

Forschungsbedarfe zum Phänomen Supernovae

=====

Autor: R. Uebbing

(astronom. interessierter Laie, Dortmund, 17. Dez. 2008)

Thema: Eine Betrachtung zur Häufigkeit von Supernovae /  
Versuch einer statistischen Analyse

hier: Fragen zu der Häufigkeit von Supernovae,  
insbesondere in der Galaxie NGC 6946

1. Einleitung

-----

Die Auffälligkeiten bei beobachteten Häufungen von Supernovae sind grundsätzlicher Anlaß für die hier vorgenommene Untersuchung.

1.1 U.U. mitberührte Themen

-----

Weitere Fragen

- zu dem Riesenstern Eta Carinae (Explosionsgeschehen) [2] und
- zu Äusserungen über Unterschiede in den Helligkeiten des Supernovae-Typs Ia [3] mögen mitbetroffen sein.

Wie nachzulesen ist, gibt es um die Vorstadien zu Supernovae (SN) noch Forschungsbedarf, der sich anhand von Beobachtungen am Riesenstern Eta Carinae angezeigt hat. Dieser Stern hat offenbar in einer gewaltigen, vorhergehenden Explosion Unmengen an fortgeschleuderten Gasmassen erzeugt. Der Stern Eta Carinae, ebenso wie der Stern Beteigeuze, werden oft als Supernova-Kandidaten bezeichnet.

Ferner haben sich Helligkeitsunterschiede bei dem als Entfernungsstandard verwendeten Supernovae-Typ Ia gezeigt; der SN-Typ Ia ist bereits schon sehr ausführlich für kosmologische Untersuchungen verwendet worden. Im Febr. 2007 gab es eine physikalische Erklärung (Nickelanteile), im Sept. 2007 wurden noch experimentielle kernphysikalische Forschungen durchgeführt, die Helligkeitsdifferenzen aufklären sollen [3].

1.2. Anlass der Untersuchung

-----

Ein Rätsel zeigt sich in der Berichterstattung zu der o.g. Galaxie NGC 6946, was die dort sehr auffällige Häufung von SN-Beobachtungen betrifft.

Mit Auffälligkeiten bei Häufungen des Supernovae-Phänomens soll sich die hier vorgelegte, statistische Betrachtung befassen.

Dazu habe ich eine kleine Auswertung eines Kataloges (SN-Liste) [1] mit einer Supernovae-Tabelle durchgeführt, Quellenangaben sh. bitte u.

Nach Einschätzungen, die bereits in vorliegenden Wissenschaftsmeldungen bekannt gegeben wurden, ergibt sich für die Galaxie NGC 6946 ein eigener Klärungsbedarf, da bislang im Falle dieser Galaxies besonders viele SN-Erscheinungen - von 1917 bis 2008, insges. neun SN - beobachtet worden sind.

2. Benutzte Datengrundlage

-----

Der von mir benutzte SN-Katalog [1] enthält weniger als 5000 beobachtete SN-Erscheinungen, davon mehrere, die zunächst irrtümlich in den Katalog [1] eingeflossen waren (Dazu dort angegebene Stichworte: Vordergrundstern, Planetoid, Doppelkatalogisierungen,...), d.h. also Katalogeintragungen, die zunächst nicht weiter für Auswertungen von Bedeutung sind.

In den ca. 4800 katalogisierten SN sind auch zudem ca. 2700 SN-Beobachtungen enthalten, die in Galaxien erfolgt sind, deren Katalogisierungsbezeichnungen im SN-Katalog [1] nicht angegeben werden.

Bei insges. bis zu 125 Milliarden abgeschätzten Galaxien (publizierte Zahlenangabe - nach einer Hubble-Untersuchung im Jahr 1998, sh. [4] - bleiben in den Fällen der im SN-Katalog [1] unbenamten Galaxien allein die Koordinatenangaben der katalogisierten SN für die Zwecke der hier vorgelegten Betrachtung übrig, wobei diese Koordinaten jedoch nicht die verlässliche Information hergeben können, ob eine (unbenamte) Galaxie ein zweites Mal von einer SN-Erscheinung betroffen ist. Diese etwa 60 % ausmachenden aller im SN-Katalog gelisteten SN-Fälle mußten daher von der statistischen Betrachtung ausgenommen werden.

Somit blieben für die Untersuchung die bestimmten Galaxienbezeichnungen zugeordneten SN-Erscheinungen zwischen den Jahren 1885 und 2008 übrig, zu denen ich 2017 Katalogzeilen zähle - wobei noch 4 zusätzliche Eintragungen zu historischen SN-Beobachtungen in der Milchstraße nicht weiter berücksichtigt wurden (SN in den Jahren 1006, 1054, 1572, 1604).

