

MODELLANWENDUNG ZUM GESETZ DER GROSSEN ZAHLEN*

*vormalig bezeichnet als: «Das Gesetz zur Gruppenbildung»

TEIL 9 – PHYSIKALISCHE + MATHEMATISCHE PLAUSIBILITÄTEN



siehe auch [TEIL 1](#); [TEIL 2](#); [TEIL 3](#); [TEIL 4](#); [TEIL 5A](#);
[TEIL 5B](#); [TEIL 5C](#) ; [TEIL 6](#); [TEIL 7](#) ; [TEIL 7A](#) ; [TEIL 8](#)

WORUM ES GEHT

Die vielfältigen Möglichkeiten, die sich für die «Modellanwendung zum Gesetz der grossen Zahlen» (GGZ) ergeben, sind in den bisherigen Beiträgen zum Thema vorgestellt und diskutiert worden (TEIL 1 bis TEIL 8 sowie punktuelle Einzelbeiträge).

Vorliegend geht es darum, das Verfahren (Nachweis der Zufälligkeit für die Abfolge eines Geschehens) daran zu messen, wie die Berechnungsergebnisse mit bestimmten physikalischen sowie mathematischen «Gewissheiten» übereinstimmen.

A) PHYSIKALISCHE PLAUSIBILITÄTEN

A1) Das Rauschen aus dem Lautsprecher

Der Vorgang ist hinlänglich bekannt: Findet man im Radio keinen Sender oder hat (hatte früher) das Fernsehen Sendepause, kommt bzw. kam lediglich ein gleichmässiges Rauschen aus dem Lautsprecher. Akustisch ist die Ursache völlig geklärt und gilt physikalisch als rein zufälliges Geschehen. Mittels der unentgeltlichen [APP phyphox](#) kann dieses «Weisse Rauschen» künstlich erzeugt, und die entstehenden Amplituden können (in ihrer Abfolge) aufgezeichnet werden. **BILD 1 ZU A1)** zeigt aus der Aufnahme von 501 erzeugten Amplituden die sich folgenden, 500 relativen Veränderungen (als logarithmische Renditen) für die Vergleichsrechnung.

Ist das Rauschen tatsächlich ein rein zufälliger Vorgang, muss nach der «Modellanwendung zum GGZ» ein sehr hoher (theoretisch 100%iger) PLAUSIBILITÄTSGRAD ausgewiesen werden – oder, hier eher umgekehrt: Der resultierende Plausibilitätsgrad vermittelt ein Mass darüber, wie zufällig das Rauschen von der erwähnten [APP](#) erzeugt worden ist. **BILD 2 ZU A1)** liefert das Ergebnis: Die «Zufälligkeit des Rauschens» lag bei diesem EINEN Versuch bei knapp 88%. Die rund 12% «Nicht – Zufälligkeit» können mit der Genauigkeit der APP sowie einem kleinen Anteil an «modellbedingter Ungenauigkeit» begründet werden. Im Gesamten liegt jedenfalls grosse Übereinstimmung vor, was zugleich die «physikalische Gewissheit» beim untersuchten Geschehen untermauert.

A2) Der singende Kochtopf

Auch dieser Vorgang ist vertraut: Füllt man einen Topf mit Wasser und wartet geduldig auf das Kochen der Flüssigkeit, so hört man ab einem bestimmten Zeitpunkt ein zunehmendes Säuseln aus dem Behälter. Auch dieser Vorgang ist physikalisch bekannt und hängt mit der Besonderheit der Gasbildung im Wasser als Folge zunehmender

Erhitzung (vor dem Siedepunkt) zusammen. Die Frage ist nun, ob die die Töne erzeugenden Gasbläschen aus reiner Zufälligkeit entstehen, oder ob sie quasi ein deterministisches Chaos darstellen. Bilden sie sich rein zufällig, muss auch hier nach der «Modellanwendung zum GGZ» ein sehr hoher PLAUSIBILITÄTSGRAD (für Zufälligkeit) resultieren.

Unter Verwendung der vorgenannten **APP** konnten die erzeugten Schalldruckpegel gemessen und digitalisiert werden. Nach deren Umrechnung auf sich folgende «logarithmische Renditen» – von welchen zunächst einmal eine rein zufällige Abfolge vermutet werden soll – stehen die «Lieferdaten» für eine Überprüfung nach der «Modellanwendung zum GGZ» bereit. **BILD 1 ZU A2)** zeigt die gemessene Abfolge der auf diese Weise modellierten, 500 Töne (Grafik von links nach rechts zu lesen).

Die rechnerische Vergleichsprüfung ergab daraus einen wiederum hohen PLAUSIBILITÄTSGRAD (für Zufälligkeit des Kochvorgangs) von ebenfalls rund 88% für diesen EINEN Versuch. Es ist somit davon auszugehen, dass der mit der Erhitzung einhergehende Vorgang keineswegs einem deterministischen Chaos folgt, sondern dass er der reinen Zufälligkeit sehr nahekommt. **BILD 2 ZU A2)** liefert dazu die detaillierten Zahlen.

