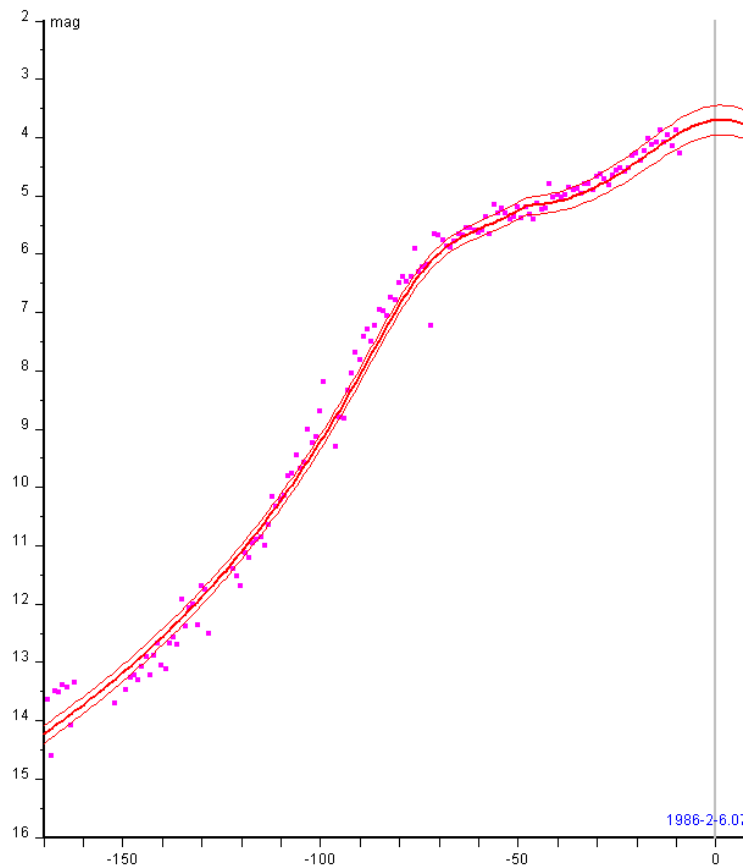
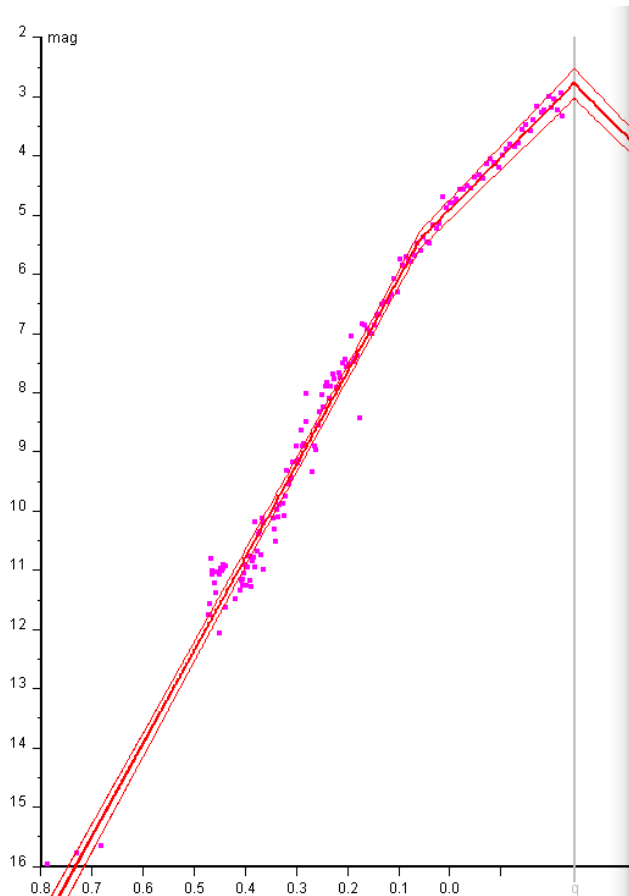
```

call lc -gk1 -t19800101 -T19860206 -21.12 : n8= 6.30, m0= 0.00, n0= 3.50, fqs=0.178244
call lc -gk1 -t19800101 -T19860206 -21.13 : n8= 6.40, m0= 0.00, n0= 3.40, fqs=0.178530
call lc -gk1 -t19800101 -T19860206 -21.14 : n8= 6.30, m0= 0.00, n0= 3.50, fqs=0.178453
call lc -gk1 -t19800101 -T19860206 -21.15 : n8= 6.40, m0= 0.00, n0= 3.50, fqs=0.177969
call lc -gk1 -t19800101 -T19860206 -21.16 : n8= 6.30, m0= 0.00, n0= 3.60, fqs=0.179076
call lc -gk1 -t19800101 -T19860206 -21.17 : n8= 6.40, m0= 0.00, n0= 3.50, fqs=0.178185
call lc -gk1 -t19800101 -T19860206 -21.18 : n8= 6.40, m0= 0.00, n0= 3.70, fqs=0.178582
call lc -gk1 -t19800101 -T19860206 -21.19 : n8= 6.40, m0= 0.00, n0= 3.60, fqs=0.178747

