

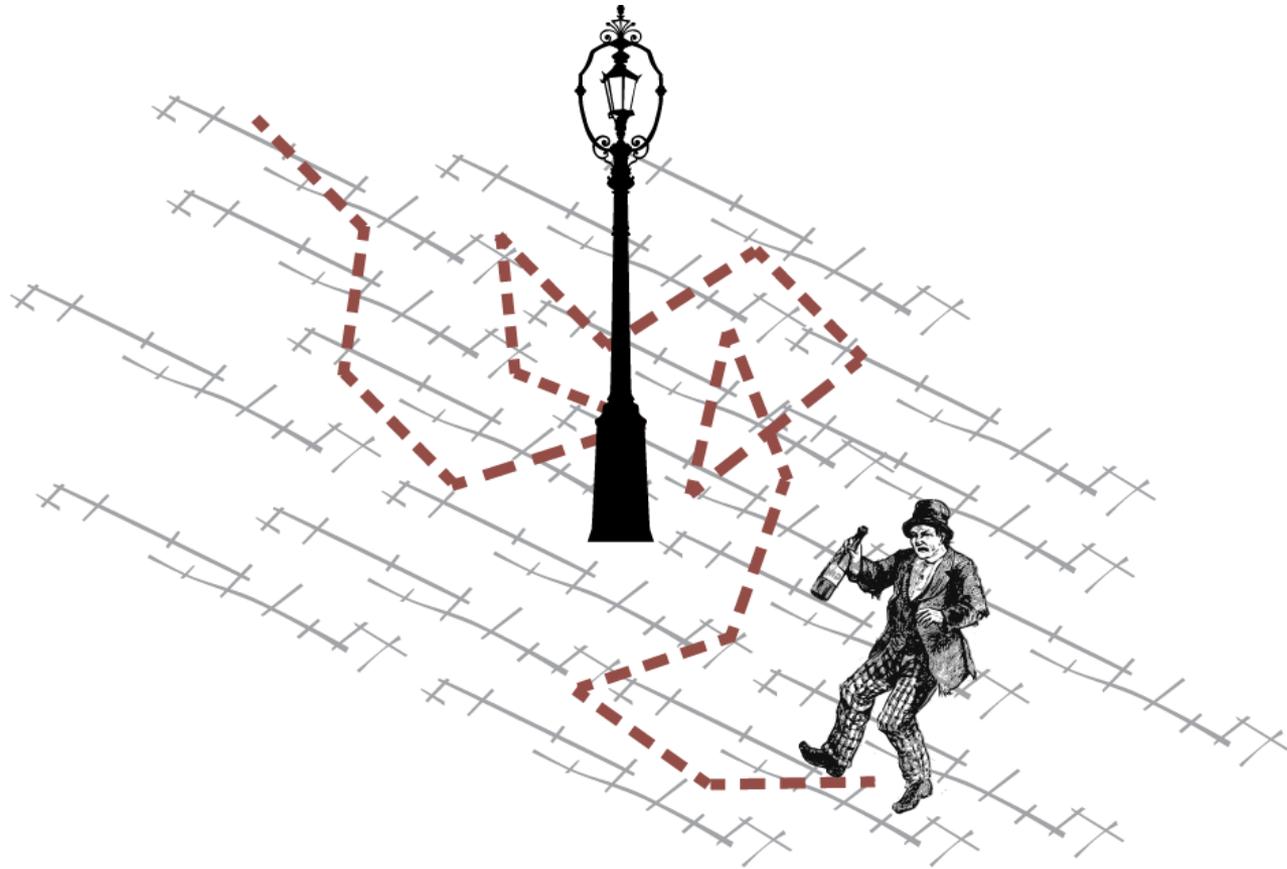
# MONTE CARLO



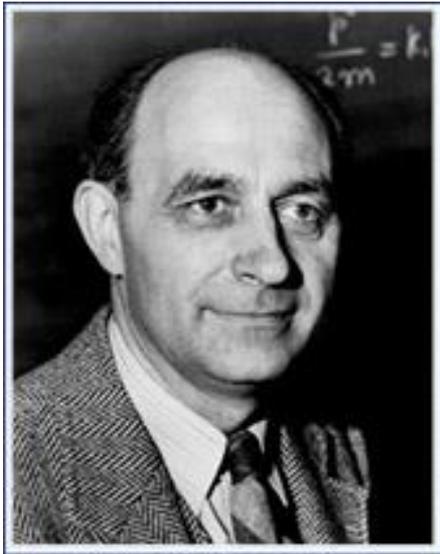
# Was ist eine Monte Carlo Simulation

- Verfahren der Stochastik
- Große Zahl gleichartiger Zufallsexperimente
- Nützlich zum Berechnen analytisch nicht oder schwer lösbarer Probleme
- Bedient sich dem Gesetz der großen Zahlen
- Liefert mit kleiner Wahrscheinlichkeit falsches Ergebnis