A3) Die schwankende Nussschale

Ein drittes physikalisches Experiment soll die Frage klären, ob auf die sprichwörtlich «hilflose Nussschale» bei bewegtem Wasser rein zufällige Kräfte einwirken, oder ob das bewegte Wasser auf die Nussschale «deterministisches Chaos» ausübt.

Zur Klärung wurde ein weiteres Mal die vorgenannte **APP** verwendet. Diese registriert geringste Winkelverdrehungen gegenüber der Horizontalen hinsichtlich Links - / Rechtskippen wie auch in der Auf - / Abbewegung. Versieht man das Mobilgerät (Handy) mit einem fest verbundenen Schwimmkörper und setzt das Gerät in ein durch Zufluss bewegtes Wasserbecken, kann auch hier das auf die «Nussschale» einwirkende Geschehen digital erfasst werden.

Zu beachten: Zwar sind die Neigungen (zur Horizontalen) in der Abfolge voneinander abhängig (damit also «nicht- zufällig»), doch bezüglich ihrer sich unmittelbar folgenden Relativ- Veränderungen ist von reiner Zufälligkeit auszugehen – was sich ein weiteres Mal in einem hohen Plausibilitätsgrad ausdrücken muss.

BILD 1 ZU A3) und BILD 3 ZU A3) zeigen als Chart die je 122 logarithmischen Renditen für die rechnerische Überprüfung. Die sich einstellenden Ergebnisse sind in **BILD 2 ZU A3)** und **BILD 4 ZU A3)** dargestellt.

Erkenntnis: Aufgrund der hohen Plausibilitätsgrade von 97% resp. 88% «über beide Achsen», steht fest, dass die «Nussschale» im bewegten Wasser rein zufällig (und nicht nach einem deterministisch – chaotischen Kräftermuster) getrieben wird.

B) MATHEMATISCHE PLAUSIBILITÄTEN

B1) Exponentialfunktion $y = 2^n$

Es ist bekannt, dass sich aus der einfachen Exponentialgleichung $y = 2^n$ fortlaufend Zahlen bilden, deren Erstziffern in ihrer Häufigkeitsverteilung exakt der logarithmischen Kurve nach BENFORD entsprechen (von 1 bis 9 entsprechend 30.1% - 17.6% - 12.5% - 9.7% - 7.9% - 6.7% - 5.8% - 5.1% - 4.6%).

Bei dieser Übereinstimmung – über unendlich viele Erstziffern gesehen – drängt sich die Frage auf, ob neben der übereinstimmenden Häufigkeitsverteilung der Erstziffern (Makro – Ebene) auch die Mikro – Ebene (Cluster, Wiederholungsraten, Nachbarschaften) mit jener zur Benford – Verteilung zur Deckung kommt.

In **BILD 1 ZU B1)** ist die Makro – Ebene (Tabellenkopf) und die Mikro – Ebene für die Erstziffern zu einer BENFORD – Reihe aus ihrer vorausgesetzt zufälligen Datenabfolge dargestellt. Darunter in **BILD 2 ZU B1)** das «Stichprobenprofil», welches sich aus der REALEN Abfolge der Erstziffern für die Funktion $y = 2^n$ ergibt.

Aus Vergleichsrechnung kann gemäss **BILD 3 ZU B1)** ein (Gesamt -) Plausibilitätsgrad (d.h. eine Übereinstimmung) von $(1.12) * 26.04\%$, also von rund 29% festgestellt - wobei der Trend unter den einzelnen Erstziffern mit zunehmender Grösse ($1 < 2 < 3$ etc.) von rund 40% bis gegen 20% Übereinstimmung abnimmt. Was dabei den entscheidenden Mikro – Bereich anbelangt, so sind die Erstziffern zur Reihe $y = 2^n$ mit den Benford - Zahlen – trotz identischer Häufigkeiten (!) – bei weitem nicht deckungsgleich! Es kommt dies auch durch die unterschiedlichen «Verteilungsmuster der Abfolge» gemäss **BILD 4 UND BILD 5 ZU B1)** deutlich zum Ausdruck.

B2) Fibonacci – Reihe

Was unter B1) festgestellt wird, gilt auch für die Erstziffern einer sich entwickelnden Fibonacci – Reihe. In **BILD 1 ZU B2)** ist der PLAUSIBILITÄTSGRAD für 200 FIBONACCI – Erstziffern (entwickelt ab der Zahl 89) dargestellt, wenn diese mit den zufälligen Erstziffern der BENFORD – Reihe» (siehe BILD 1 ZU B1) verglichen werden. Die Übereinstimmung fällt mit $1.12 * 24.93\%$, also mit rund 28% nicht besser aus als im vorstehenden Beispiel. Auch hier erkennt man in **BILD 2 ZU B2)** schon rein optisch die «gegenüber BENFORD» und «gegenüber $y = 2^n$ » veränderte Zahlenstruktur aus der Abfolge der Erstziffern.