Diese 2017 Supernovae wurden in insgesamt 1762 benamten Galaxien beobachtet, welche also mit einer Galaxienkatalogbezeichnung mindestens jeweils einmal in der Liste [1] der Supernovae aufgeführt sind. Von den 1762 Galaxien waren 1571 einmalig, weitere 191 Galaxien mehrfach von SN betroffen.

Von den 2017 zugeordneten SN-Eintragungen verteilen sich 446 auf doppelt oder mehrfach betroffene Galaxien, d.h. also, es gibt 446 SN-Fälle, in denen Galaxien mehr als einmal von SN-Erscheinungen betroffen sind - so als Rekordhalter die o.g. Galaxie NGC 6946 mit insges. 9 Eintragungen.

### 3. Untersuchungstrategie / Monte-Carlo-Methode

Nun kann versucht werden, die Daten aus den 2017 Eintragungen über Supernovae einem statistischen Test zu unterziehen, der Auskunft darüber gibt, ob systematische Abweichungen von einer Zufallsverteilung (Nullhypothese, Normalverteilung) vorliegen können. Hierfür gibt es das sog. Monte-Carlo-Verfahren (MC-V.), welches vielfältig anwendbar ist, so z.B. in der Kernphysik, wo es auch dazu benutzt wird, Experimentiererergebnisse vorweg zu simulieren und Beurteilungshilfen zu entwickeln.

Im vorliegenden Fall muß das MC-Verfahren so parametrisiert werden, dass insges. 2017 fiktive, beobachtete SN-Ereignisse auf 1571 genau einfach betroffene (Modell-)Galaxien entfallen und dabei 446 SN-Ereignisse in (Modell-)Galaxien eintreten, die mehr als einmal von einem SN-Ereignis betroffen sind. Dabei muß für jedes fiktive SN-Ereignis jede (Modell-)Galaxie aus einer Grundgesamtheit von Galaxien gleichwahrscheinlich betroffen sein.

#### 3.1. Modellbestimmenden Grundannahmen

Angesichts der relativ großen Datenmenge wurden vereinfachende Annahmen getroffen, d.h. diese sind hier zusammenfassend aufzuführen; zu beschreiben ist also, dass die vorgenommene Modellierungen (des MC-Verfahrens) auf folgende modellbestimmende Grundannahmen beruhen:

- a) Jede fiktive Galaxie aus einer größeren fiktiven Grundgesamtheit von 8073 Galaxien habe die gleiche SN-Erzeugungsrate.
- b) Für jeden Simulationsgang der Katalogeintragungen werden 2017 fiktive SN-Ereignisse generiert.
- c) Je Simulationsgang werden ca. 1571 Modellgalaxien aus der Grundgesamtheit von 8073 Galaxien genau einmal von simulierten

SN-Ereignissen betroffen sein.

d) Wie im Katalog [1] werden je Simulationsgang ca. 446 SN-Ereignisse auf von SN mehrfach betroffenen Galaxien verteilt, und zwar unter Einhaltung der Bedingung, die unter a) genannt ist. Die vorausgesetzte Zufälligkeit sorgt wie von selbst dafür, dass einigen Modellgalaxien nicht einfach, sondern gleich doppelt oder mehrfach künstliche SN-Ereignissen je Simulationsgang zugeordnet werden.

### 3.2 Vorausgesetzte astronomische Sachverhalte

-----  
Dieses Vorgehen setzt folgende in der Realität nur eingeschränkt vorhandene Sachverhalte voraus:

a) Im Beobachtungszeitraum (1885 - 2008) wären die vorgenommenen Beobachtungen homogen, d.h. heißt also z.B. die Beobachtungen wären mit den gleichen Hilfsmitteln erfolgt und gleich über den Himmel verteilt worden. Wenn im Kosmos Homogenität und Isotropie bei der Galaxienverteilung herrschte, müssten diese beiden Bedingungen ggf. Abweichungen von der Nullhypothese erzeugen - dies z.B. infolge der Besonderheiten des Lokalen Galaxienhaufens, da der Lokale Galaxienhaufen ab 1885 zunächst am intensivsten beobachtet wurde (anfänglich große scheinbare SN-Helligkeiten erforderlich, weil ab 1885 zunächst nur kleine Teleskope oder nur gering lichtempfindliche Sensoren vorhanden waren.).

b) Bei den astronom. und historischen SN-Suchen (Beobachtungskampagnen) werden keine bestimmten Galaxien bevorzugt.

c) Die Galaxien wären gleich, d.h. gleich groß, gleich alt, gleich zusammengesetzt und haben daher dieselbe SN-Erzeugungsrate.

d) Jedes SN-Ereignis ist unabhängig von den anderen SN-Ereignissen.

e) ...

(Diese Liste unter 3.2 müsste ggf. noch erweitert werden.)

