

## Einige Statistikzahlen rund um PI

Wie oft kommen gewisse Zahlenkombinationen vor? Es werden Beispiele an der Zahl PI mit 50 Millionen Nachkommastellen gezeigt.

Antwort: einstellige natürlich mit 1 in 10 Stellen

- ➔ Beispiel die Ziffer 7 kommt in der 50 Mio- Datei nach Statistik 5 Millionen Mal, nach Zählen 4998895 Mal vor.

Zweistellige : 1 Mal in 100 Stellen

- ➔ Beispiel: Die Folge 55 kommt in der 50 Mio- Datei nach Statistik 500 000 Mal vor, nach Zählen 500518 Mal.

Dreistellige Kombinationen 1 Mal in  $10^3$  Stellen, also 50 000 Mal statistisch.

- ➔ Beispiel: die Folge 123 kommt gezählt 49779 Mal vor.

Vierstellige Kombinationen kommen statistisch in 1 Mal  $10^4$  Stellen vor, also statistisch 5000 Mal.

- ➔ Beispiel: die Folge 6666 kommt gezählt 4926 Mal vor

x- Stellige Kombinationen kommen 1 Mal in  $10^x$  Stellen vor. Also in der 50 Mio- Datei kommt ein 8 stelliges Geburtsdatum mit Wahrscheinlichkeit 0,5 vor.

- ➔ Beispiel: 03071955 kommt 1 Mal an Stelle 5453294 vor, sonst nicht mehr. Die Zahlen mit gleichen Ziffern so oft:

➔	00000000	➔	0 Mal
➔	11111111	➔	0 Mal
➔	22222222	➔	0 Mal
➔	33333333	➔	1 Mal
➔	44444444	➔	1 Mal
➔	55555555	➔	0 Mal
➔	66666666	➔	2 Mal
➔	77777777	➔	2 Mal
➔	88888888	➔	2 Mal
➔	99999999	➔	1 Mal

Einige sagen, dass wegen der Unendlichkeit der Nachkommastellenzahl jede beliebige Kombination in PI vorkommt. Klar. Im Prinzip richtig. Wieviel Stellen bräuchte man dann für z.B. meinen Namen, der in ASCII kodiert ist. Dann wird jeder Buchstabe zu einer zwei/ dreistelligen Zahl, also z.B. wird mein Name in ASCII so kodiert (da es ö in ASCII nicht gibt mit Umlaut oe)

J	o	e	r	g		B	a	y	e	r	l	e	i	n
74	111	101	114	103	32	66	97	121	101	114	108	101	105	110

Es ist also eine Ziffernkombination mit 38 Ziffern. Damit diese Kombination mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 vorkommt, benötigt man also PI mit  $10^{38}$  Nachkommastellen. Der Rekord liegt 2019 bei einer Anzahl von 31 Billionen (von Google: Emma Haruka Iwao), die in einer Cloud 112 Tage lang berechnet worden sind. Das sind  $3 \cdot 10^{14}$  Nachkommastellen, reicht also bei weitem nicht.

Zum Speichern ist ein Speicher mit  $1,5 * 10^{14}$  Byte nötig (1 Byte für 2 Ziffern), das sind etwa 150 Tera-Byte. Und das reicht ja noch lange nicht.

Man muss  $10^{24}$  mal mehr Nachkommastellen berechnen und diese abspeichern. Rechnet man linear hoch, so benötigt man  $10^{24}$  Mal mehr Zeit und  $10^{24}$  mal mehr Speicherkapazität. Um eine Vorstellung davon zu bekommen, was das heißt:

Das Alter unseres Universums ist ca. 30 Milliarden Jahre, das sind ca.  $10^{17}$  Sekunden. Könnte man die Rechenzeit von 112 Tagen um den Faktor  $10^7$  auf 1 Sekunde verkürzen, so würde man noch immer 10 Millionen Universen- Zeitalter benötigen, um diese Anzahl von Nachkommastellen zu berechnen. Und der Speicherplatz wäre ja  $10^{38}$  Byte. Bei heutigen Festplatten sind das  $10^{26}$  Terabyte. Hat eine normale Festplatte von 10 Terabyte die Größe von  $5*10 \text{ cm} = 50 \text{ cm}^2 = 0.005 \text{ m}^2$  so würde dies einer Fläche von  $5*10^{22} \text{ m}^2 = 5*10^{16} \text{ km}^2$  entsprechen. Die Erde hat eine Oberfläche von  $5*10^8 \text{ km}^2$ , also bräuchte man zum Lagern ungestapelt auf einer Fläche dazu 100 Millionen Erden. Würde man stapeln, dann wäre das ein Volumen bei  $1 \text{ cm} = 10^{-5} \text{ km}$  Dicke von  $5*10^{11} \text{ km}^3$ . Die Erde hat ein Volumen von  $10^{12} \text{ km}^3$ , also wäre dies grade ein Volumen von einer halben Erde, alles voller Festplatten, wo immer das Material dann herkommt.

Das wird zu meinen Lebzeiten wohl nicht mehr zu realisieren sein.

Und die Bibel mit Ihren 4 500 000 Zeichen mit ca. 10 Millionen Ziffern würde das ganze noch leicht verschlimmern. Solche großen Zahlen kann man sich schlicht nicht mehr klarmachen. Man benötigt also  $10^{10\,000\,000}$  Nachkommastellen von PI, um die Wahrscheinlichkeit von 1 zu haben, dass man die Bibel in der Zahl PI vorfindet- Egal welche Ausgabe, es sind dann alle drin.

Gezeichnet Prof. Dr. Bayerlein