B3) Das deterministische Chaos von Collatz

Die Collatz – Reihe folgt der Bildungsregel:

Wähle eine Zahl (Z)! Ist diese = ungerade, so sei die nächste Zahl $(3Z + 1)$. Ist Z = gerade, so sei die Folgezahl $Z/2$; usw., usw. Bis heute konnte keine Gesetzmässigkeit bzw. Formel gefunden werden, mittels welcher sich die «Vermutung Collatz» beweisen oder widerlegen liesse.

Anmerkung: Collatz vermutet, dass jede Reihe ab beliebiger Erstzahl stets bei der Zahl 1 endet, ohne dass sich irgendwann vorher eine der generierten Zahlen wiederholen kann.

Collatz – Reihen gelten demzufolge als «deterministisch – chaotisch». Zum Ersten, weil sie einer klaren Bildungsregel folgen (deterministisch), und zum Zweiten, weil der Verlauf selbst unvorhersehbar (chaotisch) ist – bzw. nicht allgemeingültig formuliert werden kann.

Dass die Collatz – Reihen nicht dem Zufallsprinzip unterliegen, ist schon allein deshalb gegeben, weil sich zwar in der Anhäufung fast immer ca. 62.5% gerade, und nur ca. 37.5% ungerade Zahlen bilden – dabei aber unter den 37.5% ungeraden Zahlen niemals deren zwei sich unmittelbar folgen. Doch wie verhält es sich mit den geraden Zahlen, quasi «allein unter sich»?

Eine Antwort liefert auch hier die «Modellanwendung zum GGZ»:

Beispiel: Wählt man als Erstzahl $Z = 670617279$, so generiert man 986 Schritte bis zur Schlusszahl = 1. Auf die 987 Zahlen entfallen dabei 371 ungerade und 616 gerade Zahlen $\approx$ (37.5% zu 62.5%).

Unterzieht man diese Zahlenfolge der «Modellanwendung zum GGZ», ergibt sich laut **BILD 1 ZU B3)** und **BILD 2 ZU B3)** Folgendes:

Das Zahlenband 1 (ungerade Zahlen) weist laut **BILD 1 ZU B3)** einen PLAUSIBILITÄTSGRAD von 0% auf. Das rührt daher, dass hier mehr als doppelt sovielmal die betreffende Ziffer (in Paketen) auftritt, als sie nach dem Zufallsprinzip auftreten dürfte.

Der Grund ergibt sich aus dem Berechnungsmodell: Da sich der prozentuale Fehler aus $[\text{abs.}(\text{«IST»} / \text{«SOLL»} - 1)]$ bestimmt und logischerweise nicht mehr als 100% betragen kann (komplementär damit 0% Plausibilität), ergibt sich ab mindestens doppeltem «IST» gegenüber dem «SOLL» ein Plausibilitätsgrad von 0%. Dies ist hier an den genannten Stellen der Fall.

Das Zahlenband 2 (hier also die geraden Zahlen) erbringt für sich eine rechnerische «Zufälligkeit» von 20.42%. Wie zusätzlich aus dem «Stichprobenprofil» **BILD 3 ZU B3**) im Vergleich mit dem «logischen Referenzprofil» **BILD 1 ZU B3**) hervorgeht, ist auch für diese geraden Zahlen die «Zufälligkeit» derart tief, weil sich gegenüber der zufälligen Aufschlüsselung in jedem beliebigen Zahlenpaket ($m = 1$ bis $m = 10$) entweder deutlich zu viele oder deutlich zu wenige identische Ziffern einfinden.

FAZIT ÜBER ALLES

Zwischen den drei physikalischen Beispielen und den drei mathematischen Beispielen ist generell zu unterscheiden!

Ausgangspunkt bei den physikalischen Beispielen war stets ein realer Vorgang mit ermittelten Häufigkeitsanteilen der am Geschehen beteiligten «Variablen». Hier also die in «logarithmische Renditen» umgerechneten Schallpegel - resp. Kippwinkelunterschiede. Aus deren Häufigkeitsanteilen folgt das «LOGISCHE REFERENZPROFIL», unter der Voraussetzung, dass die Abfolge der «Variablen» rein zufällig erfolgt, → siehe dazu auch [ZUFALLSFORMEL](#).

Die Gegenüberstellung zum realen «Stichprobenprofil», welches die gemessene Abfolge des Geschehens wiedergibt, liefert mit der «Modellanwendung zum GGZ» die hier ausgewiesenen Plausibilitätsgrade (Grad der Zufälligkeit im Ablauf des Geschehens).

Bei allen drei Beispielen (des physikalischen Ablaufs) konnte daraus ein sehr hohes Mass an Zufälligkeit (im Gegensatz zu deterministisch – chaotischen Prozessen) ausgewiesen werden.

Ausgangspunkt bei den mathematischen Beispielen sind feststehende Gesetzmässigkeiten, denen für eine definierte (Zahlen -) Bandbreite je ein «WAHRES REFERENZPROFIL» unter der Vorgabe zugeordnet wurde, dass die Abfolge der Zahlen, welche sich zur fraglichen Zahlenreihe entwickeln, einander aus reiner Zufälligkeit folgen. Dementsprechend misst sich die reale Zahlenabfolge über das «wahre Referenzprofil» danach, wie nahe der reale Ablauf mit der theoretischen Zufälligkeit übereinstimmt.

