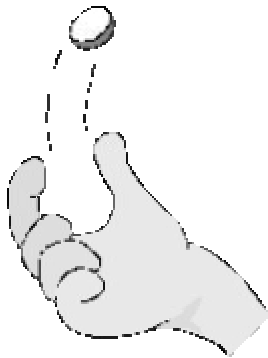


# Empirisches Gesetz der großen Zahlen

von Benno Grabinger



Fällt eine Münze mit gleicher Wahrscheinlichkeit auf Wappen und Zahl?

Erst wenn man viele Würfe mit dieser Münze durchgeführt hat, kann dies festgestellt werden. Die relative Häufigkeit für das Ereignis "Zahl erscheint", sollte sich nach einer langen Reihe von Versuchen um den Wert 0,5 einpendeln. Trifft dies zu, so wird man von einer idealen Münze sprechen.

Statt einer Münze soll hier der Zufallszahlengenerator des TI-92 benutzt werden. Die Funktion **rand(n)** liefert eine ganze Zahl  $z$  mit der Eigenschaft  $1 \leq z \leq n$ . Zur Simulation einer Münze kann deshalb **rand(2)** benutzt werden. Die beiden möglichen Ergebnisse 1 und 2 können als Wappen und Zahl gedeutet werden. Die folgende Abbildung zeigt das Ergebnis mehrerer Aufrufe von **rand(2)** vom **Home-Editor** aus:

```
F1 F2 F3 F4 F5 F6
Algebra Calc Other PrgmIO Clear a-z...
rand(2) 2
rand(2) 2
rand(2) 2
rand(2) 1
rand(2) 2
rand(2) 2
rand(2) 1
rand(2) 1
rand(2) 1
rand(2) 1
MAIN RAD EXACT FUNC B/30
```

Für das weitere Vorgehen wird es sich als vorteilhaft erweisen, wenn Wappen durch "0" und Zahl durch "1" dargestellt wird. Das kann leicht erreicht werden, wenn statt **rand(2)** der Term **rand(2)-1** benutzt wird:

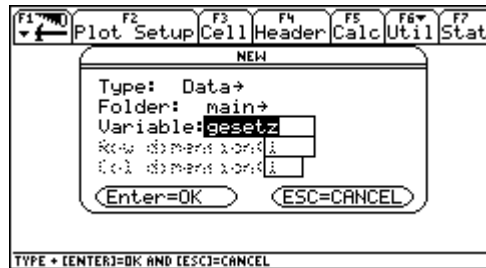
```
F1 F2 F3 F4 F5 F6
Algebra Calc Other PrgmIO Clear a-z...
rand(2)-1 0
rand(2)-1 0
rand(2)-1 0
rand(2)-1 1
rand(2)-1 0
rand(2)-1 1
rand(2)-1 0
rand(2)-1 0
rand(2)-1 0
rand(2)-1 0
MAIN RAD EXACT FUNC 16/30
```

Zur Registrierung und Auswertung von 100 "Münzwürfen" wird der **Data/Matrix Editor** eingesetzt:

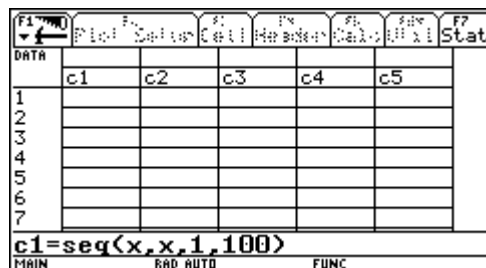
Aufruf des **Data/Matrix Editors** mit der **APPS**-Taste:

```
F1 F6
APPLICATIONS Clear a-z...
1:Home
2:V= Editor
3:Window Editor
4:Graph
5:Table
6:Data/Matrix Editor
7:Program Editor
8:Geometry
9:Text Editor
1:Current
2:Open...
3:New...
MAIN RAD AUTO FUNC 0/30
```

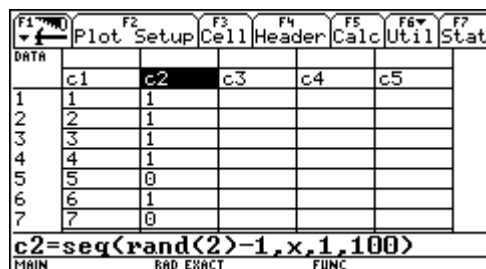
Festlegen eines Variablennamens, z.B. **gesetz**:



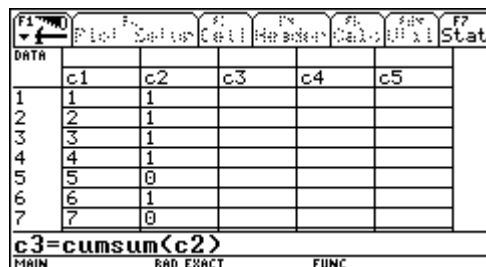
In die Spalte c1 werden die Zahlen von 1 bis 100 eingetragen. Dies erreicht man durch **c1=seq(x,x,1,100)**:



In der Spalte c2 sollen 100 Zufallszahlen stehen, mit gleicher Wahrscheinlichkeit jeweils 0 oder 1. Dies wird mit einer Folge von 100 Ausdrücken der Form **rand(2)-1** erreicht, d.h. durch **c2=seq(rand(2)-1,x,1,100)**.



Die Erfolge - dargestellt durch Einsen in Spalte c2 - werden in Spalte c3 kumuliert. Das leistet die Systemfunktion **CumSum**:



Aus den kumulierten Häufigkeiten ergeben sich die relativen Häufigkeiten wenn durch die Anzahl der Versuche, d.h. durch die Zahlen in Spalte c1 dividiert wird:

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Plot	Setup	Cell	Header	Calc	Util	Stat
DATA	c1	c2	c3	c4	c5	
1	1	1	1	1		
2	2	1	2	1		
3	3	0	2	2/3		
4	4	1	3	3/4		
5	5	1	4	4/5		
6	6	1	5	5/6		
7	7	0	5	5/7		

**c4=c3/c1**

MAIN RAD EXACT FUNC

Zur graphische Darstellung der Ergebnisse wird **F2 (Plot Setup)** gewählt:

F1	F2	F3	F4
Define	Copy	Clear	✓
Plot 1:			
Plot 2:			
Plot 3:			
Plot 4:			
Plot 5:			
Plot 6:			
Plot 7:			
Plot 8:			
Plot 9:			

MAIN RAD AUTO FUNC

Mit **F1** wird die Art der zeichnerischen Darstellung ausgewählt. Es wird eine xy-Koordinatensystemdarstellung gewählt. Die x-Koordinate der gezeichneten Punkte ist die Zahl in der Spalte c1, die y-Koordinate die relative Häufigkeit in der Spalte c4:

F1	F2	F3	F4
Define	Copy	Clear	✓
Plot 1:			
Plot 2:			
Plot 3:			
Plot 4:			
Plot 5:			
Plot 6:			
Plot 7:			
Plot 8:			
Plot 9:			

Plot Type..... xyline→  
 Mark..... Dot→  
 X..... c1  
 Y..... c4  
 Hist. Bucket Width: 1  
 Use Freq and Categories? NO→  
 Pres.....  
 Category.....  
 (Include Categories) C  
 (Enter=SAVE) (ESC=CANCEL)

USE ← AND → TO OPEN CHOICES

F1	F2	F3	F4
Define	Copy	Clear	✓
Plot 1:			
Plot 2:			
Plot 3:			
Plot 4:			
Plot 5:			
Plot 6:			
Plot 7:			
Plot 8:			
Plot 9:			

**c4=c3/c1**

MAIN RAD EXACT FUNC

Mit **Y=** wird der Funktionen-Editor aufgerufen, so dass sich die Funktion  $y(x)=0.5$  zur Kontrolle der Ergebnisse eintragen lässt:

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Zoom	Edit	✓	All	Style	...	...
Plot 1:						
Plot 2:						
Plot 3:						
Plot 4:						
Plot 5:						
Plot 6:						
Plot 7:						
Plot 8:						
Plot 9:						

y1(x)=.5

MAIN RAD EXACT FUNC

**Graph** liefert dann die gewünschte zeichnerische Darstellung. Eventuell muß mit **F2 ZoomData** der Zeichenbereich geeignet gewählt werden.

