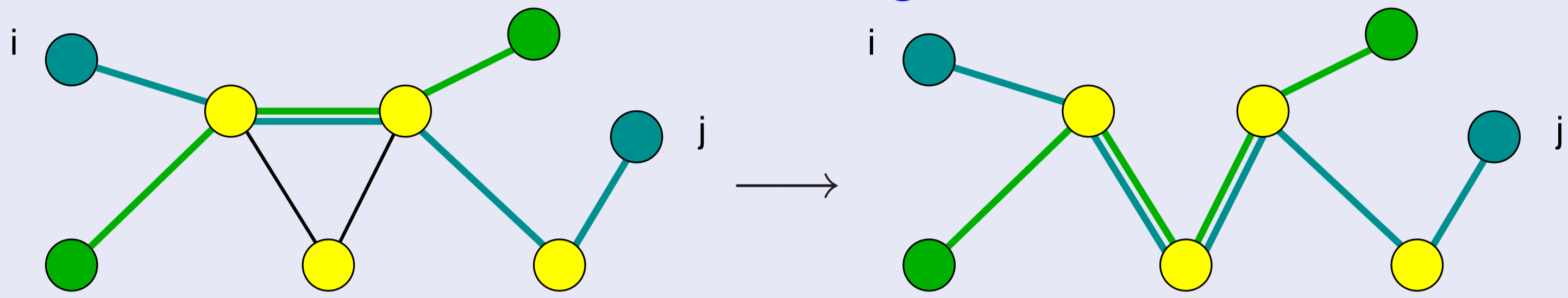


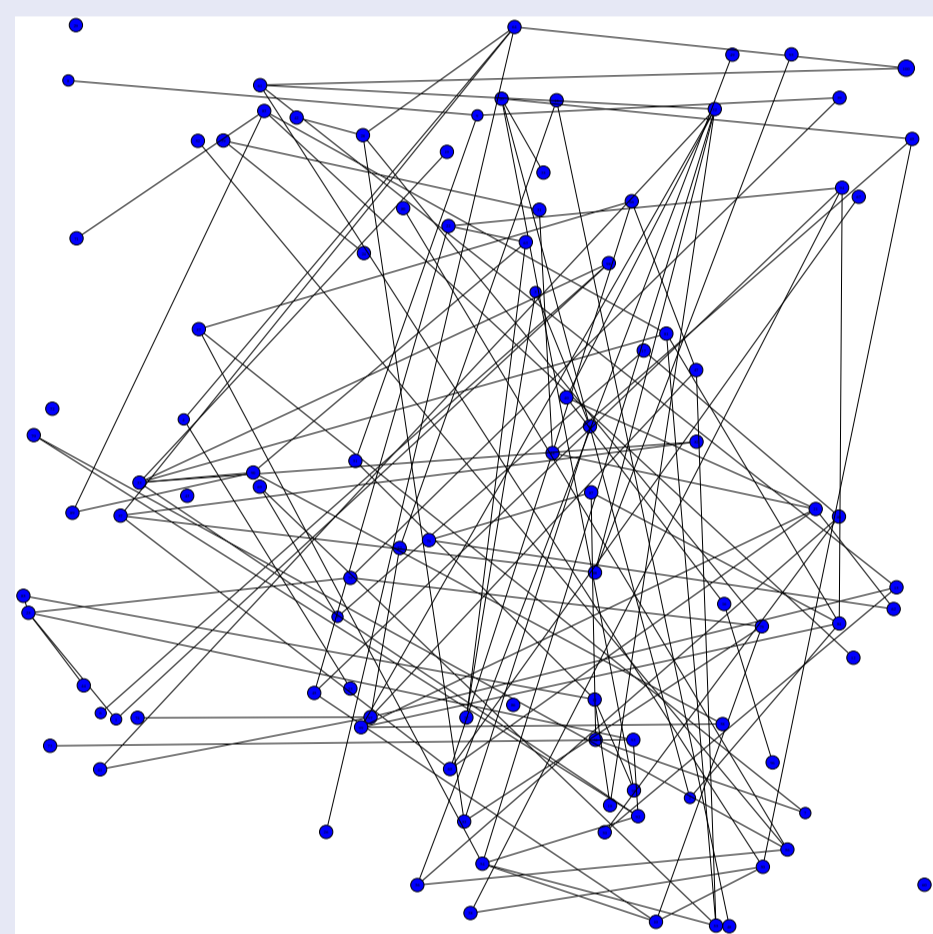
### ► Forschungsfrage und Kontext

Erneuerbare Energien:  
mehr, dezentrale und fluktuierende Quellen  
→ Herausforderung: Netzwerkstabilität  
Wie sehen **die besten** / **die typischen** / **die schlechtesten** Netzwerktopologien aus?  
Vorstudie für Methodenentwicklung:  
**Backup Kapazität** = vereinfachtes Maß für Netzwerk-Widerstandsfähigkeit. Wie stark erhöht sich lokal der Energiefluss maximal bei Entfernen der am stärksten belasteten Kante? Basiert auf **Edge Betweenness**

