Peer-to-Peer-Netzwerke

CoNe Freiburg

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

Christian Schindelhauer
Sommersemester 2006
14. Vorlesung
23.06.2006
schindel@informatik.uni-freiburg.de

Evaluation der Lehre im SS2006

- **Umfrage zur Qualitätssicherung und -verbesserung der Lehre**
  - unter den Studierenden
  - in anonymer Form
  - Online-Fragebogen oder zum Ausdrucken
- **http://www.informatik.uni-freiburg.de/~welte/lehrevaluation/ss2006/lehrevaluation.html**
- **Frist bis zum 30. Juni (das ist nächste Woche...)**
- **Sprechstunde:**
  - Dienstag 14-15 Uhr

Inhalte

- **Kurze Geschichte der Peer-to-Peer-Netzwerke**
- **Das Internet: Unter dem Overlay**
- **Die ersten Peer-to-Peer-Netzwerke**
  - Napster
  - Gnutella
- **CAN**
- **Chord**
- **Pastry und Tapestry**
- **Gradoptimierte Netzwerke**
  - Viceroy
  - Distance-Halving
  - Koorde
- **Netzwerke mit Suchbäumen**
  - Skipnet und Skip-Graphs
  - P-Grid
- **Selbstorganisation**
  - Pareto-Netzwerke
  - Zufallsnetzwerke
  - Metrikbasierte Netzwerke
- **Sicherheit in Peer-to-Peer-Netzwerken**
- **Anonymität**
- **Datenzugriff: Der schnellere Download**
- **Peer-to-Peer-Netzwerke in der Praxis**
  - eDonkey
  - FastTrack
  - Bittorrent
- **Peer-to-Peer-Verkehr**
- **Juristische Situation**

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

Koorde

von Kaashoek und Karger

2003

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

Erreichbarer Durchmesser bei Grad logn

- **CHORD:**
  - Grad O(log n)
  - Durchmesser O(log n)
- **Kann mit Grad g=O(log n) ein kleinerer Durchmesser d erreicht werden?**
  - In Abstand 1 sind g Knoten
  - In Abstand 2 sind höchstens g^2 Knoten
  - ...
  - In Abstand d sind höchstens g^d Knoten
- **D.h.** $(\log n)^d = n$
- **Daraus folgt:** $d = \dfrac{\log n}{\log \log n}$
- **Also höchstens geringe Verbesserung des Durchmessers möglich**

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

Gibt es P2P-Netzwerke mit Grad 2 und Durchmesser log n

- **CHORD:**
  - Grad O(log n)
  - Durchmesser O(log n)
- **Kann mit Grad g=2 der Durchmesser O(log n) erreicht werden?**

- **Ja!**
  - z.B. Binärbaum, Butterfly, DeBruijn-Graph, ...

- **Was sind eigentlich DeBruijn-Graphen?**

Shuffle, Exchange, Shuffle-Exchange

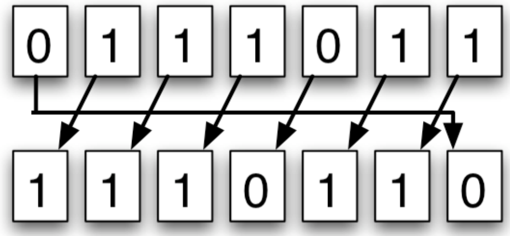
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

- **Betrachte Binärstring S der Länge m**
  - Shuffle-Operation:
    - shuffle(s_1, s_2, s_3,..., s_m) = (s_2,s_3,..., s_m,s_1)
  - Exchange:
    - exchange(s_1, s_2, s_3,..., s_m) = (s_1, s_2, s_3,..., $\neg s_m$)
  - Shuffle-Exchange:
    - SE(S) = exchange(shuffle(S)) = (s_2,s_3,..., s_m, $\neg$ s_1)

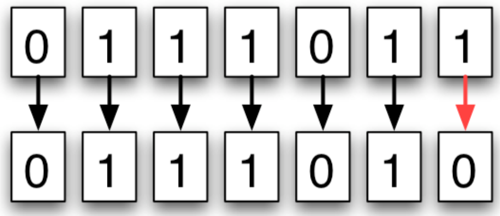
- **Beobachtung:**

  Jeder String A lässt sich in einem beliebigen String B durch m-faches Anwenden von Shuffle und Shuffle-Exchange-Operationen umwandeln