### 3.3 Weitere Erläuterungen zur Modellierung,

-----  
zu den Anpassungen dieser Anwendung der MC-Methode:

Wie gesagt, besteht die fiktive Grundgesamtheit der Galaxien im Rechenmodell aus 8073 Modellgalaxien. In dieser Anzahl drücken sich die Nebenbedingungen, die unter 3.1 und insbesondere unter 3.2 genannt sind, zusammenfassend aus. Auch eine durchschnittliche SN-Erzeugungsrate fließt in die Festlegung dieser Anzahl (8073) ein, ohne dass hierzu formelmäßige Ableitungen vorzunehmen wären - dies ist zugleich ein Beispiel, welches die praktische Unabhängigkeit des Monte-Carlo-Verfahrens von theoretischen Vorgaben verdeutlicht. Bei den hier noch recht einfachen, logischen Verhältnissen mag eine Analyse unter Anwendung der Bernoullischen Prinzipien auf rein theoretischem Weg zu einem gleichen Ergebnis führen können.

Umfangreichere vorhergehende statistische Simulationen (Probeläufe dieser MC-Methode im Rechner) und eine Unbekanntbestimmung führten bei der Modellierung zu der Anzahl 8073. Grob anders bemessene Grundgesamtheiten geben nicht das Verhältnis der einfach vorkommenden (1571 SN) zu den in Galaxien wiederholt vorkommenden SN-Erscheinungen (446 SN) wieder. (Zum Vergleich: Der Revised NGC-Katalog [5], ein Galaxienkatalog aus 1973, enthält 8163 Zeilen. Diese Übereinstimmung ist zufällig, gibt aber zugleich einen Eindruck über die durchschnittliche Beobachtungsschärfe seit 1885 wieder, wenn berücksichtigt wird, dass SN oft nahezu so hell werden wie Galaxen selbst.)

Mit diesen Modellfestlegungen wurden anschließend 10 x 1000 mal die 2017 SN-Erscheinungen simuliert - mithin wurde der Zufallszahlengenerator 20.170.000 mal aufgerufen. Bei z.B. 1000 Simulationen (d.h. 2.017.000 Einzelwerten) ergibt sich als Bereich für die Anzahl der mit genau einer SN betroffenen Galaxien ein Intervall von 1502 bis 1647 mit einem Mittelwert von ca. 1571 und einer Standardabweichung des Einzelwertes von +/- 23,7;

diese Angaben beinhalten indirekt Informationen über die Qualität des benutzten Zufallszahlengenerators. Eine Reproduktion der erzeugten Zufallsereignisse ist nicht möglich; jede Simulation generierte einmalige, nicht wiederholbar Zufallsereignisse. Die generierten Zufallsergebnisse wurden in Dateien auf digitalen Datenträger abgespeichert; sie sind also auch im Nachhinein noch überprüfbar.)

Da hier zahlreiche Einflußgrößen und Effekte zu dem SN-Katalogbild [1] geführt haben und auch eine große Anzahl von Einzelereignissen vorliegt, wird zunächst vereinfachend von einer normalverteilten Grundgesamtheit der SN-Ereignisse ausgegangen (Gesetz der großen Zahl). (Wie beim Würfelspiel erwächst nach ausreichend vielen Einzelereignissen ein approximiert, normalverteiltes Schaubild der Häufigkeiten, die sich nach den Bernoulli'schen Regeln einstellen - von dieser naiven Grundannahme wird ausgegangen, jedoch in der Erwartung, dass sie auf Basis von speziellen Einzeleffekten nicht durchzuhalten ist, d.h. eine Widerlegung der Nullhypothese ist schon grundsätzlich vorweg zu erwarten - in welcher Intensität diese Widerlegung vorliegt, sh. u.).

#### 4. Ergebnisse der Katalog-SN-Simulation

Nach Durchführung der rechnerischen Simulation ergeben sich folgende vergleichende, tabellarische Darstellungen:

##### 4.1 Tabellarischer Vergleich - Übersicht Nr. 1

Die beobachtete und zufallsbedingte SN-Verteilung

SN-Häufigkeit pro Galaxie	Katalog- Angaben (nach Auswertung), d.h. beob., betroffene Galaxienanzahl ("Istwert")	gem. Modell nach der Monte-Carlo-Methode (ein theoretischer Sollzustand bzw. Nullhypothese / "Erwartungswert" bei Gleichverteilung)	Differenz (Erwartungswert minus Istwert)
(A)	(B)	(C)	(D)
1-mal	1571	1571,3	(Abweichung zu 1571 = Modellunschärfe)
2-mal	151	196,1	+ 45,1
3-mal	26	16,4	- 9,6
4-mal	9	1,02	- 7,98
5-mal	3	0,058	- 2,94
6-mal	1	0,003	- 0,997
7-mal	0	ca. 0,0001	+ 0,0001
8-mal	0	./., nahe 0	0
9-mal	1	./., nahe 0	- 1
	----- Summe: 1762 betroffene Galaxien mit 446 SN in mehrfach betroffenen, beobachteten Galaxien	----- 1785 (ca.) betroffene Modellgalaxien mit ca. 446 SN in mehrfach betref. Modellgalaxien	