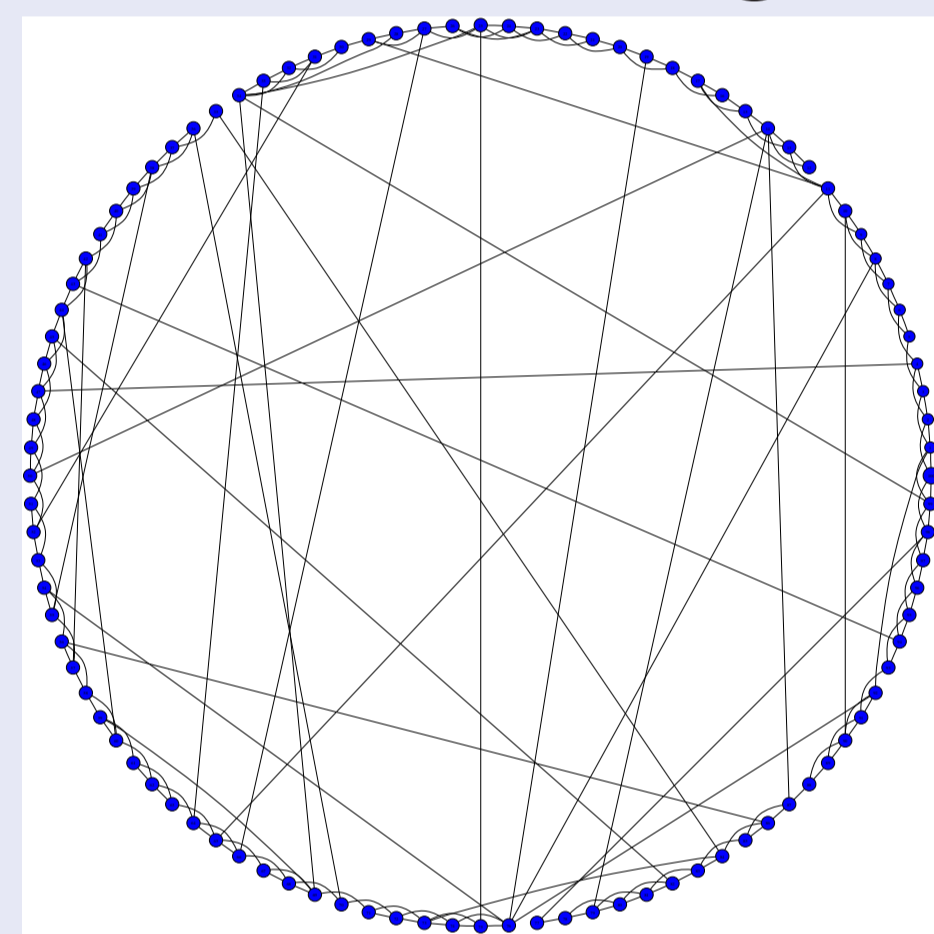


Unterschiedliche Ensembles:

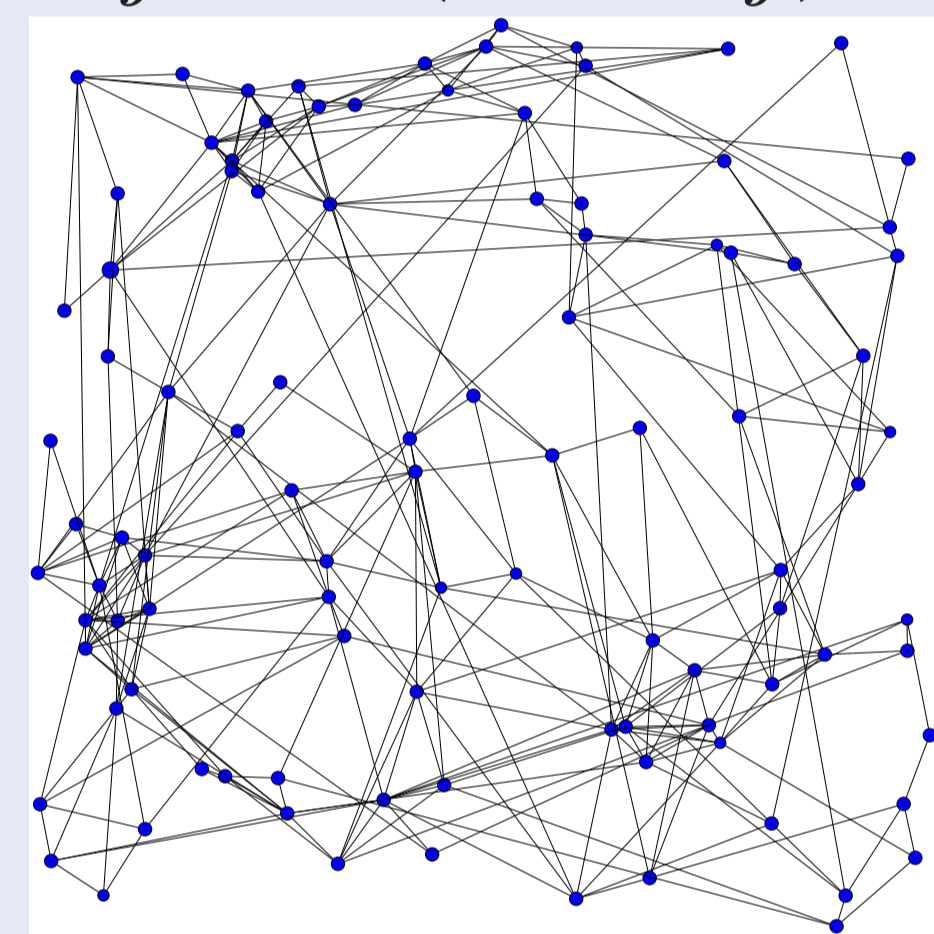
Erdős-Rényi  
 $c$ : mittl. Grad



Small World  
 $p$  = Wahrsch. für Umsetzung

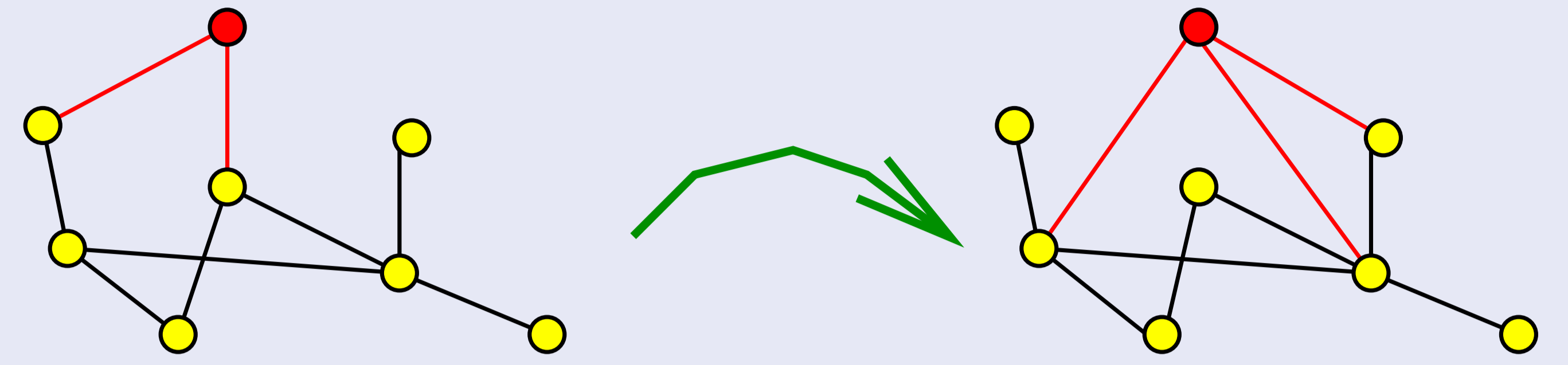


Räumliche Netze  
Zufällige Pos.  
 $p_{ij} \sim a(1 + d_{ij})^{-\alpha}$



### ► Methodik

Monte Carlo Simulation: ändere Graphen schrittweise:



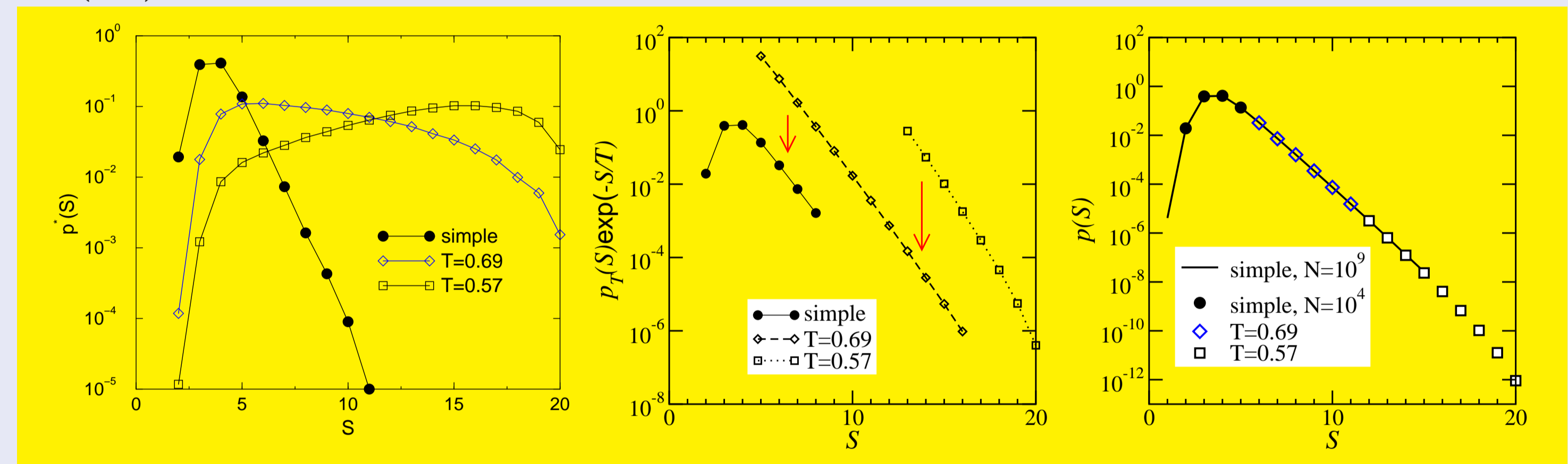
Metropolis Algorithmus:

$$p_{\text{Metr}} = \min \left\{ 1, e^{-[S(G^*) - S(G(t))]/T} \right\}$$

$T$  : Fokus Parameter,  $G(t)$ : Graph bei Zeitschritt  $t$ ,  
 $S$  = Meßgröße,  $G^*$ : geänderter Graph  
 $P_T(S)$ : gemessene Verteilung,  $P(S)$ : gesucht [1]:

$$P(S) = e^{S/T} Z(T) P_T(S)$$

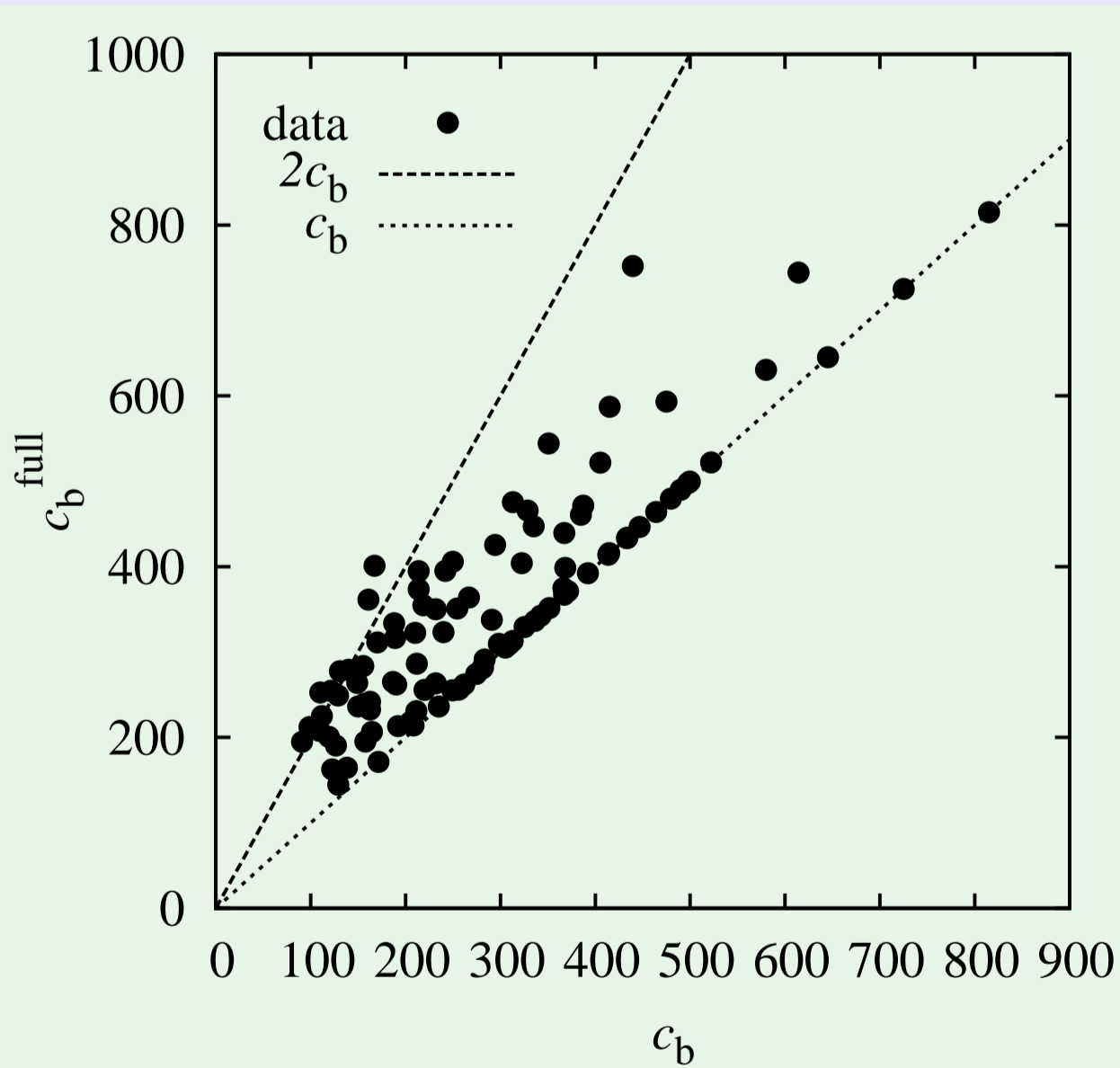
$T$  beliebig → Simulation bei mehreren Werten  
 $Z(T)$  durch "Matching" von Verteilungen:



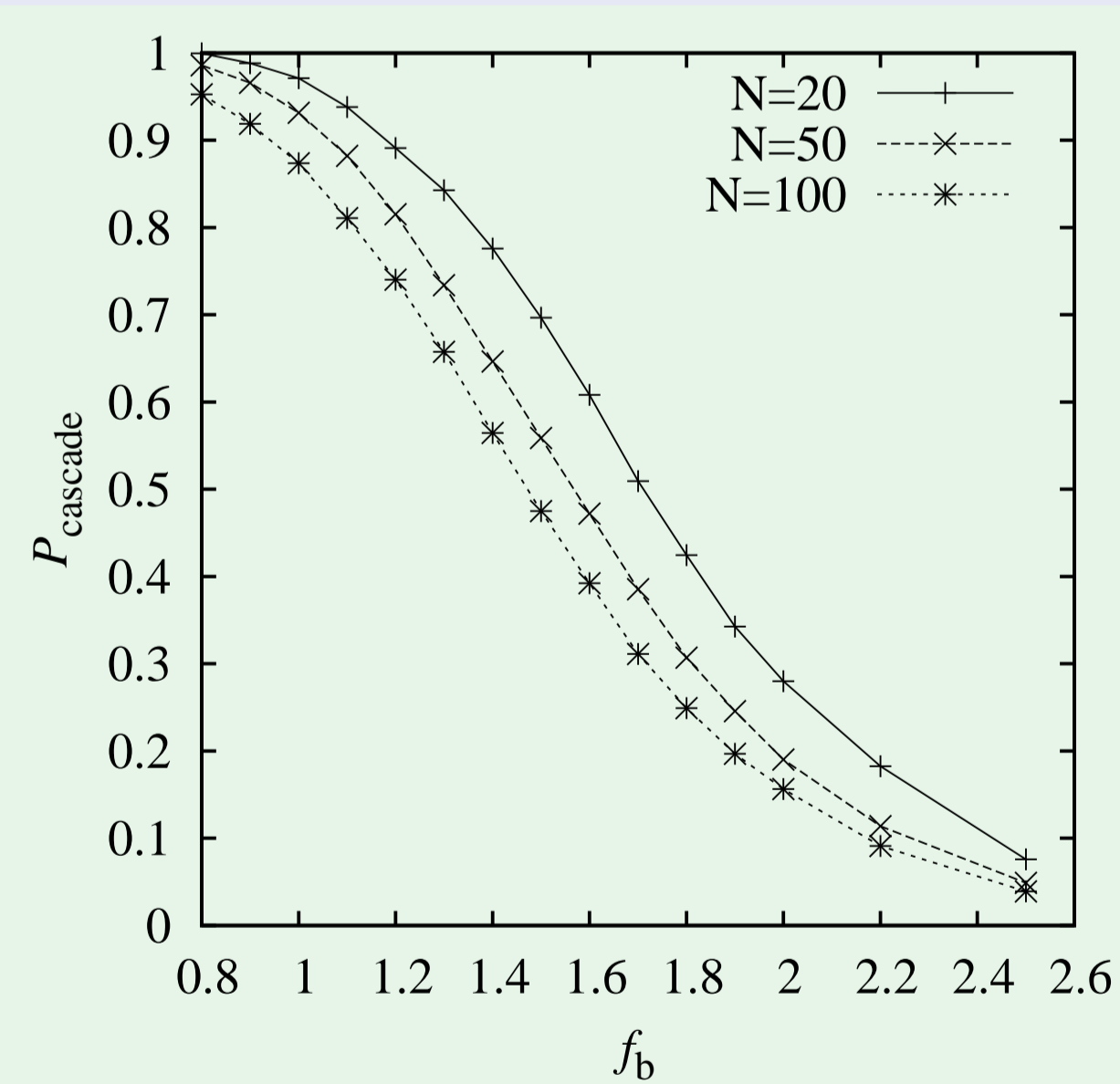
[1] A.K. Hartmann, Phys. Rev. E **65**, 056102 (2002)