Bei den zwei Beispielen « $y = 2n$ » und «FIBONACCI – Reihe» hat es sich gezeigt, dass (als Vorgabe) die Häufigkeitsverteilungen ihrer Erstziffern (Erstziffern 1 bis 9) zwar mit der Verteilung aus einer «zufälligen» BENFORD – Reihe übereinstimmen (was als mathematische Gesetzmässigkeit gilt) – dass aber in der Feinstruktur der Zahlenfolge trotzdem sehr grosse Unterschiede bestehen. Gleiche Häufigkeiten bedeuten hier noch lange nicht gleiche Zahlenstruktur!

Bei der COLLATZ – Reihe schliesslich, hat sich das Augenmerk auf die verschiedenen grossen Pakete (von $m = 1$ bis $m = 10$, mit jeweils identischer Erstziffer) aus den geraden Zahlen konzentriert. Es zeigt sich, dass als Folge der Bildungsvorgabe zur Collatz – Reihe auch diese geraden Zahlen einer ausgeprägt «deterministisch – chaotischen», und keinesfalls einer zufälligen Abfolge unterliegen.

Abschliessend mag man einwenden, dass die hier aufgeführten Ergebnisse auch ohne «Modellanwendung zum GGZ» vermutet werden könnten, oder dass sie gar schon als selbstverständlich erscheinen. Doch mit dem gezeigten Verfahren können vermeintliche «Gewissheiten» auch nachvollziehbar relativiert und QUANTIFIZIERT werden.

September 2026/Ba.

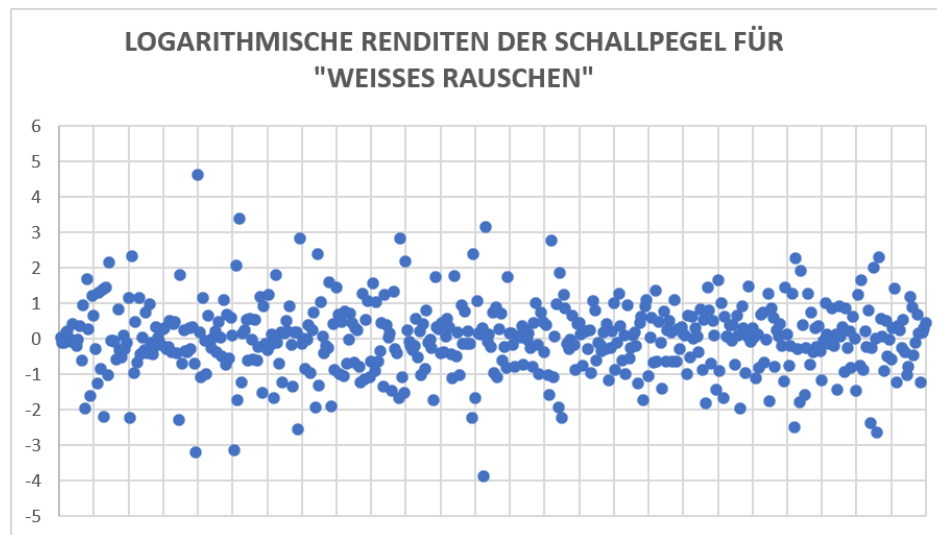


BILD 1 ZU A1) 500 LOGARITHMISCHE RENDITEN ALS „LIEFERDATEN“

ZUSAMMENSTELLUNG:	
ANZAHL GELIEFERTER DATEN -> HANDEINTRAG	500
DAVON ANZAHL AUSREISSER LAUT GRUBBS -> HANDEINTRAG	1
ANZAHL ERFASSTE DATEN INNERHALB $m \leq 10$ UND OHNE AUSREISSER	486
ZUFALLSANTEIL "P*ZF" DER ERFASSTEN DATEN (%)	90.03
ZUFALLSANTEIL BEZ. GELIEFERTER ANZAHL (%)	87.51
KOMPLEMENTÄR - ANTEIL CHAOSVERHALTEN (%)	5.42
CHAOS - ANTEIL AUSREISSER (%)	0.2
KOMPLEMENTÄRER CHAOS - ANTEIL BEZ. GELIEFERTER ANZAHL (%)	5.46
KOMPLEMENTÄR - ANTEIL HERDENTRIEB (%)	4.50
HERDENTRIEB - ANTEIL AUS $m > 10$ (%)	2.41
KOMPLEMENTÄRER HERDENTRIEB - ANTEIL BEZ. GELIEFERTER ANZAHL (%)	6.84
KONTROLLSUMME BEZ. GELIEFERTER ANZAHL DATEN (%)	100