Die erste Datenzeile aus der Tabelle, beginnend mit "1 mal", ist bestimmender Modellparameter und kann daher nicht für die statistische Signifikanzbeurteilung herangezogen werden, d.h. für die Signifikanzanalyse bleiben zunächst die übrigen 8 Datenzeilen übrig. Der Freiheitsgrad bemisst sich somit zunächst auf 7.

Die Modellunschärfe (bezüglich der Differenz von 1571,3 und 1571)

wird grundsätzlich durch die Zufälligkeit, durch die begrenzte Anzahl der Einzelsimulationen als auch durch eine Ungenauigkeit eines der beiden Modellparameter, durch einen geringfügigen Fehler in der Größe der fiktiven Grundgesamtheit (8073 = verwendete Anzahl der Modellgalaxien), verursacht.

Desweiteren ist eine Entscheidung zu treffen, ob die SN-Erscheinungen mit dem gleichen Merkmal der Zugehörigkeit zu einer Häufungsgruppe (z.B. N=4) oder aber die Galaxien mit diesem Merkmal in den Chi-Quadrat-Test eingehen sollen. Legt man die SN-Erscheinungen zugrunde, ergeben sich besonders extreme Werte für die Prüfgrößen; deswegen wird hier lediglich die Auffälligkeit der Galaxieneigenschaft getestet. D.h. die Spalte D in der Übersicht Nr. 1 wird für die Berechnung der Chi-Quadrat-Prüfgröße herangezogen. Die Spalte (E) in der Übersicht Nr. 2 soll nur eine zusätzliche Information erlauben (beobachtete SN-Anzahl). Da einige Zeilen für den Test wegen zu geringer Besetzung aus der Signifikanzprüfung letztendlich herauszunehmen sind, ist die Summe der beobachteten bzw. erwarteten Häufigkeiten - abzuleiten aus den verwendeten Zeilen - nicht identisch, wenn man also die Summen der SN-Anzahlen (beobachtet / erwartet) miteinander vergleicht; die Summe der Galaxien ist eh nicht identisch, da das MC-Verfahren, wie modelliert, auf dieses Merkmal nicht weiter abgestimmt wurde. Es wird hier darauf verzichtet, diese verfahrensimmanente Abweichung weiter zu diskutieren.

#### 4.2 Tabellarische Übersicht Nr. 2

Darstellung der Chi-Quadrat-Werte zur Verteilung der betroffenen Galaxien (Häufigkeiten)

(Errechnung der Prüfgröße: Abweichung zwischen dem Erwartungswert und dem Istwert quadriert und dividiert durch den Erwartungswert mit anschließender Summierung.)

SN-Häufigkeit pro Galaxie	SN- Anzahl (beobachtet)	Statistische Prüfgröße Chi-Quadrat (betroffene bzw. erwartete Zahl der Galaxien wie in Spalte D aus Übersicht Nr. 1 zugrunde gelegt) / Summanden
(A)	(E)	(F)

in 1-fach vorkommenden  
Galaxien:

1-mal	1571
	====
Sum.:	1571

(Anmerkung:  
Wert theoretisch Null, da  
bestimmender Modellparameter)

in mehrfach vorkommenden  
Galaxien:

2-mal	302	10,4
3-mal	78	5,6
4-mal	36	62,4
		----
	Sum.:	78,4 (Freiheitsgrad: 2)
		----
		= P r ü f g r ö ß e

nicht weiter für den konkreten Signifikanztest benutzt:

5-mal	15	(sehr hoch)
6-mal	6	(extrem hoch)

7-mal	0	
8-mal	0	
9-mal	9	(extremst hoch)
	===	
Sum.:	446	
(in der Summe 446 SN =		
bestimmender Modellparameter)		

#### Anmerkung:

Die hier herangezogene Chi-Quadrat-Methode stellt in der Statistik ein oft genutztes Instrument zur Beurteilung der Frage dar, ob die gegebenen Beobachtungen mit dem Wirken von Zufälligkeiten erklärt werden können.

#### 4.3 Einschränkungen bei der statistischen Signifikanzbeurteilung

Die tabel. Übersicht Nr. 1 unter 4.1 zeigt, dass (auf Grund der nur begrenzt zur Verfügung stehenden Rechenkapazität im Monte-Carlo-Modell) die Häufigkeiten "8-mal" bis "9-mal" im Rechenmodell nicht reproduziert werden konnten!