### ► Ergebnisse

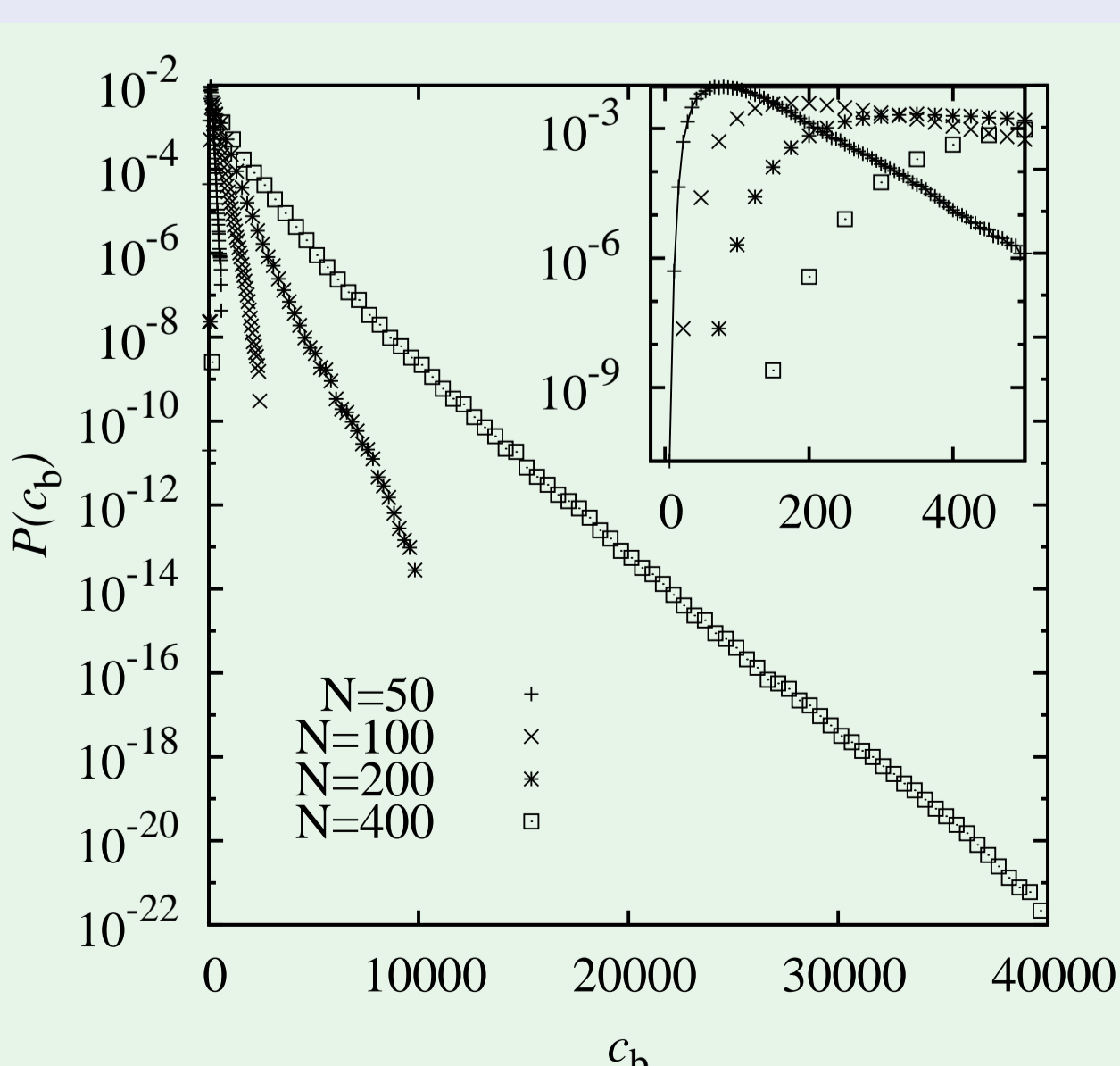
Vergleich: Abtesten aller/einer Leitung(en)