BILD 2 ZU A1) ZUFÄLLIGKEIT DES RAUSCHENS ca. 87.5%

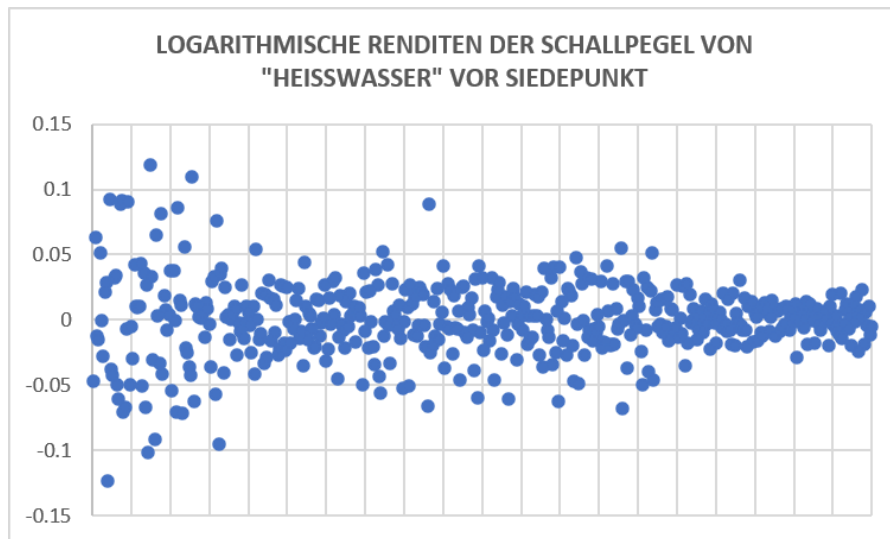


BILD 1 ZU A2) 500 LOGARITHMISCHE RENDITEN ALS „LIEFERDATEN“

ZUSAMMENSTELLUNG:	
ANZAHL GELIEFERTE DATEN --> HANDEINTRAG	500
DAVON ANZAHL AUSREISSER LAUT GRUBBS -> HANDEINTRAG	1
ANZAHL ERFASSTE DATEN INNERHALB $m \leq 10$ UND OHNE AUSREISSER	499
ZUFALLSANTEIL "P*ZF" DER ERFASSTEN DATEN (%)	88.02
ZUFALLSANTEIL BEZ. GELIEFERTER ANZAHL (%)	87.84
KOMPLEMENTÄR - ANTEIL CHAOSVERHALTEN (%)	5.98
CHAOS - ANTEIL AUSREISSER (%)	0.2
KOMPLEMENTÄRER CHAOS - ANTEIL BEZ. GELIEFERTER ANZAHL (%)	6.17
KOMPLEMENTÄR - ANTEIL HERDENTRIEB (%)	6
HERDENTRIEB - ANTEIL AUS $m > 10$ (%)	0
KOMPLEMENTÄRER HERDENTRIEB - ANTEIL BEZ. GELIEFERTER ANZAHL (%)	5.99
KONTROLLSUMME BEZ. GELIEFERTER ANZAHL DATEN (%)	100

