

Annahme o.E.d.A.:

konstante Impulsrate I , z.B. 3Hz

Dann würde man 180 CPM (counts per minute) erwarten.

Idee: jede Sekunde werden die Impulse in Variable c aufsummiert, danach mit $\frac{60}{61}$ multipliziert.

$$t=1 \quad c = 3 \cdot \frac{60}{61} = I \cdot \frac{60}{61}$$

$$t=2 \quad c = \left(3 \cdot \frac{60}{61} + 3\right) \cdot \frac{60}{61}$$

$$t=3 \quad c = \left(\left(3 \cdot \frac{60}{61} + 3\right) \cdot \frac{60}{61} + 3\right) \cdot \frac{60}{61}$$

$$= 3 \cdot \left(\left(\frac{60}{61}\right)^3 + \left(\frac{60}{61}\right)^2 + \left(\frac{60}{61}\right)^1\right)$$

$$t=n \quad c = 3 \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{60}{61}\right)^i$$

$$= 3 \cdot \left(\sum_{i=0}^n \left(\frac{60}{61}\right)^i - \left(\frac{60}{61}\right)^0\right)$$

$$\stackrel{n \rightarrow \infty}{=} 3 \cdot \left(\frac{1}{1 - \frac{60}{61}} - 1\right) = 180$$

Geometrische Reihe:

$$\sum_{i=0}^{\infty} q^i = \frac{1}{1-q}$$

für $q < 1$

In Excel simuliert

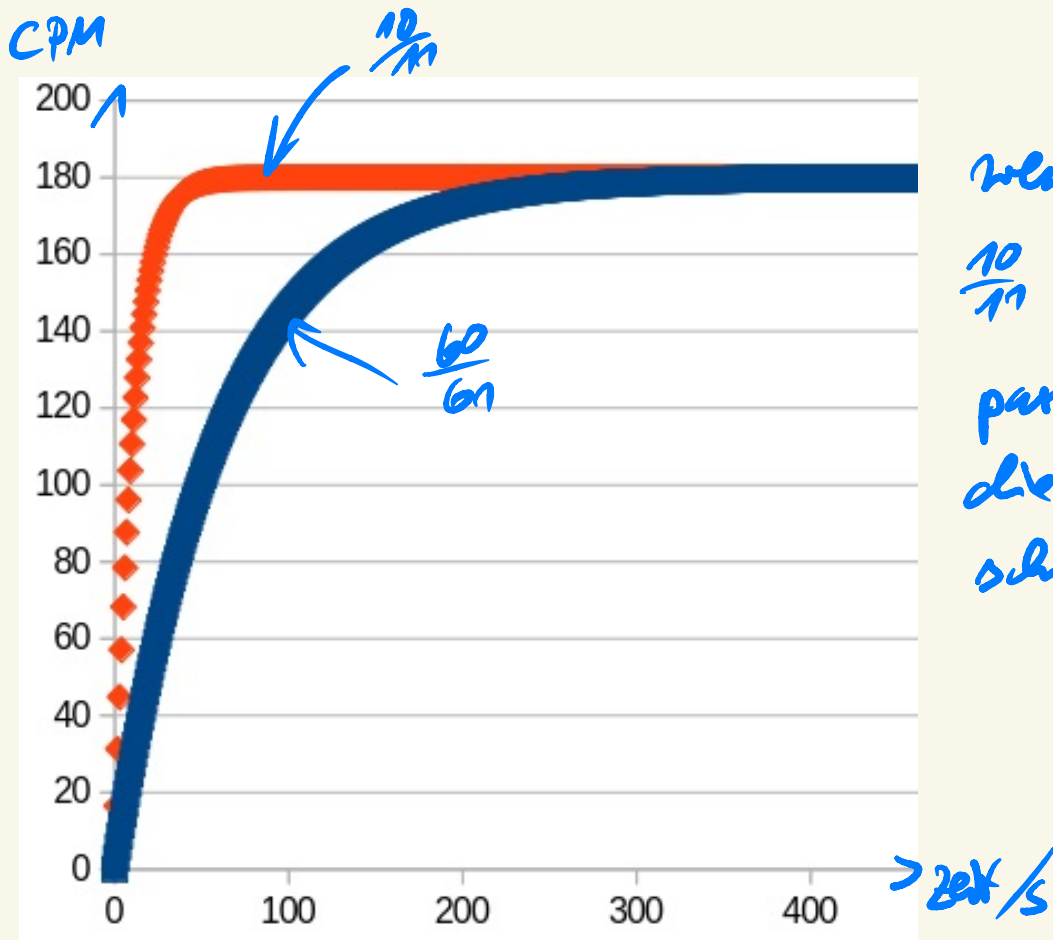
zeit
↓

C = CPM
↓

	A	B	C	D	E	F	G
4	t		c			c	CPM
5	0	0	=B5*60/61		0	=E5*10/11	=F5*6
6	1	=C5+3	=B6*60/61		=F5+3	=E6*10/11	=F6*6
7	2	=C6+3	=B7*60/61		=F6+3	=E7*10/11	=F7*6
8	3	=C7+3	=B8*60/61		=F7+3	=E8*10/11	=F8*6
9	4	=C8+3	=B9*60/61		=F8+3	=E9*10/11	=F9*6
10	5	=C9+3	=B10*60/61		=F9+3	=E10*10/11	=F10*6
11	6	=C10+3	=B11*60/61		=F10+3	=E11*10/11	=F11*6
12	7	=C11+3	=B12*60/61		=F11+3	=E12*10/11	=F12*6
13	8	=C12+3	=B13*60/61		=F12+3	=E13*10/11	=F13*6
14	9	=C13+3	=B14*60/61		=F13+3	=E14*10/11	=F14*6
15	10	=C14+3	=B15*60/61		=F14+3	=E15*10/11	=F15*6
16	11	=C15+3	=B16*60/61		=F15+3	=E16*10/11	=F16*6
17	12	=C16+3	=B17*60/61		=F16+3	=E17*10/11	=F17*6
18	13	=C17+3	=B18*60/61		=F17+3	=E18*10/11	=F18*6