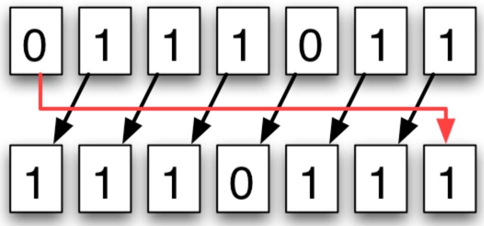
Shuffle



Exchange



Shuffle-Exchange



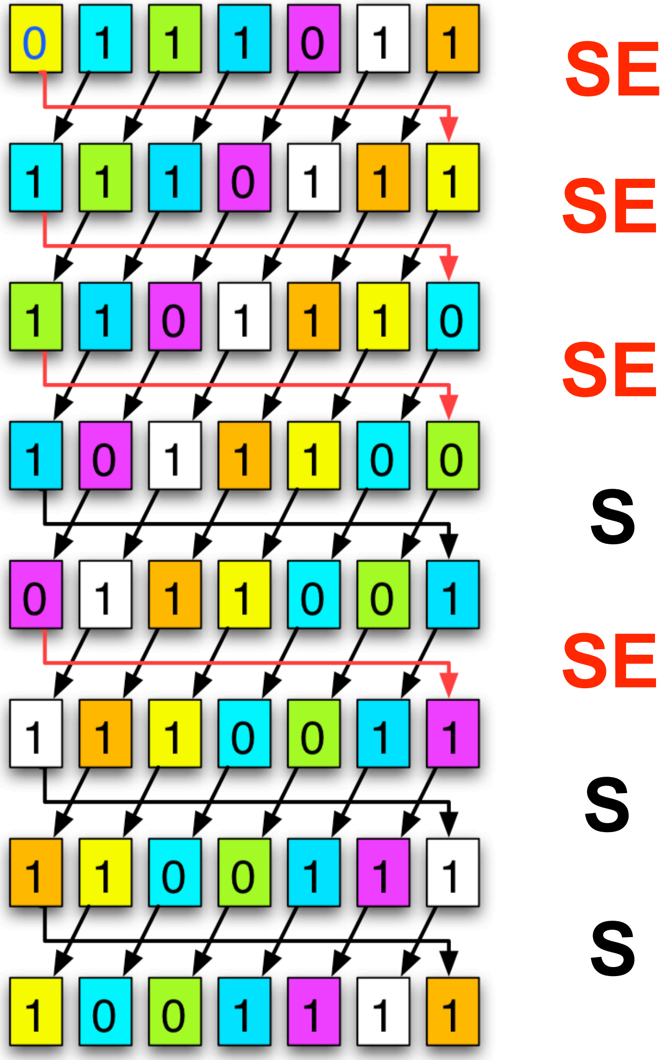
Abrakadabra

- **Beobachtung:**
  Jeder String A lässt sich in einem beliebigen String B durch m-faches Anwenden von Shuffle und Shuffle-Exchange-Operationen umwandeln

Beispiel:

Aus	**0**	**1**	**1**	**1**	**0**	**1**	**1**	**mach**
	1	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	
durch	**SE**	**SE**	**SE**	**S**	**SE**	**S**	**S**	