BILD 2 ZU A2) ZUFÄLLIGKEIT DER „TÖNENDEN GASBLÄSCHEN“ ca. 88%

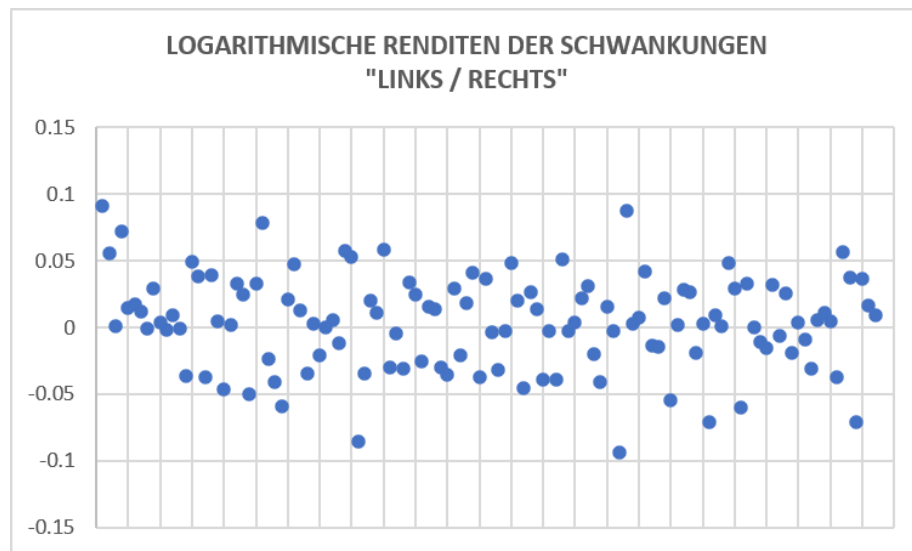


BILD 1 ZU A3) 122 LOGARITHMISCHE RENDITEN AUS LINKS - / RECHTSKIPPEN

ZUSAMMENSTELLUNG:	
ANZAHL GELIEFERTER DATEN --> HANDEINTRAG	122
DAVON ANZAHL AUSREISSER LAUT GRUBBS --> HANDEINTRAG	0
ANZAHL ERFASSTE DATEN INNERHALB $m \leq 10$ UND OHNE AUSREISSER	122
ZUFALLSANTEIL "P*ZF" DER ERFASSTEN DATEN (%)	96.89
ZUFALLSANTEIL BEZ. GELIEFERTER ANZAHL (%)	96.89
KOMPLEMENTÄR - ANTEIL CHAOSVERHALTEN (%)	1.55
CHAOS - ANTEIL AUSREISSER (%)	0
KOMPLEMENTÄRER CHAOS - ANTEIL BEZ. GELIEFERTER ANZAHL (%)	1.55
KOMPLEMENTÄR - ANTEIL HERDENTRIEB (%)	1.55
HERDENTRIEB - ANTEIL AUS $m > 10$ (%)	0
KOMPLEMENTÄRER HERDENTRIEB - ANTEIL BEZ. GELIEFERTER ANZAHL (%)	1.55
KONTROLLSUMME BEZ. GELIEFERTER ANZAHL DATEN (%)	100

BILD 2 ZU A3) ZUFÄLLIGKEIT DES LINKS - / RECHTSKIPPENS ca. 97%

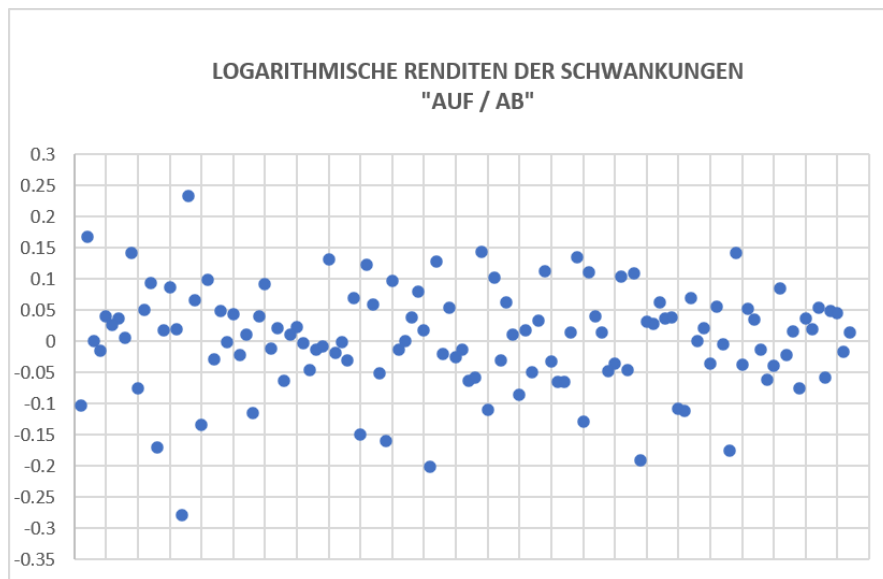


BILD 3 ZU A3) 122 LOGARITHMISCHE RENDITEN AUS AUF / ABKIPPEN

ZUSAMMENSTELLUNG:	
ANZAHL GELIEFERTER DATEN --> HANDEINTRAG	122
DAVON ANZAHL AUSREISSER LAUT GRUBBS -> HANDEINTRAG	1
ANZAHL ERFASSTE DATEN INNERHALB $m \leq 10$ UND OHNE AUSREISSER	121
ZUFALLSANTEIL "P*ZF" DER ERFASSTEN DATEN (%)	88.48
ZUFALLSANTEIL BEZ. GELIEFERTER ANZAHL (%)	87.75
KOMPLEMENTÄR - ANTEIL CHAOSVERHALTEN (%)	5.76
CHAOS - ANTEIL AUSREISSER (%)	0.82
KOMPLEMENTÄRER CHAOS - ANTEIL BEZ. GELIEFERTER ANZAHL (%)	6.53
KOMPLEMENTÄR - ANTEIL HERDENTRIEB (%)	5.76
HERDENTRIEB - ANTEIL AUS $m > 10$ (%)	0
KOMPLEMENTÄRER HERDENTRIEB - ANTEIL BEZ. GELIEFERTER ANZAHL (%)	5.71
KONTROLLSUMME BEZ. GELIEFERTER ANZAHL DATEN (%)	100