```

Der rechnerisch ermittelte Knickpunkt liegt also bei 1,14 AE mit den beiden Aktivitätsparametern 6,3 und 3,5. Die Grenze liegt also 50 Tage vor dem Perihel, am 19. Dezember 1985.

This way, we get $r_B=1.14$ (50 days to the perihelia) and the corresponding photometric indices of 6.3 and 3.5.



Das Programm unterstützt insgesamt drei Phasen bis zum Perihel. Um die dritte Phase zu berechnen, wird zunächst mit -2 der erste Knickpunkt ermittelt. Dieser muss in der Kommandozeile stehenbleiben. Man kann dann eine Schätzung für den heliozentrischen Abstand des zweiten Knickpunktes mit -3 angeben und auch wie beschrieben, das Optimum dafür suchen.

In a similar way, the option -3 supports three phases with three different values of n . Again, the analysis can only be performed up to the perihelia! First, determine the first bending point as described above. Known this, you may add a second point closer to the perihelia with $-3 < r_{B2} >$. As written above, a bunch of runs calculates the best fit.

Phasenweise Prognose ~ Prognosis with more than one photometric index

Für die Prognose von Kometen mit sehr hohem Aktivitätsparameter kann man die Erschöpfung des zugrundeliegenden Prozesses prognostizieren. Dies kann der Übergang von der CO-Produktion zur Wasserproduktion sein, oder aber die Annahme, dass die Freilegung von Aktivitätsgebieten enden wird. Die Periheldistanz, bei der dies eintritt, kann von vergleichbaren Kometen entnommen werden.

Sometimes we wish to give a prognosis with more than one photometric index. This may be the transition from CO production to water production. If we have only measuring of the CO production, we cannot use the two-step *analysis*.

To give a prediction curve, we need to construct it step-by-step. The first step comes from the measuring we have. We get m_0 and n from the analysis.

Um die zu visualisieren, muss die Lichtkurve stückweise so zusammengesetzt werden, dass keine Lücken entstehen. Für den sonnenfernen Teil liegen Beobachtungen vor, hier sind m_0 und n bekannt. Für das nächste Stück sind nur n bekannt und die Lage des Knickpunktes (aus dem Referenzkometen). Das zu diesem Abschnitt passende m_0 muss so gewählt werden, dass die Kurve keinen Sprung macht. Hierzu dient die Option `-s`. Sie enthält einen etwas komplizierten Parametersatz, der aus mehreren Abschnitten besteht – für jeden Kurvenschnitt einen Abschnitt. Man sollte diesen Parametersatz stückweise aufbauen.

Jeder Abschnitt besteht aus vier Zahlen z.T. mit Vorzeichen:

`+dddd` Beginn des Abschnitts in Tagen zum dem Perihel
`+DDDD` Ende des Abschnitts
`+mmm` absolute Magnitude für diesen Abschnitt
`nnn` Aktivitätsparameter hierfür (ohne Vorzeichen)

Die Absolute Magnitude und der Aktivitätsparameter verfügen immer über eine Nachkommastelle, ohne dass das Komma angegeben werden darf.

Beispiel: Prognose von C/2019Y4. Fern vom Perihel betrug der Aktivitätsparameter über Wochen ca. 17.

Die genaue Analyse mit

`lc -k2019y4 -xGON05 -lg`
ergibt $m_0 = -2,2$ und $n = 17,3$

Dies kann nicht ewig so weitergehen, also wird ein Abknicken bei 1,5 AE auf das n der normalen Gasentwicklung von 3,5 prognostiziert. 1,5 AE werden 60 Tage vor dem Perihel erreicht.