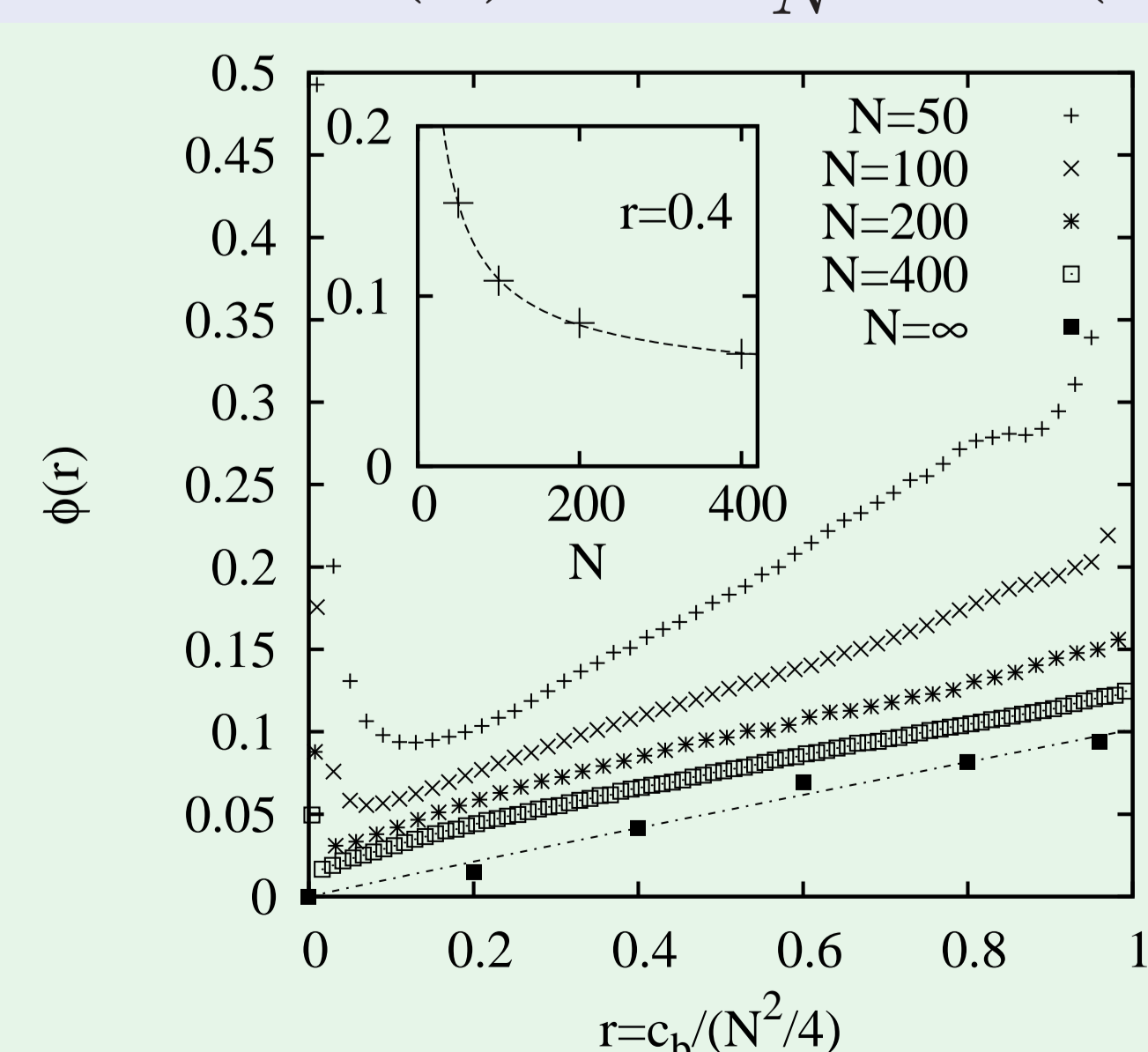
Repräsentativ für kaskadierenden Ausfall?