Zur statistischen Signifikanzbeurteilung müssen daher in einem weiteren Schritt die Ergebnisse zu den Häufigkeiten "2-mal" bis "7-mal" herangezogen werden.

(Nebenbei unterstreicht dies die Ausnahmesituation der Galaxie NGC 6946.)

Weil die Fälle "5-mal" bis "9-mal" aus dem SN-Katalog jedoch nur sehr schwach (z.B. "5-mal":mit 3 Galaxien) besetzt sind, werden auch die Fälle "5-mal" und "6-mal" von der weiteren statistischen Beurteilung ausgenommen.

(Mit speziellen statistischen Tests, evtl. mit Student-t oder mit anderen Verteilungen, könnten ggf. auch die äußerst schwach besetzten Zeilen für eine bezifferte Signifikanzbeurteilung verwendet werden.)

Somit bleiben hier die Zeilen mit den Häufigkeiten "2-mal" bis "4-mal" übrig, um einen Signifikanztest vorzunehmen. Den Freiheitsgrad möchte ich mit 2 festsetzen, nicht mit 3, da die wirksame Nebenbedingung (hier das zweite Modellierungsmerkmal - Einhaltung der Anzahl von 446 wiederholten, einzelnen SN ) mitzuberücksichtigten ist.

#### 4.4 Die statistische Signifikanzbeurteilung

Wenn man den Freiheitsgrad mit 2 festlegt, so beträgt der Chi-Quadrat-Wert, mithin die Prüfgröße: 78,4

- mit eklatanter Signifikanz:

95% - Niveau: 5,99

99,9%- Niveau: 13,82

99,9999%-Niveau: 28,23

Die Chi-Quadrat-Tabelle (Stochaistik-Lehrbuch [6], [6a]) zeigt für ein Signifikanzniveau von 99,9 % den Wert 13,82. Mit dem Prüfwert 78,4 ist hier demonstriert, dass mit weit mehr Wahrscheinlichkeit als 99,9 % besondere Umstände vorliegen oder systematische Prozesse im Gang sind, die die Abweichungen zu einer ausschließlich zufallsbedingten Situation hervorrufen.

(Anmerkung: Eine rein numerische Nachrechnung des Prüfwertes 78,4 ergibt eine Wahrscheinlichkeit von weitaus weniger als 1/100 Milliardstel für den Fall, dass eine Zufälligkeit vorläge! Diese Anmerkung hier hat allein den Sinn, ein Interesse daran zu wecken, ob und wie mit verfeinerten statistischen Methoden auch Signifikanztests bei den schwach besetzten Datenzeilen möglich sein sollten, und gehört nicht zur eigentlichen Signifikanzbeurteilung.)

Dabei wird die systematische Abweichung fast ausschließlich nur durch den besonders hohen Wert bei der Häufigkeit "4 mal" - im Sinne des Chi-Quadrat-Tests - herbeigeführt, wie der Vergleich zwischen ermittelter Zufallszahl und Katalogangaben in der Zeile mit der

"4-mal"-Häufigkeit ergibt, abzulesen in den Übersichten (unter 4.1 u. 4.2).

Auch wird die allgemeine gebräuchliche Regel beim Gebrauch des Chi-Quadrat-Tests eingehalten, dass mehr als 5 Fälle vorzuliegen haben (hier 9 beobachtete SN mit dem Vorkommen von "4-mal"; bei der Simulation für die Bestimmung des Erwartungswertes wesentlich mehr als 5 einzelne Werte - infolge der 10.000-mal durchgeführten Simulationsdurchgänge).

Die Auffälligkeit scheint zunächst in der Tat als rechnerisch sehr groß. Angesichts der Größen- und Entwicklungsunterschiede der Galaxien und der Inhomogenitäten des historischen, astronom. Beobachtungsverlaufes (seit 1885 bis heute) wird die Auffälligkeit durch eine Verfeinerung des Rechenmodelles verringert werden können; dennoch ist sie - zunächst einmal unter den genannten Bedingungen - hier festzustellen.

#### 4.4.1 Im hier vorgelegten MC-Modell unberücksichtigte Effekte

Die Beobachtungsselektion bzw. die ungewollten, aber real vorhandenen Auswahleffekte in der tatsächlichen astronomischen Beobachtungspraxis, z.B. bedingt durch die Historie der Instrumentarienentwicklung, desweiteren die Unterschiede in den Galaxien - in Alter, Größe, Zusammensetzung ff - müßten in eine detailliertere Modellierung der MC-Methode einfließen, um einen präziseren Signifikanztest vorzunehmen.