Operationen



Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

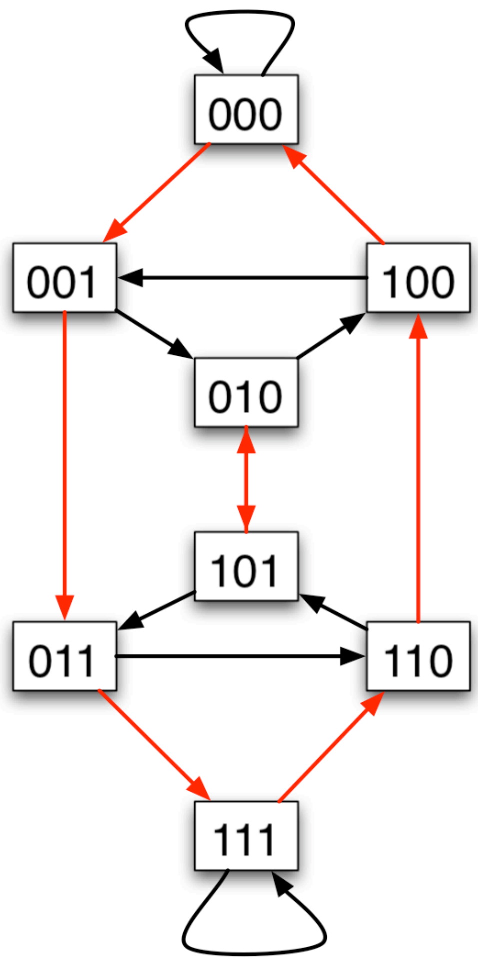
Der DeBruijn-Graph

- **Ein DeBruijn-Graph besteht aus $n=2^m$ Knoten,**
  - dargestellt als m-stellige Binärzahlen
- **Jeder Knoten hat zwei ausgehende Kanten**
  - 1. Kante zeigt von u auf shuffle(u)
  - 2. Kante zeigt von u auf SE(u)