Der erste Abschnitt:

unendlich lang vor dem Perihel bis 60 Tage davor: $m_0 = -2,2$ und $n = 17,3$:

`+dddd+dddd+mmmmnnn`
`-9999-0060-022173`

Dies sollte man schon mal anschauen

For all following segments, we need to know the a.u. range and the photometric index. Usually, we get this from other comets, where we have a result.

The option `-s` draws segments with known a.u. range and m_0 and n parameters. For each segment we must give four values, the first three with sign

`+dddd` start; days from perihelia

`+DDDD` end; days from perihelia

`+mmm` absolute magnitude, one decimal

`nnn` photometric index (no sign), one decimal

For the absolute magnitude and the photometric index one decimal is required, the decimal point is omitted.

Example: Prognosis of C/209Y4. Far away from

perihelia, it as a photometric index of around 17. The exact analysis with

`lc -k2019y4 -xGON05 -lg`

gives $m_0 = -2.2$ and $n = 17.3$

$n = 17$ up to the perihelia would give a magnitude

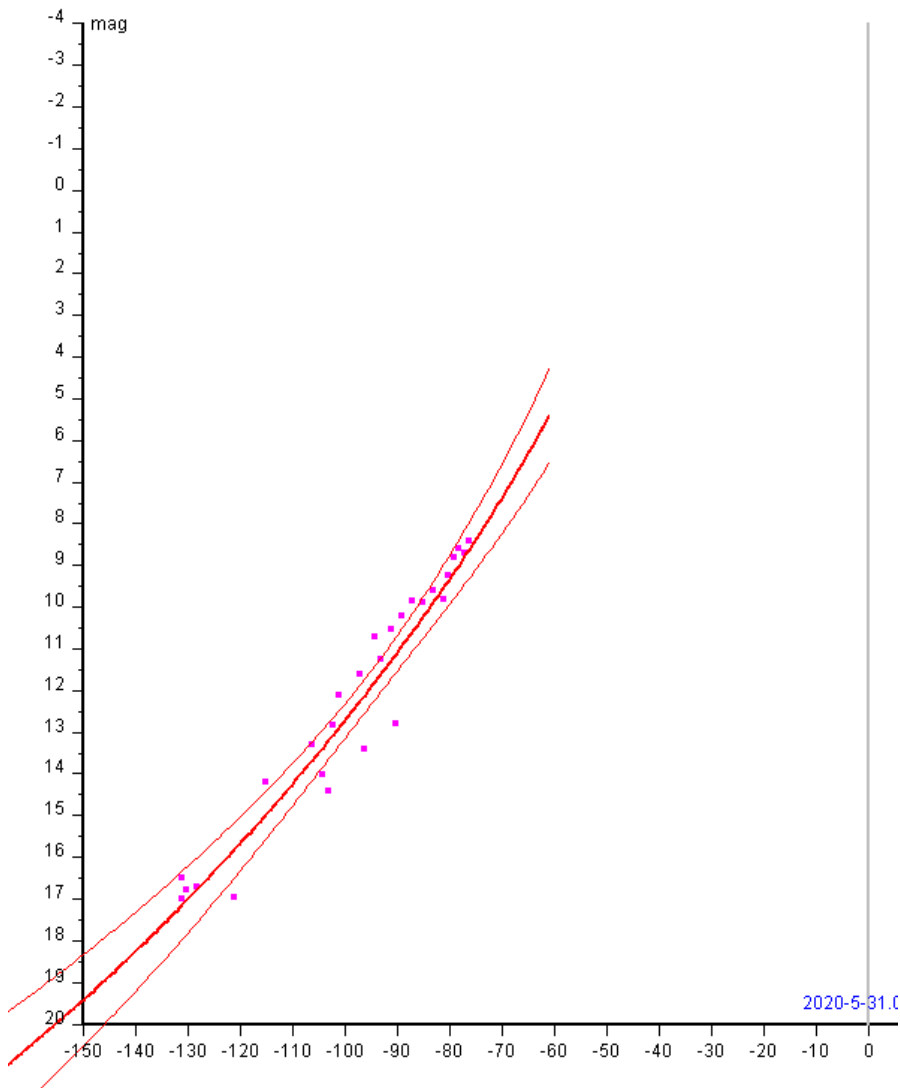
beyond this of the sun which is physical nonsense. At some point, the index needs to flatten. We chose a bend to $n = 3.5$ at 1.5 a.u. The comet reaches this place 60 days before perihelia.