Verteilung der Backup-Kapazitäten

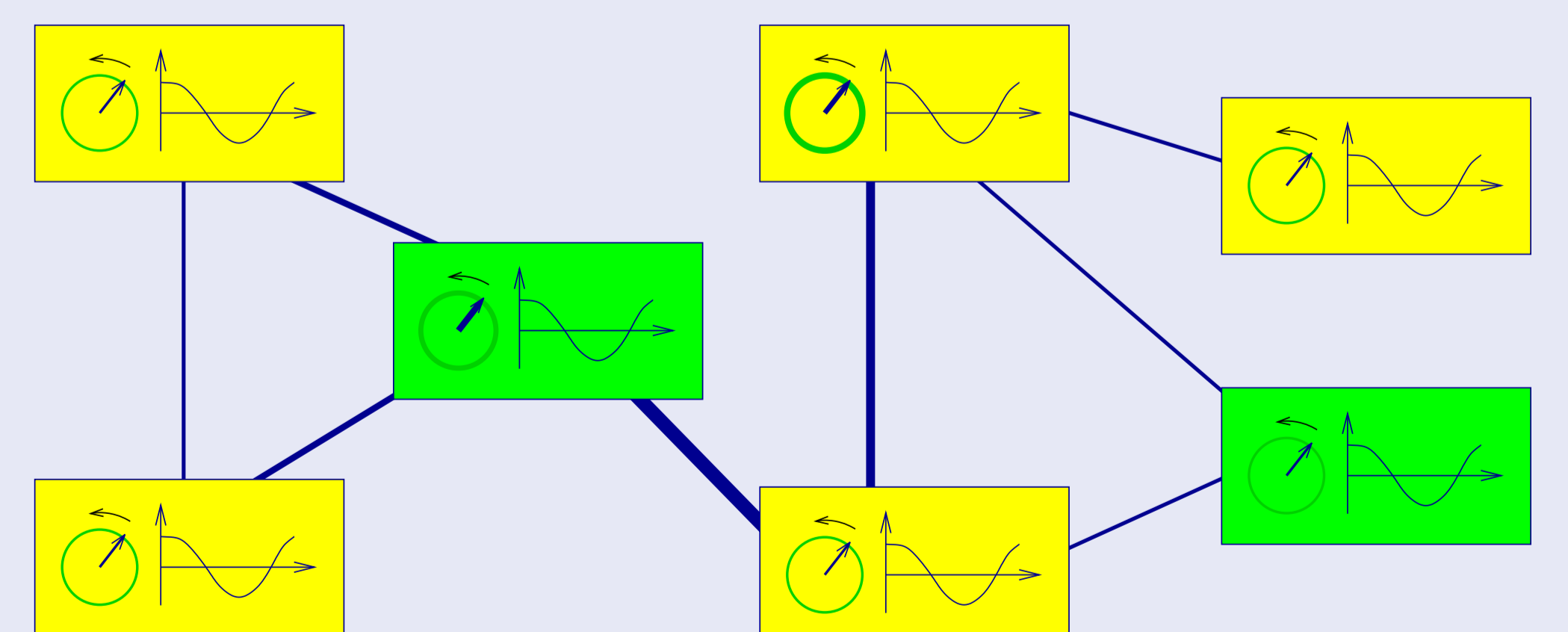


Konvergenz Ratenfunktion  $\phi(r) = -\frac{1}{N} \ln P(r)$



### ► Ausblick und offene Fragen

- Welche Verteilungsfunktionen werden gefunden?
- Korrelationen mit verschiedenen Netzwerkcharakteristiken → Faustregeln (bisher):  
ER Netzwerk: Viele Kanten sind gut (aber teuer)  
SW Netzwerk: Kleiner Graphdurchmesser ist gut
- Anwendung auf weitere räumliche Netzwerke (Gabriel Graph, relative-neighborhood Graph, ...)
- Anwendung auf dynamische Energienetze



- Anwendung auf gekoppelte VISMA's
- Anwendung auf real existierende Grids

Erste Veröffentlichung in Vorbereitung