Lemma

- Der DeBruijn-Graph hat Grad 2 und Durchmesser log n

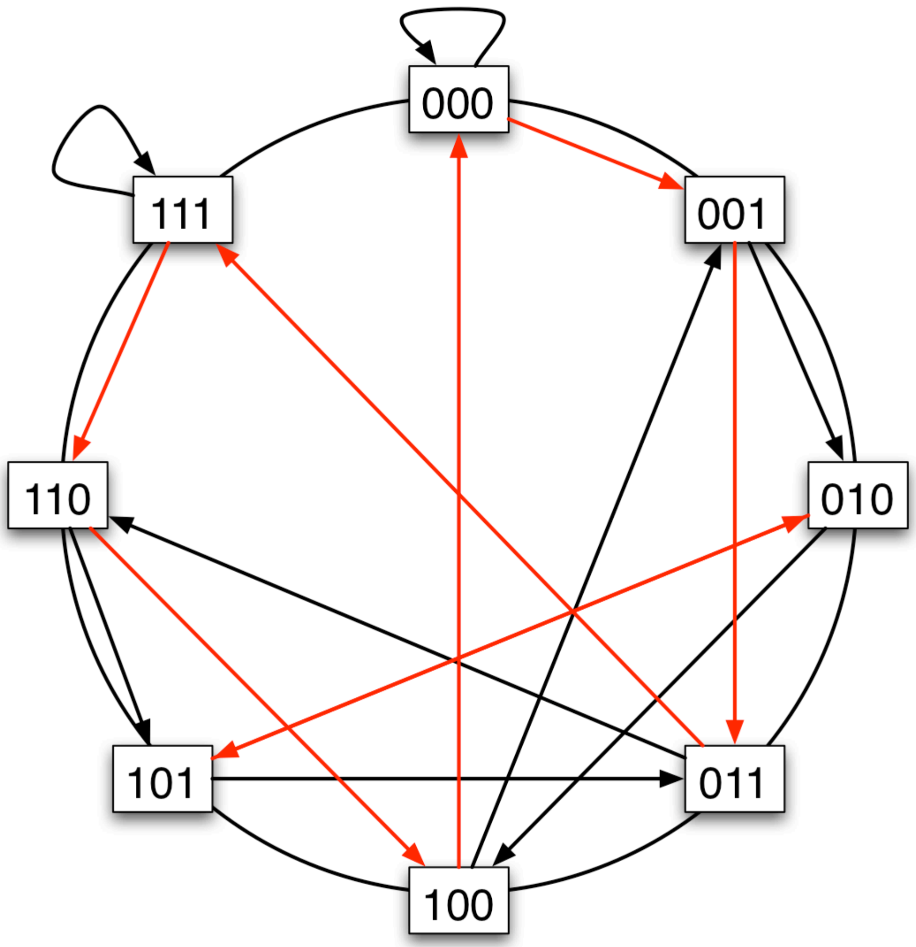
- **Koorde = Ring + DeBruijn-Graph**



Koorde = Ring + DeBruijn-Graph

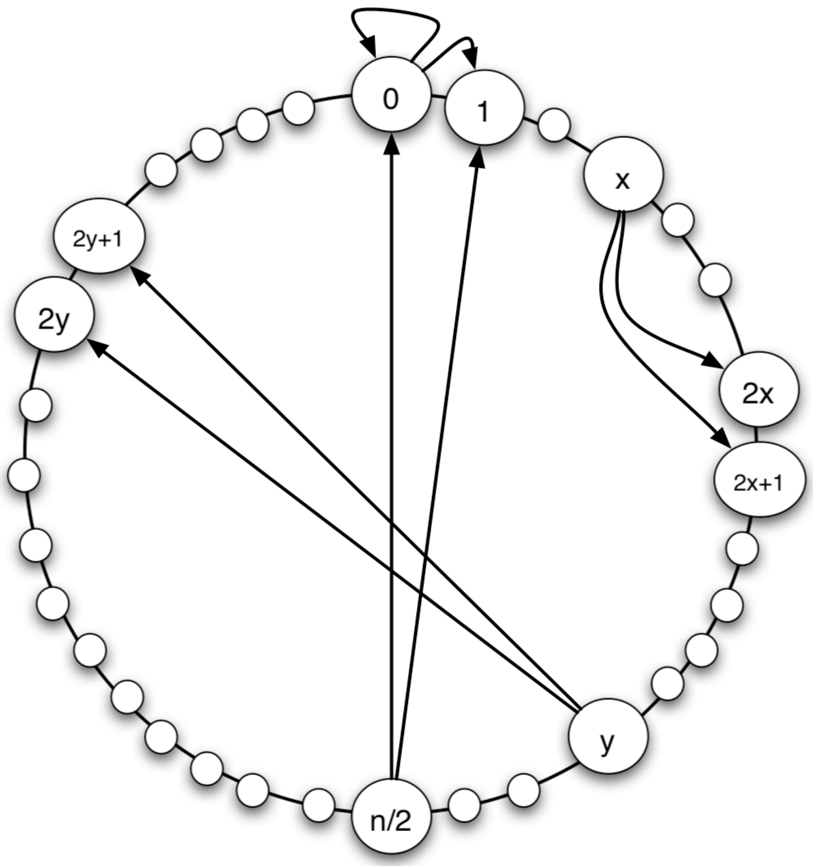
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

- **Betrachte Ring aus 2^m Knoten und DeBruijn-Kanten**



Koorde = Ring + DeBruijn-Graph

- **Betrachte Ring aus 2^m Knoten und DeBruijn-Kanten**
- **Beachte:**
  - shuffle(s_1, s_2,..., s_m) = (s_2,..., s_m,s_1)
    - d.h.:
  - shuffle (x) = (x div 2^{m-1})+(2x) mod 2^m
  - SE(S) = (s_2,s_3,..., s_m, ¬ s_1)
    - d.h.
  - SE(x) = 1-(x div 2^{m-1})+(2x) mod 2^m
    Daraus folgt:
  - Die Nachfolger von x sind
    - 2x mod 2^m und
    - 2x+1 mod 2^m und