The first section from $-\infty$ to 60 days before perihelia, $m_0 = -2.2$ and $n = 17.3$:

`+dddd+dddd+mmmmnnn`
`-9999-0060-022173`

We should have a look at this first section:

lc -k2019y4 -xGON05 -1 -M-4 -m20 -d150 -s-9999-0060-022173



Sieht gut aus.

Jetzt fügen wir den nächsten Abschnitt an, von -60 Tagen bis zum Perihel. m_0 für diesen Abschnitt kennen wird nicht, ich setze erst mal 5,0 ein. Der Aktivitätsparameter wird zu $n=3,5$ gesetzt. Der Abschnitt

-0060-0000+050035

wird jetzt an die `-s`-Option angefügt

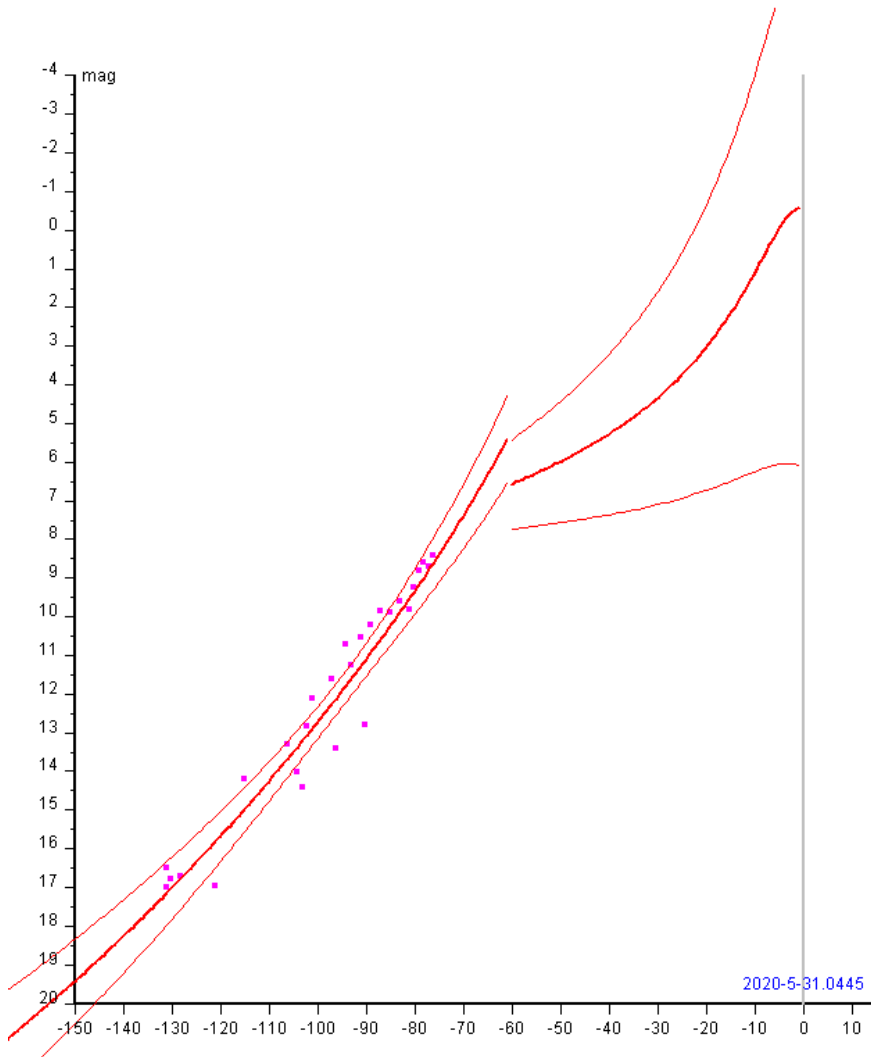
Looks fine.