# Ursprung



# Ursprung



Fermi



Von Neumann



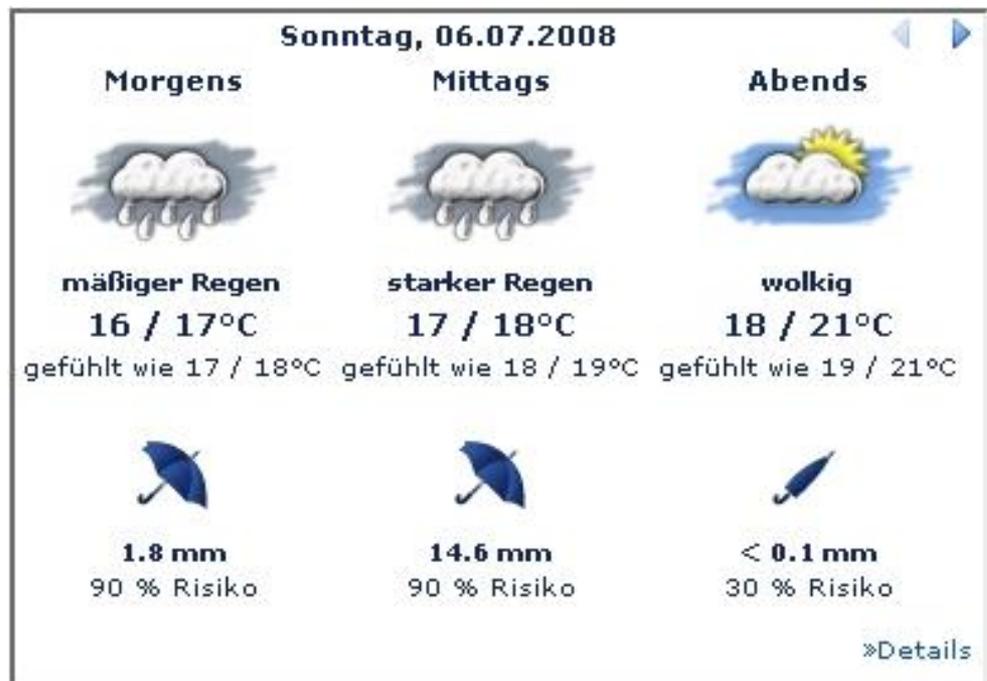
Ulam

MonteCarlo = Name für Forschung in Los Alamos

Fermi: Berechnung von Neutronendiffusion in nuklearen Medien → Entwicklung der Atombombe