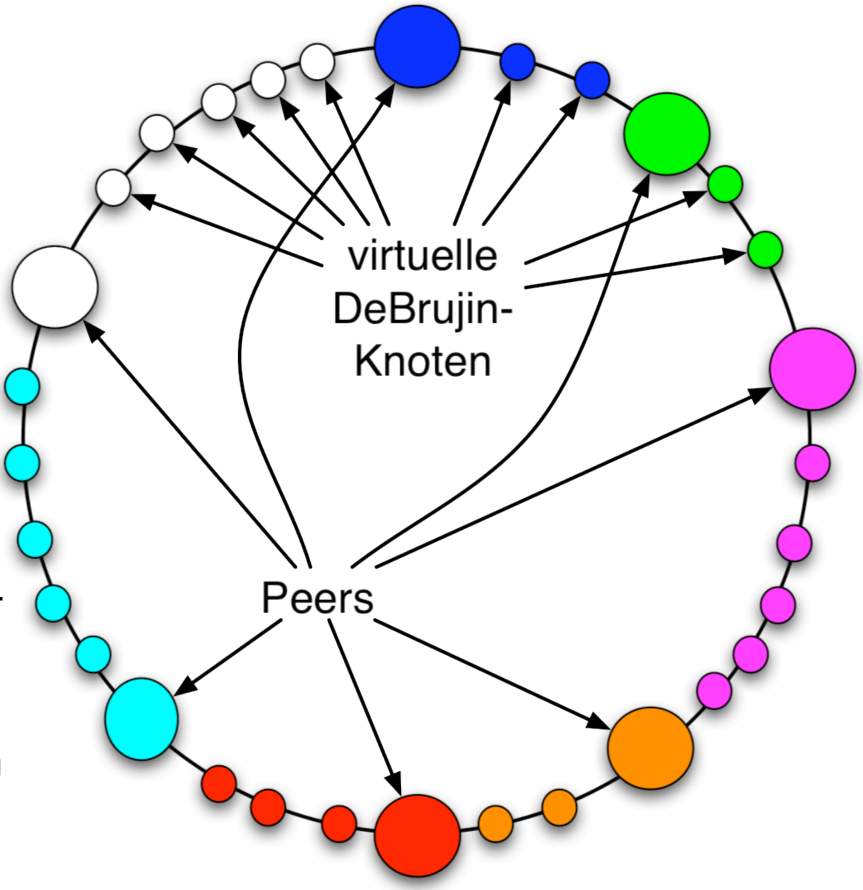


Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

Virtuelle DeBruijn-Knoten

- **Um Kollisionen zu vermeiden muss für n Peers m wie folgt gewählt werden**

  $m > (1+c) \log (n)$
- **Dann ist die Wahrscheinlichkeit, dass zwei Peers den gleichen Knoten erhalten höchstens n^{-c}**
- **Dann gibt es aber wesentlich mehr Peers als DeBruijn-Knoten**
- **Lösung:**
  - Jeder Peer verwaltet alle DeBruijn-Knoten bis zu seinem Nachfolger auf dem Ring
  - Nur bezüglich eingehender Kanten
  - Ausgehende Kanten werden nur vom Peer betrachtet



Eigenschaften von Koorde

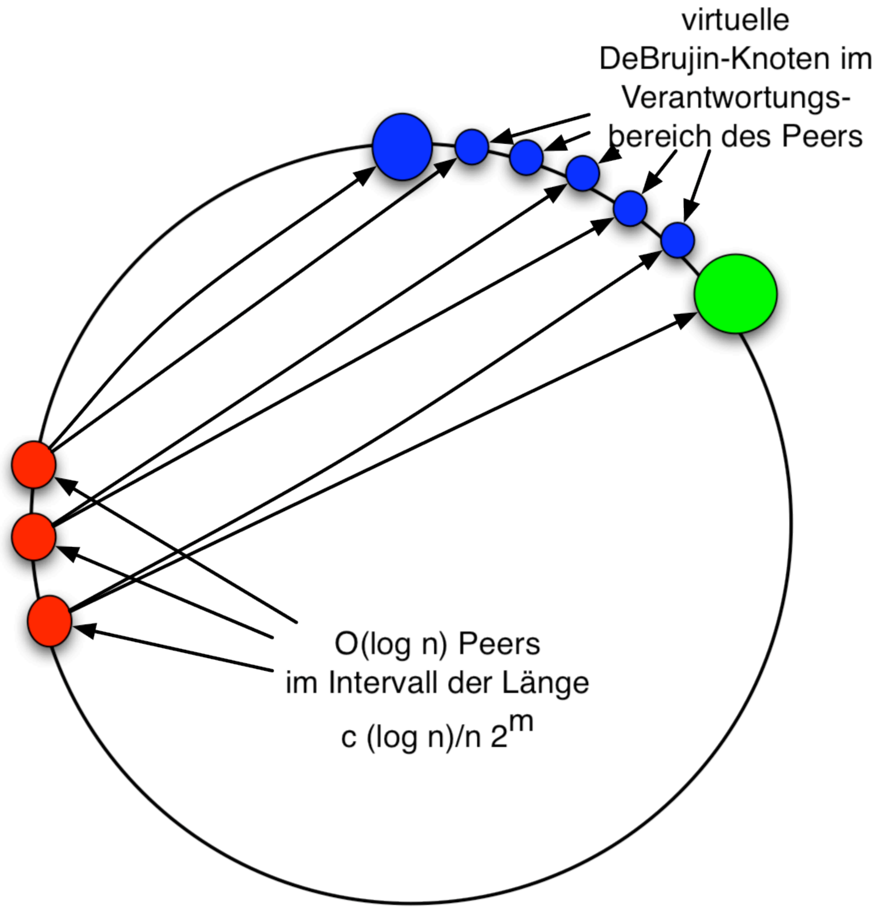
- **Theorem**
  - Jeder Knoten hat vier Zeiger
  - Auf jedem Knoten zeigen mit hoher W'keit höchstens O(log n) Zeiger
  - Der Durchmesser ist mit hoher W'keit O(log n)
  - Suche kann mit hoher W'keit mit O(log n) Nachrichten durchgeführt werden.