#### 4.4.2 Erklärungsmöglichkeit der Unterschiede bei doppelten SN-Erscheinungen

Wie ist zu verstehen, dass das MC-Modell ca. 23 zusätzliche Modellgalaxien bei den betroffenen Galaxien überhaupt mehr produziert, also anstatt der 1762 realiter, der tatsächlich zu zählenden Galaxien, stattdessen im Rechenmodell mithin ca. 1785 SN-betroffene Modellgalaxien erzeugt? Hier drückt sich mit einiger Sicherheit aus, dass die unterschiedliche Größe der Galaxien in natura auch zu unterschiedlich hohen SN-Erzeugungsraten führt.

Da es sehr große Galaxien gibt, konzentriert sich das beobachtbare SN-Geschehen auf weniger Galaxien, als wenn alle Galaxien gleich groß wären. Auch mag es, astronomisch gesehen, Zeitabschnitte in der Galaxienentwicklung geben, wo besonders hohe SN-Häufigkeiten naturgegeben sind.

Beschränkt man sich auf die beiden Häufigkeiten ("2-mal" und "3-mal"), so zeigten die tabellarischen Übersichten Nr. 1 und Nr. 2 folgendes Teilergebnis:

"2-mal": 45,1 = Abw. d. Galaxienanzahl => 10,4 (= Chi-Quadrat-Summand)  
 "3-mal": -9,6 = Abw. d. Galaxienanzahl => 5,6 (= Chi-Quadrat-Summand).

Somit erhält man bei einem Freiheitsgrad 1 den Prüfwert 16,0. Auch dieser Wert ist auf dem Signifikanzniveau 99,9 % bei einem Vergleichsprüfwert von 10,83 signifikant und ließe sich ggf. noch gut mit der unvollständigen Modellierung der MC-Methode in Einklang bringen (wie oben beschrieben: fehlende Galaxiengröße). - Bei der Berücksichtigung der Häufigkeit "4-mal" driftet das testbare Signifikanzniveau extrem ab.

#### 4.4.3 Bemerkung zu den Extremfällen ab der Häufigkeit N=5

Betrachtet man die tabellarische Übersicht 4.2, sind augenscheinlich die noch selteneren Fälle stark auffällig, wo Galaxien 5-malig, 6- oder 9-malig nachgewiesene, d.h. registrierte SN-Häufigkeiten seit 1885 aufzuzeigen haben.

Die Vorhersage mag statthaft sein, dass eine umfassendere statistische Analyse hier erst recht Abweichungen von der Nullhypothese bestätigt.

Unter Einbeziehung der zwar wenig vorkommenden SN-Häufigkeiten ("5-mal", "6-mal" und "9-mal") scheint die Auffälligkeit genau in diesen Fällen eher dramatisch zuzunehmen, und zwar je höher die SN-Häufigkeit gewählt wird, auch wenn die nominale Besetzung der Datenzeilen dabei schwächer wird.

Die realen Abweichung nach unten - bei der SN-Häufigkeit "2-mal" (196 = Zufälligkeitwert) mit tatsächlich gezählten 151 Galaxien (= beobachtete Galaxien mit genau 2 SN) - und zugleich die Abweichung nach oben bei den tatsächlich gg. der Nullhypothese stärker vorkommenden Häufigkeiten, also in den Fällen höher als "2-mal", erscheinen als sehr beachtenswert. Diese Abweichungen scheinen eine systematische Ursache plausibilisieren zu können - auch angesichts der hier nicht untersuchten Auswirkungen unterschiedlicher Galaxiengröße und der Galaxienentwicklung.

Betrachtet man die beiden extremen Einzelfälle für die Häufigkeit N=6 und N=9 für sich alleine, so ist hier nochmals darauf aufmerksam zu machen, dass zu den Fällen N=8 und N=9 die Monte-Carlo-Methode auf Basis von 10.000 Simulationsgängen keinen einzigen Vergleichswert hat produzieren können. (Für N=7 wurde lediglich nur genau ein einziger fiktiver SN-Fall vom Zufallszahlengenerator erzeugt.)

Ein Vergleichswert und eine abzuleitende Prüfgröße ließe sich im Falle von N=5 und N=6 nur aufgrund von wenigen produzierten Zufallsereignissen grundsätzlich zwar angeben. Auch lässt sich für den Freiheitsgrad 1 aus der Chi-Quadrat-Tabelle ein Wert von 10,83 (bei einem Signifikanzniveau von 99,9%) angeben, der von dem (wenn auch dürftigen) realen Vergleichswert - rein rechnerisch - haushoch getoppt würde. Die Vorhersage, dass bei ausgedehnteren Katalogrecherchen und Simulationsläufen sich diese Beurteilung bestätigt, scheint jedoch weiter untersuchungswürdig zu sein.