Statt mit $\frac{60}{61}$
kann man auch z.B.
mit $\frac{10}{11}$ multiplizieren.
c muss dann am
Ende mit 6
multipliziert werden,
um CPM zu erhalten.

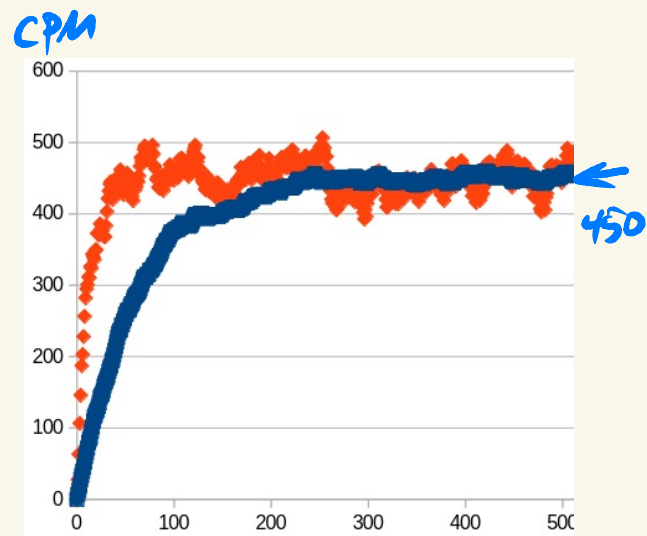
	A	B	C	D	E	F	G
4	t		c			c	CPM
5	0	0	0		0	0	0
6	1	3	2,950819672		3	2,727272727	16,36363636
7	2	5,950819672	5,853265251		5,72727273	5,20661157	31,23966942
8	3	8,853265251	8,708129755		8,20661157	7,460555973	44,76333584
9	4	11,70812976	11,5161932		10,460556	9,509596339	57,05757803
10	5	14,5161932	14,27822282		12,5095963	11,37236031	68,23416185
11	6	17,27822282	16,99497327		14,3723603	13,0657821	78,39469259
12	7	19,99497327	19,66718682		16,0657821	14,60525645	87,63153872
13	8	22,66718682	22,29559359		17,6052565	16,00477859	96,02867156
14	9	25,29559359	24,88091173		19,0047786	17,27707145	103,6624287
15	10	27,88091173	27,4238476		20,2770714	18,43370132	110,6022079
188	183	174,1126946	171,2583882		32,9999991	29,9999992	179,9999952
189	184	174,2583882	171,4016933		32,9999992	29,99999927	179,9999956
190	185	174,4016933	171,5426491		32,9999993	29,99999934	179,999996
191	186	174,5426491	171,6812942		32,9999993	29,9999994	179,9999964
192	187	174,6812942	171,8176664		32,9999994	29,99999945	179,9999967
193	188	174,8176664	171,9518031		32,9999995	29,9999995	179,999997
194	189	174,9518031	172,0837407		33	29,99999955	179,9999973
195	190	175,0837407	172,2135155		33	29,99999959	179,9999975
196	191	175,2135155	172,3411627		33	29,99999963	179,9999978
197	192	175,3411627	172,4667175		33	29,99999966	179,999998
198	193	175,4667175	172,5902139		33	29,99999969	179,9999982
199	194	175,5902139	172,7116858		33	29,99999972	179,9999983



wenn man $\frac{10}{11}$ wählt, passt sich die Kurve schneller an.

Aber sie schwankt auch stärker, wenn die Impulse stärker schwanken.

t	B	C	D	E	F	G
0		=B5*60/61			=E5*10/11	=F5*6
1	=C5+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=B6*60/61		=F5+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=E6*10/11	=F6*6
2	=C6+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=B7*60/61		=F6+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=E7*10/11	=F7*6
3	=C7+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=B8*60/61		=F7+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=E8*10/11	=F8*6
4	=C8+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=B9*60/61		=F8+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=E9*10/11	=F9*6
5	=C9+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=B10*60/61		=F9+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=E10*10/11	=F10*6
6	=C10+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=B11*60/61		=F10+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=E11*10/11	=F11*6
7	=C11+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=B12*60/61		=F11+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=E12*10/11	=F12*6
8	=C12+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=B13*60/61		=F12+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=E13*10/11	=F13*6
9	=C13+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=B14*60/61		=F13+ZUFALLSBEREICH(5;10)	=E14*10/11	=F14*6



hier wird jede Sekunde eine Zufallszahl zwischen 5 und 10 dazu addiert.

Mittelwert: $7,5 \frac{\text{Imp}}{\text{s}}$

$7,5 \frac{\text{Imp}}{\text{s}} \cdot 60\text{s} = 450 \text{ CPM}$