- **Aber:**
  - Keine Stabilisierungstrategie bekannt
  - Zusammenhang des Koorde-Graphen ist sehr klein

Eigenschaften von Koorde

- **Theorem**
  1. Jeder Knoten hat vier Zeiger
  2. Auf jedem Knoten zeigen mit hoher W'keit höchstens O(log n) Zeiger

- **Beweis:**
  1. folgt aus Definition DeBruijn-Graph und daher, dass Koorde keine Zeiger der virtuellen Knoten im Peer berücksichtigt
  2.
     - Der Abstand zum nächsten Peer ist höchstens c (log n)/2^m mit hoher W'keit
     - Die Strecke von der Peers auf diese virtuellen Knoten zeigen können ist daher höchstens c (log n)/2^m lang
     - Darin befinden sich mit hoher Wahrscheinlichkeit höchstens O(log n) Peers



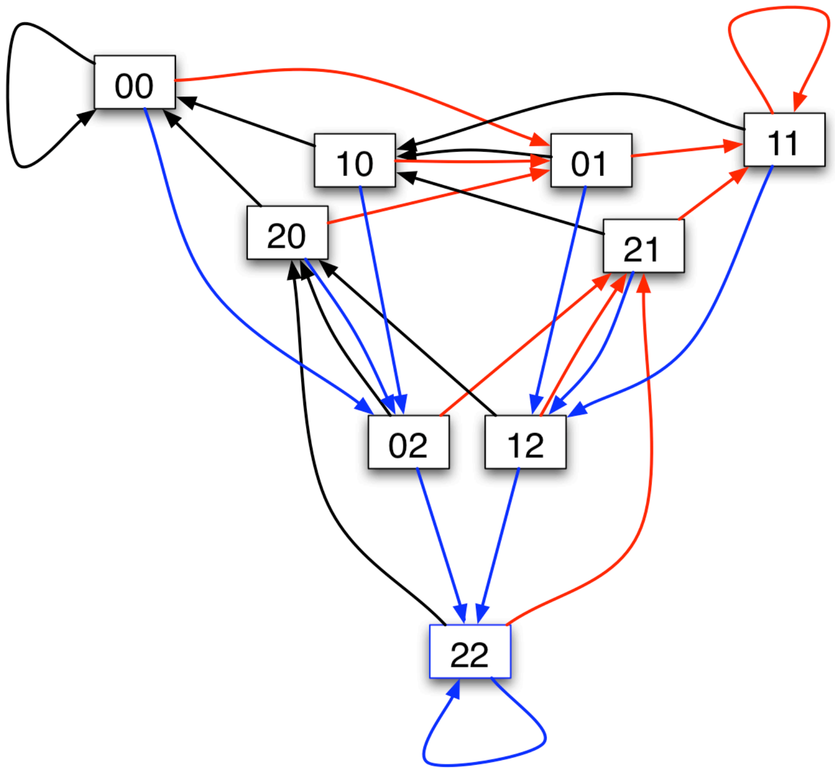
Eigenschaften von Koorde

- **Theorem**
  - Der Durchmesser ist mit hoher W‘keit O(log n)
- **Beweisidee:**
  - Starte mit Pfad der Länge m mit Hilfe der virtuellen DeBruijn-Knoten
  - Suche verantwortliche Peers und deren Nachbarn und bette Pfad entsprechend ein
  - Wodurch kann ein Pfad auf k + 3log n Sprünge verlängert werden?