#### 4.4.4 Gesamtbeurteilung

Unter Berücksichtigung der Aussagen aus 4.1 bis 4.4.3 wird der Gedanke nahegelegt, dass eine bislang unbekannte astrophysikalische Besonderheit im SN-Geschehen nicht ausgeschlossen werden kann.

Oder schwächer formuliert:

Nach der hier vorgenommenen Ergebnisbewertung dieser vorläufigen, statistischen Betrachtung können zumindestens grundlegende systematische Unterschiede in einigen Galaxien als Ursache für unterschiedliche Häufigkeit von Supernovae nicht sicher ausgeschlossen werden, eher erscheinen sie als wahrscheinlich.

Für eine präzisere Beurteilung bedarf es jedoch einer ausgefeilteren statistischen Untersuchung als sie die hier naiv durchgeführte Anwendung der MC-Methode darstellt.

Ob für die Erklärung der Abweichungen in den Häufigkeiten die oben genannten Galaxienmerkmalen (wie die Galaxiengröße z.B., sh. 3.2, dort c)) allein ausreichend sind, wird letztendlich die weitere astronomische Forschung beantworten können. - Eine diesbzgl. astronomische Facharbeit wird möglicherweise bereits existieren; sie ist dem Autor der hier vorgelegten Betrachtung leider nicht untergekommen.

Ganz besonders interessant wären bisher unbekannt Mechanismen, die Supernovae begünstigen könnten. Auch eine Verbindung zwischen Sternentstehung, Supernovae und Schwarzen Löchern mag evtl. dadurch, - durch neue astrophysikalische Erkenntnisse - künftig besser verstanden werden können. - Jedenfalls wurden erst kürzlich in einer Wissenschaftsmeldung die Themenbereiche Sternentstehungsprozess und Schwarze Löcher miteinander in Verbindung gebracht [7].

Anmerkung:

-----

Die vor Jahrzehnten vorgebrachte Idee, SN-Explosionen in Form von Kettenreaktionen anzunehmen, um die immensen Energien aus Quasaren zu erklären, hatte sich schon lange als irrig erwiesen [8]. Nichtsdestotrotz scheinen konzentrierte Folgen von SN-Explosionen innerhalb einer Jahrhundertes und innerhalb einer Galaxie durchaus möglich zu sein.

## 5. Schlußfolgerung:

=====

Die hier vorgenommene statistische Betrachtung leitet vornehmlich aus der Häufung  $N=4$  eine statistisch begründete Auffälligkeit ab, die ggf. nicht unbedingt ausschließlich allein mit den naturgegebenen Entwicklungsstadien, den Größen der Galaxien und den Auswahleffekten bei Beobachtungen zu erklären ist.

Nicht nur die Galaxie NGC 6946 (mit  $N=9$ ), sondern auch die Galaxie NGC 5236 (mit  $N=6$ , 6 SN-Ereignisse von 1923 bis 1983) sowie die Galaxien NGC 2276, NGC 4303 und NGC 4321 ( $N=5$ ) erscheinen hier ganz besonders untersuchungsbedürftig. Sollten besondere, gemeinsame Merkmale in diesen Galaxien sich bestätigen, wären diese gemeinsamen Eigenschaften der genannten Galaxien Ansatzpunkte für neue Überlegungen. Eine Revision der 30 dort einzeln beobachteten SN mag ebenfalls hilfreich sein.

Die hier dargestellte, kleine statistische Betrachtung - basierend auf der Monte-Carlo-Methode - legt nochmals nahe, dass mit der Galaxie NGC 6946 höchstwahrscheinlich eine astrophysikalisch interessante Ausnahmesituation vorgefunden wurde. Im Falle der Supernovae werden in den Berichten u.a. als Besonderheiten genannt: "Squeezanova" (Einwirkung eines schwarzen Loches bei Weissen Zwergen, ein neuer Supernovotyp), die Kollision von Galaxien oder die Kollision von Galaxienbereichen, SL-Jetanfütterung eines Weissen Zwerges - andere Ursachen mögen denkbar sein.

Wenn die Ursache der besonderen SN-Häufigkeit geklärt werden soll, also wenn endgültig ausgeschlossen werden soll, dass nur eine reine Zufälligkeit Ursache der hohen SN-Häufigkeit ist, ist Forschungsbedarf anzumelden.

Festzuhalten bleibt, das Phänomen Supernovae, u.a. als Entstehungsorte stellarer Schwarzer Löcher und von Neutronensternen, ist wissenschaftlich nicht abschließend geklärt.

### 5.1 Nachwort

-----

Für den Nachweis z.B. eines Modellfehlers oder anderer Fehlerhaftigkeiten der hier vorgetragenen Ideen ist der Autor dankbar; ein Anspruch auf strenge Wissenschaftlichkeit kann nicht erhoben werden. - Grundsätzlich wäre eine professionelle Weiterentwicklung der hier vorgelegten Untersuchung schon wünschenswert.