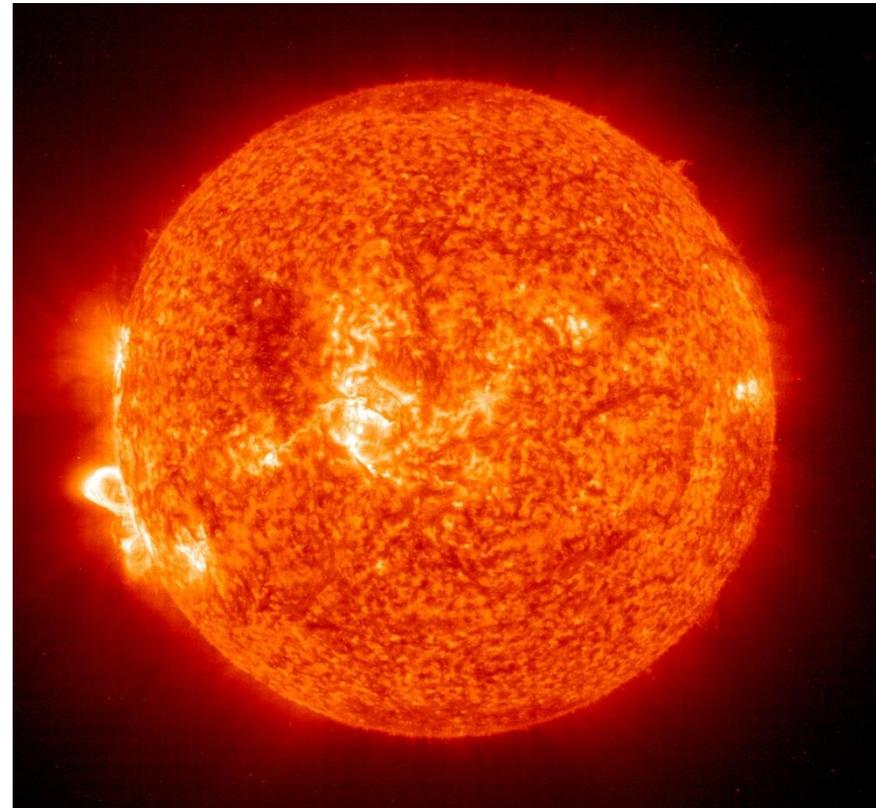
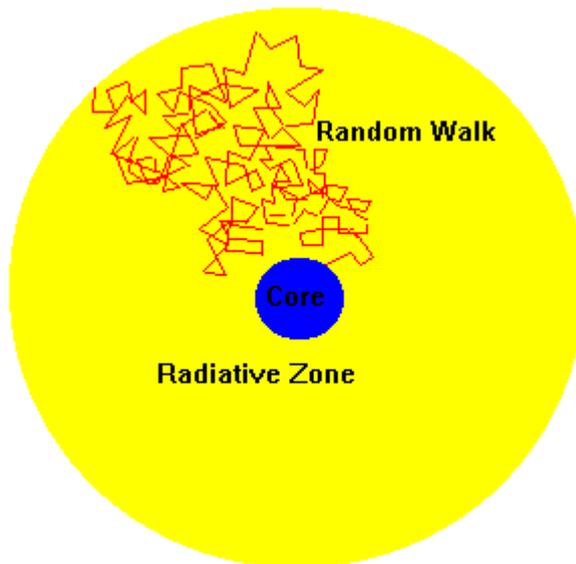
# Anwendungen

- Approximation von Pi
- Verteilungseigenschaften von Zufallsvariablen unbekanntem Verteilungstyp
- Wettervorhersage



# Anwendungen

- Nachbildung komplexer Prozesse
  - Random Walk
    - Photon in Sonne
    - Brownsche Molekularbewegung



# Maple und Zufall

Siehe Maple 😊

# BlumBlumShub

$$n=p*q$$

p, q prim

p und q von der Form  $3k+1$ , d.h.  $p \equiv q \equiv 1 \pmod{4}$

$$s_0 = s^2 \pmod{n}$$

$$s_{i+1} = s_i^2 \pmod{n}$$

# Mersenne Twister

Die Werte  $Y_1$  bis  $Y_N$  (mit  $N = 624$ ) werden als Startwerte vorgegeben. Die weiteren Werte  $Y_i$  mit  $i > N$  werden folgendermaßen berechnet:

$$\begin{aligned}h &:= Y_{i-N} - Y_{i-N} \bmod 2^{31} + Y_{i-N+1} \bmod 2^{31} \\Y_i &:= Y_{i-227} \oplus \lfloor h/2 \rfloor \oplus ((h \bmod 2) \cdot 9908B0DF_{\text{hex}})\end{aligned}$$

Das Symbol  $\oplus$  bezeichnet die bitweise XOR-Verknüpfung, und „hex“ steht für [hexadezimal](#). Das Symbol  $\lfloor \cdot \rfloor$  ist die [Gaußklammer](#) und steht für den abgerundeten Wert, d. h. die größte Ganzzahl, die nicht größer als das Argument in der Klammer ist.

Um die 623-dimensionale Gleichverteilung für alle 32 Bits der  $Y_i$  sicherzustellen, werden die  $Y_i$  noch modifiziert:

$$\begin{aligned}x &:= Y_i \oplus \lfloor Y_i / 2^{11} \rfloor \\y &:= x \oplus ((x \cdot 2^7) \wedge 9D2C5680_{\text{hex}}) \\z &:= y \oplus ((y \cdot 2^{15}) \wedge EFC60000_{\text{hex}}) \\Z_i &:= z \oplus \lfloor z / 2^{18} \rfloor\end{aligned}$$

Dabei steht  $\wedge$  für die bitweise [UND](#)-Verknüpfung.

Die so berechneten  $Z_i$  werden als Zufallszahlen verwendet.