    - Wenn zwischen virtuellen Knoten und Peer insgesamt mindestens k Peers liegen
    - Die erwartete Anzahl ist aber pro Sprung konstant.
    - Setze k = c log n und wende Chernoff-Schranke an.
- **Beweisidee: zu Suche benötigt O(log n) Sprünge**
  - analog

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

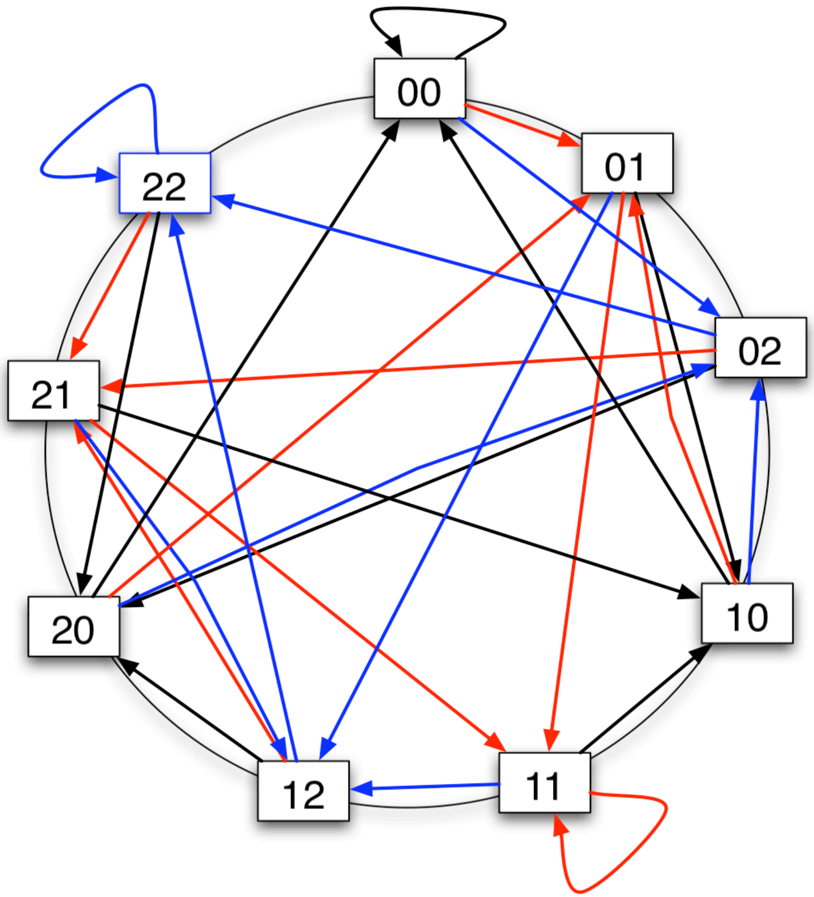
Der Grad-k-DeBruijn-Graph

- **Betrachte nun Alphabet über k Buchstaben, z.B. k = 3**
- **Jeder k-DeBruijn-Knoten x habe Nachfolger**
  – ($kx \bmod k^m$), ($kx+1 \bmod k^m$), ($kx+2 \bmod k^m$), ... , ($kx+k-1 \bmod k^m$)
- **Durchmesser verkürzt sich auf**
  (log m)/(log k)
- **Graphzusammenhang erhöht sich auf k**



k-Koorde

- **Natürliche Verallgemeinerung von Koorde**
- **Verbesserung der Suche auf O((log n)/(log k))**
- **Aber Stabilisierungsalgorithmus nicht bekannt**



Ende der 14. Vorlesung

CoNe Freiburg

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

Peer-to-Peer-Netzwerke

Christian Schindelhauer
schindel@informatik.uni-freiburg.de