Dr. Dr. Helmut Swoboda, Knauers Buch der modernen Statistik, Sept. 1974, Droemersch Verlag, S. 293, [6a], schreibt:

"Die Statistik hilft, Ungewißheit zu verringern und Schätzungen realistisch zu handhaben - sie kann das Unwahrscheinliche vom Wahrscheinlichen trennen und diese Trennschärfe quantifizieren. Aber sie kann keine Gewißheiten aus dem Boden stampfen. Sie ist eine wertvolle, ja unentbehrliche Entscheidungshilfe, aber sie liefert keine fertigen Entscheidungen ins Haus." Anmerkung: Nach aufmerksamer Sichtung können in stellaren Katalogen überraschende Tatbestände noch zu Tage gefördert werden. - Swobodas Meinung sollte überhaupt mehr Beachtung finden.

Dortmund, den 17. Dez. 2008  
Autor: Rudolf Uebbing  
Stockumer Str. 231, D-44225 Dortmund,  
T. (049) 0177 6160199,  
email: rudolfuebbingdo@aol.com

P.S. Bezüge zum diskutierten LHC-Risiko:  
Die offizielle Rede davon, dass auch das kleinste Risiko  
zum LHC-Betrieb nicht akzeptiert werden kann (sh. ASK AN EXPERT,  
www.cern.de), wenn hingegen tatsächlich ein Restrisiko ("very small")  
andererseits von vielen Fachleuten nicht in Frage gestellt wird,  
macht besonders nachdenklich. Dann gehört zur Abarbeitung dieser  
Diskussion auch hinzu, dass das Unwahrscheinliche vom Wahrscheinlichen  
getrennt wird und diese Trennschärfe quantifiziert wird - um mit  
SWOBODA zu sprechen.

Diese Gelegenheit besteht genau einmal und darf daher nicht versäumt  
werden.

Dass viele Überraschungen nicht ausgeschlossen werden können, zeigt  
die enorme Zahl an unerforschten Himmelskörpern in unserer Milchstraße.

Meine Arbeit hier soll anregen, Wissenslücken grundsätzlich ausfindig  
zu machen und zu schließen.

.....

Quellenangaben:  
=====

- [1] "List of Supernovae  
This page gives details on all supernovae reported since 1885,  
as well as four earlier galactic supernovae. ..."  
sh.: <http://www.cfa.harvard.edu/iau/lists/Supernovae.html>  
IAU: Central Bureau for Astronomical Telegrams (CBAT)  
(downgeloadet mit dem Stand v. 28.10.2008)  
Anmerkung: Die in der Liste mit "anon." gekennzeichneten Galaxien haben  
in der Strasbourger CDS-Sammlung, im dortigen downloadbaren SN-Katalog,  
Katalogbezeichnungen, so dass die Untersuchung auf eine etwa doppelte  
Datenmenge ausgedehnt werden kann.
- [2] ETA CARINAE - Was geschah im Jahre 1843 ?  
<http://www.astronews.com/news/artikel/2008/09/0809-025.shtml>
- [3] Physiker simulieren Sternentod im Labor, Bericht v. 3. Sept. 2007  
<http://www.astronomie-heute.de/artikel/903760&z=798888>
- [4] "Hubble erspähte 45 Milliarden neue Galaxien"  
<http://www.space-odyssey.de/cgi-bin/snews/frame.cgi?/cgi-bin/snews/zeigen.cgi?1-99-6&snews>  
Meldung v. 13.01.98
- [5] Revised New General Catalogue of Nonstellar Astronomical Objects  
Sulentic J.W., Tifft W.G., Univ. of Arizona Press (1973)
- [6] STATISTIK, Band 2, Taro YAMANE, Fischer Taschenbuchverlag, März 1976
- [6a] Knaurs Buch der modernen Statistik, Dr. Dr. Helmut SWOBODA,  
Droemersch Verlag, Sept. 1974
- [7] "Hunderte Schwarze Löcher aufgespürt"  
<http://www.wissenschaft-online.de/artikel/910103&z=859070>  
spektrumdirekt, Meldung vom 29.10.2007
- [8] "Quasare: Hell wie tausend Galaxien", Bericht v. 22.12.2007  
[http://wissenschafts-news.blog.de/2007/12/22/quasare\\_hell\\_wie\\_](http://wissenschafts-news.blog.de/2007/12/22/quasare_hell_wie_)

tausend\_galaxien~3479149

Unreferenziert:

- [9] In folgender Quelle werden deSitter-Räume in  
Verbindung mit dem Phänomen Supernovae Typ Ia gebracht:  
[www.christianblohm.de/files/deSitter.pdf](http://www.christianblohm.de/files/deSitter.pdf)