BILD 4 ZU A3) ZUFÄLLIGKEIT DES AUF – / ABKIPPENS ca. 88%

EIGENE MISCHUNG (WAHRES R. - PROFIL) (%/100)	0.301	0.176	0.125	0.097	0.079	0.067	0.058	0.051	0.046		PAKETSUMME
Gruppenbildung "m"	Zahlenband 1	Zahlenband 2	Zahlenband 3	Zahlenband 4	Zahlenband 5	Zahlenband 6	Zahlenband 7	Zahlenband 8	Zahlenband 9	Zahlenband 10	ALLER Zahlenbänder 1 bis 10
m = 1	147.068901 147.068901	119.499776 119.499776	95.703125 95.703125	79.094673 79.094673	67.011039 67.011039	58.322763 58.322763	51.467112 51.467112	45.930651 45.930651	41.865336 41.865336	0 0	705.963376
m = 2	44.2677392 44.2677392	21.03196058 21.03196058	11.96289063 11.96289063	7.672183281 7.672183281	5.293872081 5.293872081	3.907625121 3.907625121	2.985092496 2.985092496	2.342463201 2.342463201	1.925805456 1.925805456	0 0	101.389632
m = 3	13.3245895 13.3245895	3.701625061 3.701625061	1.495361328 1.495361328	0.744201778 0.744201778	0.418215894 0.418215894	0.261810883 0.261810883	0.173135365 0.173135365	0.119465623 0.119465623	0.088587051 0.088587051	0 0	20.32699248
m = 4	4.010701439 4.010701439	0.651486011 0.651486011	0.186920166 0.186920166	0.072187572 0.072187572	0.033039056 0.033039056	0.017541329 0.017541329	0.010041851 0.010041851	0.006092747 0.006092747	0.004075004 0.004075004	0 0	4.992085176
m = 5	1.207221133 1.207221133	0.114661538 0.114661538	0.023365021 0.023365021	0.007002195 0.007002195	0.002610085 0.002610085	0.001175269 0.001175269	0.000582427 0.000582427	0.00031073 0.00031073	0.00018745 0.00018745	0 0	1.357115849
m = 6	0.363373561 0.363373561	0.020180431 0.020180431	0.002920628 0.002920628	0.000679213 0.000679213	0.000206197 0.000206197	7.8743E-05 7.8743E-05	3.37808E-05 3.37808E-05	1.58472E-05 1.58472E-05	8.62271E-06 8.62271E-06	0 0	0.387497023
m = 7	0.109375442 0.109375442	0.003515756 0.003515756	0.000365078 0.000365078	6.58836E-05 6.58836E-05	1.62895E-05 1.62895E-05	5.27578E-06 5.27578E-06	1.95929E-06 1.95929E-06	8.08209E-07 8.08209E-07	3.96645E-07 3.96645E-07	0 0	0.113382889
m = 8	0.032922008 0.032922008	0.000625109 0.000625109	4.56348E-05 4.56348E-05	6.39071E-06 6.39071E-06	1.28687E-06 1.28687E-06	3.53477E-07 3.53477E-07	1.13639E-07 1.13639E-07	4.12187E-08 4.12187E-08	1.82457E-08 1.82457E-08	0 0	0.033600956
m = 9	0.009909524 0.009909524	0.000110019 0.000110019	5.70435E-06 5.70435E-06	6.19899E-07 6.19899E-07	1.01663E-07 1.01663E-07	2.3683E-08 2.3683E-08	6.59104E-09 6.59104E-09	2.10215E-09 2.10215E-09	8.393E-10 8.393E-10	0 0	0.010025003
m = 10	0.002982767 0.002982767	1.93634E-05 1.93634E-05	7.13044E-07 7.13044E-07	6.01302E-08 6.01302E-08	8.03138E-09 8.03138E-09	1.58676E-09 1.58676E-09	3.8228E-10 3.8228E-10	1.0721E-10 1.0721E-10	3.86078E-11 3.86078E-11	0 0	0.003002914
SUMME ALLER PAKETE											834.5767113
PROZENTUALER ANTEIL ALLER ERFASSTEN DATEN											99.99852706
ERFASSTE ANZAHL DATEN alle bis m ≤ 10; 2 ≤ n ≤ 10	300.9853182	175.9999536	124.9999989	96.99999993	78.99999999	67	58	51	46	0	999.9852706
ERFASSTE ANZAHL PAKETE alle bis m ≤ 10; 2 ≤ n ≤ 10	210.3977156	145.0239959	109.3749999	87.99099999	72.759	62.511	54.636	48.399	43.884	0	834.5767113
SUMME ALLER ERFASSTEN DATEN											999.9852706

BILD 1 ZU B1) WAHRES REFERENZPROFIL DER ERSTZIFFERN EINER **BEDFORD - REIHE** BEI ZUFÄLLIGER ABFOLGE

PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	ALLE PAKETE (Stk.) PRO GRUPPENGROSSE (m)
PAKETLÄNGE (m)	Zahl 1	Zahl 2	Zahl 3	Zahl 4	Zahl 5	Zahl 6	Zahl 7	Zahl 8	Zahl 9	Zahl 10	ALLE ZAHLEN BEZIEHEN SICH AUF 1000 ZIEHUNGEN
m = 1	60	36	24	20	16	13	11	11	9	0	200
m = 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m = 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m = 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m = 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m = 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m = 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m = 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m = 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m = 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
											KONTROLLSUMME ANZAHL PAKETE!
											200
											ANZAHL DATEN HOCHGERECHNET!
											200
REALE ANZAHL DATEN	60	36	24	20	16	13	11	11	9	0	200
REALE ANZAHL PAKETE	60	36	24	20	16	13	11	11	9	0	200

