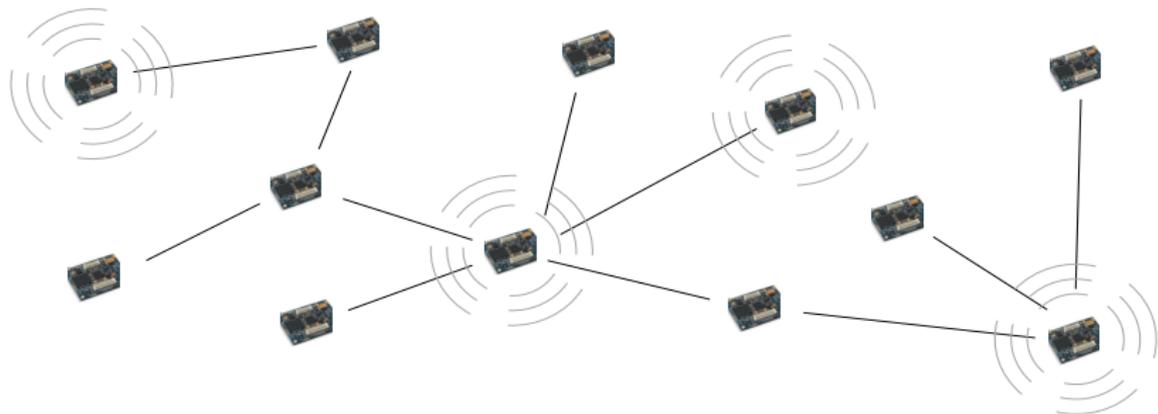


# Algorithmen für Ad-hoc- und Sensornetze

## VL 13 – Der Schluss

Markus Völker | 18. Juli 2012 (Version 1)

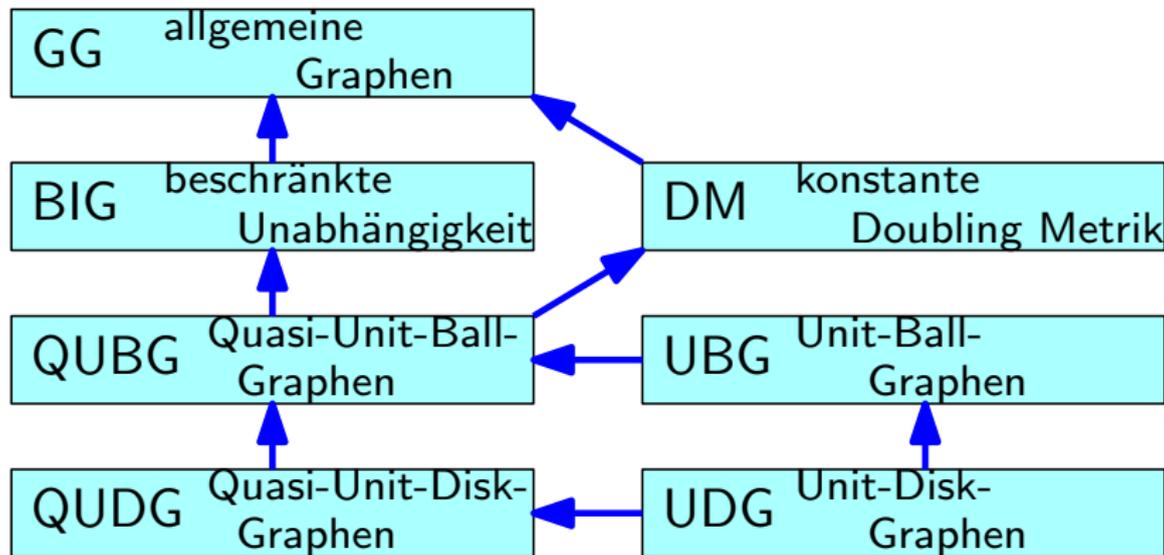
INSTITUT FÜR THEORETISCHE INFORMATIK - LEHRSTUHL FÜR ALGORITHMIK (PROF. WAGNER)



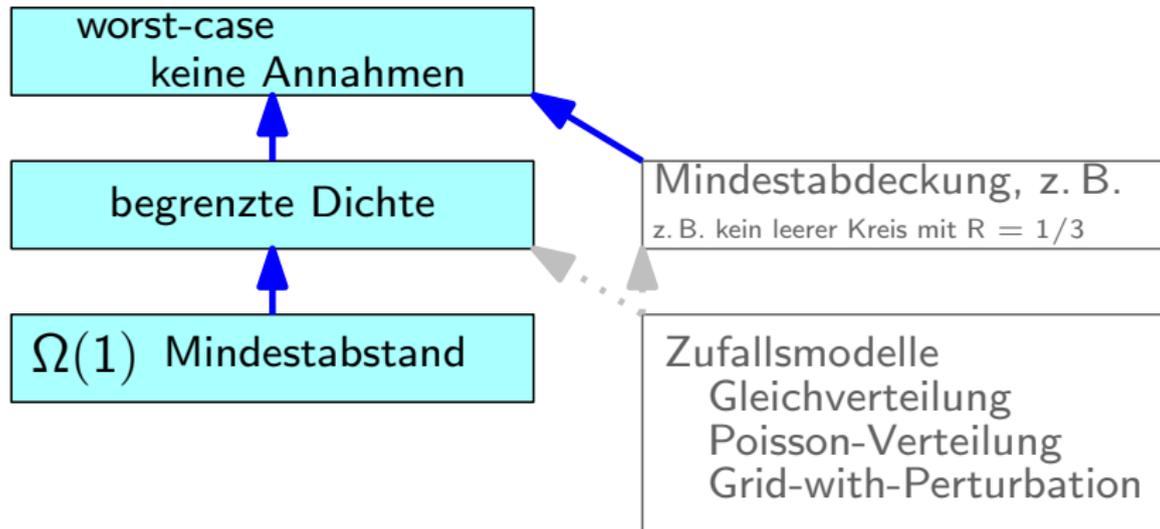
- Modellüberblick, Trends & Exoten
  - Mobilität
  - Geometrie in dichten Netzen
- Organisatorisches
  - Vorlesungsevaluation
  - Werbepause
- Prüfungen
  - Allgemeine Bemerkungen
  - Themen & Beispiele