Now we add the next section. We do not know m_0 for this and chose $m_0=5.0$ arbitrarily. We set $n=3.5$ and get the section

-0060-0000+050035

We add this to the `-s` option

lc -k2019y4 -xGON05 -1 -M-4 -m20 -d150 -s-9999-0060-022173-0060-0000+050035



Es ergibt sich ein Sprung von etwa 1 mag. Deshalb muss m_0 ein mag heller werden:

-0060-0000+050035

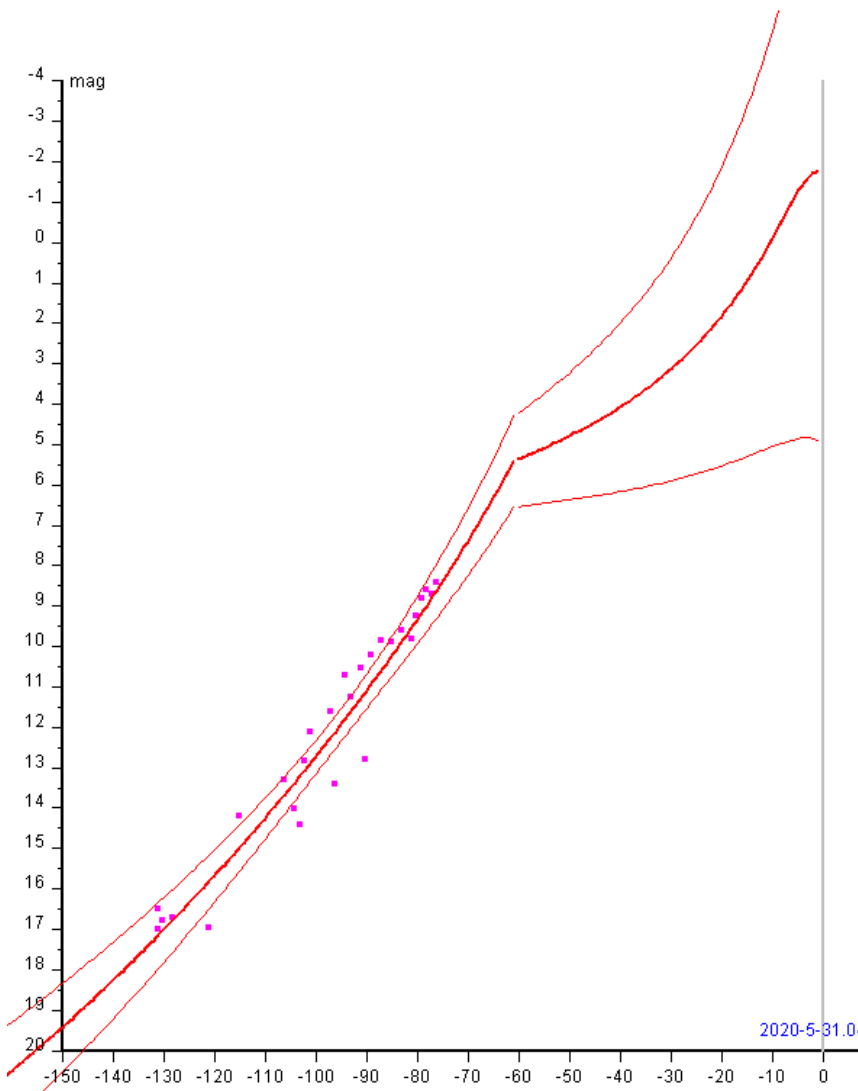
Die Grafik zeigt, dass dies ein Häppchen zu wenig war - 3,8 mag ist richtig:

We see a unwanted gap between the curves of around one mag. The means the real m_0 has to be set to a lower (brighter) value:

-0060-0000+050035

If we look at the graph, there is still a tiny gap. Finally we have $m_0=3.8$ for this section:

lc -k2019y4 -xGON05 -1 -M-4 -m20 -d150 -s-9999-0060-022173-0060-0000+038035



Auf dieselbe Weise können weitere Abschnitte eingefügt werden.

Man kann die Abschnitte durch Farben hervorheben
Hierzu ist ein anderes Zeichen für das dddd-Vorzeichen anzugeben, und zwar ~ statt minus und * statt plus.
Einfach mal probieren!

lc -k2019y4 -xGON05 -1 -M-4 -m20 -d150 -s-9999-0060-022173~0060-0000+038035

~

Using the same procedure, we may add more sections.

It is possible to accentuate the sections with different colors. To switch to the next color, use a different type of sign for dddd: * instead of plus and ~ instead of minus.
Try out:

|