BILD 2 ZU B1) STICHPROBENPROFIL DER ERSTEN 200 ERSTZIFFERN AUS DER **REIHE $y = 2^n$** AUS REALER ABFOLGE

pZahl (n%/100) ->	0.375880529	0.624113475									PAKETSUMME
Gruppenbildung "m"	Zahlenband 1	Zahlenband 2	Zahlenband 3	Zahlenband 4	Zahlenband 5	Zahlenband 6	Zahlenband 7	Zahlenband 8	Zahlenband 9	Zahlenband 10	ALLER Zahlenbänder 1 bis 10
m = 1	146.4144283	88.18141702	0	0	0	0	0	0	0	0	234.5958453
m = 2	55.03521062	55.03521062	0	0	0	0	0	0	0	0	110.0704212
m = 3	20.68699406	34.34821856	0	0	0	0	0	0	0	0	55.03521062
m = 4	7.775962208	21.4371848	0	0	0	0	0	0	0	0	29.21314711
m = 5	2.822878448	13.37923501	0	0	0	0	0	0	0	0	16.36211535
m = 6	1.098670999	8.350161416	0	0	0	0	0	0	0	0	9.448832415
m = 7	0.412975624	5.21144826	0	0	0	0	0	0	0	0	5.624423883
m = 8	0.155231972	3.252535084	0	0	0	0	0	0	0	0	3.407767056
m = 9	0.058348606	2.629950974	0	0	0	0	0	0	0	0	2.686300581
m = 10	0.021932831	1.266919757	0	0	0	0	0	0	0	0	1.288852588
											SUMME ALLER PAKETE
											467.0749161
ERFASSTE ANZAHL DATEN alle bis m < 10; 2 < n < 10	375.7332641	597.48155	0	0	0	0	0	0	0	0	PROZENTUALER ANTEIL ALLER ERFASSTEN DATEN
ERFASSTE ANZAHL PAKETE alle bis m < 10; 2 < n < 10	234.5828397	232.4902804	0	0	0	0	0	0	0	0	97.32148141
											467.0749161
											SUMME ALLER ERFASSTEN DATEN
											973.2148141

BILD 1 ZU B3) LOGISCHES REFERENZPROFIL (HYPOTHETISCH, FÜR ZUFÄLLIGKEIT) AUS 987 FOLGEWERTEN „UNGERADE / GERADE“ DER COLLATZ – REIHE

PAKETLÄNGE (m)	ZAHLBAND 1	ZAHLBAND 2	ZAHLBAND 3	ZAHLBAND 4	ZAHLBAND 5	ZAHLBAND 6	ZAHLBAND 7	ZAHLBAND 8	ZAHLBAND 9	ZAHLBAND 10	
m = 1	0	0									
m = 2		1.18									
m = 3		73.74									
m = 4		80.35									
m = 5		37.86									
m = 6											
m = 7		19.44									
m = 8											
m = 9											
m = 10											
											ERGEBNISSE ZUR PLAUSIBILITÄT
											ZUSCHLAGSAKTOR (ZF) [-]
											1
											ERFASSTER ANTEIL ALLER DATEN [%]
											97.32
ZAHLBAND GEWOGEN	0	20.42									10.21
											GESAMT - PLAUSIBILITÄTSGRAD OHNE (ZF) [%]

BILD 2 ZU B3) PLAUSIBILITÄTSGRAD FÜR 987 FOLGEWERTE „UNGERADE / GERADE“ DER COLLATZ – REIHE

	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	PROMILLEANTEILE	ALLE PAKETE (Stk.) PRO GRUPPENGROSSE (m)
PAKETLÄNGE (m)	Zahl 1	Zahl 2	Zahl 3	Zahl 4	Zahl 5	Zahl 6	Zahl 7	Zahl 8	Zahl 9	Zahl 10	ALLE ZAHLEN BEZIEHEN SICH AUF 1000 ZIEHUNGEN
m = 1	375.8865248	215.8054711	0	0	0	0	0	0	0	0	591.6919959
m = 2	0	109.4224924	0	0	0	0	0	0	0	0	109.4224924
m = 3	0	25.32928065	0	0	0	0	0	0	0	0	25.32928065
m = 4	0	17.22391084	0	0	0	0	0	0	0	0	17.22391084
m = 5	0	5.06585613	0	0	0	0	0	0	0	0	5.06585613
m = 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m = 7	0	1.013171226	0	0	0	0	0	0	0	0	1.013171226
m = 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m = 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m = 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
								KONTROLLSUMME ANZAHL PAKETE!			749.7467072
								ANZAHL DATEN HOCHGERECHNET!			987.8419453
REALE ANZAHL DATEN	375.8865248	611.9554205	0	0	0	0	0	0	0	0	988
REALE ANZAHL PAKETE	375.8865248	373.8601824	0	0	0	0	0	0	0	0	749.7467072

BILD 3 ZU B3) STICHPROBENPROFIL FÜR 987 FOLGEWERTE „UNGERADE / GERADE“ DER COLLATZ – REIHE

01.09.2026