- Verbindungsmodelle
- Verteilungsmodelle
- Interferenzmodelle
- Berechnungsmodelle
- Energiemodelle
- Dynamik und Mobilität

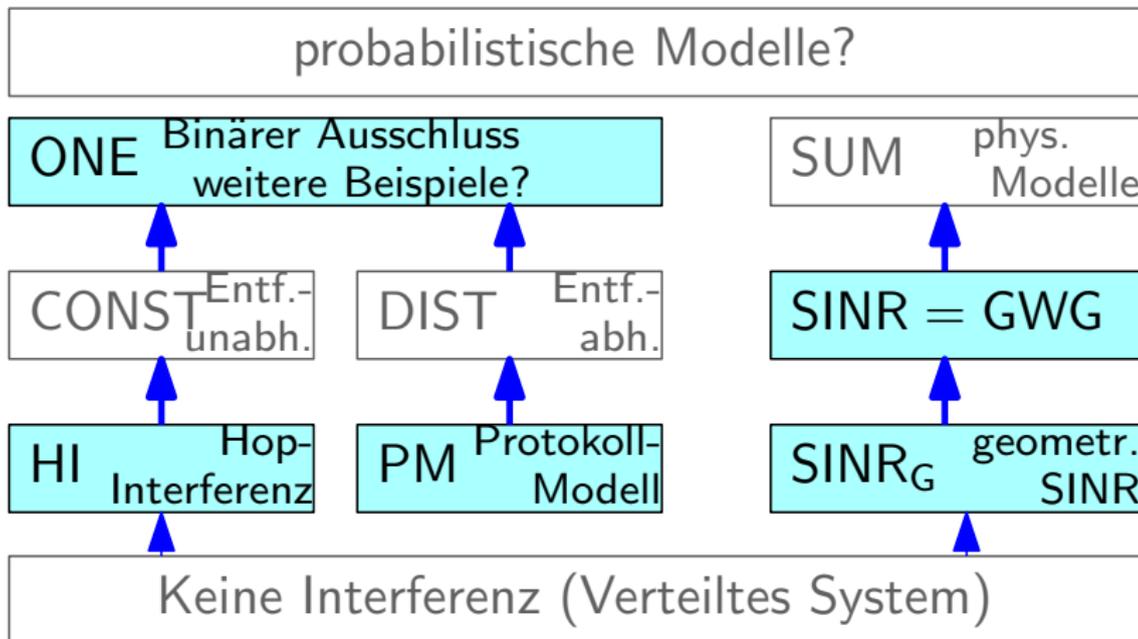
Welche strukturellen Eigenschaften kann ich bei einem Sensornetzwerk annehmen?



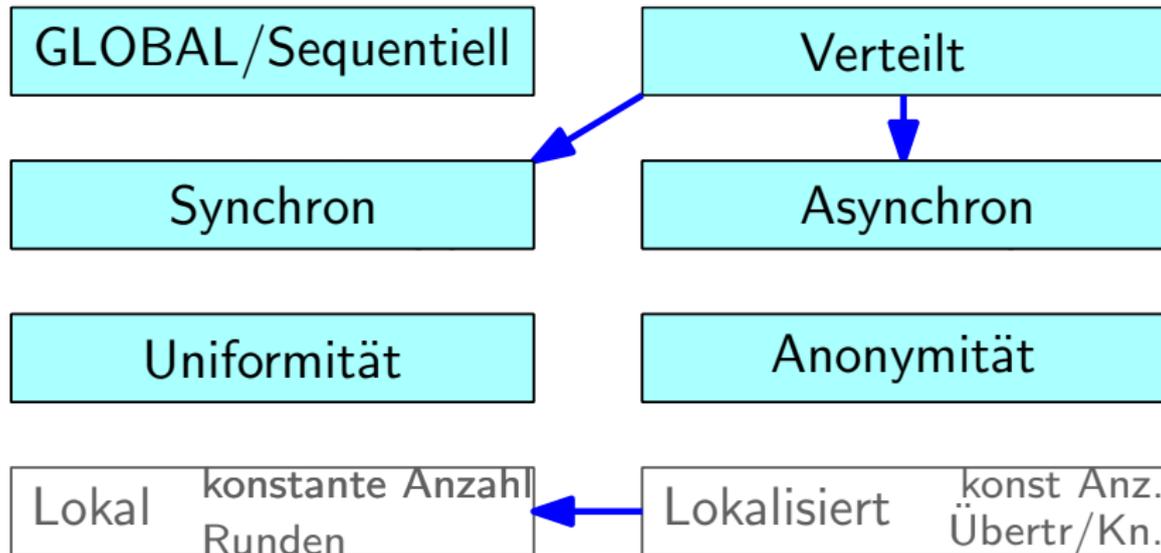
Welche Annahmen habe ich darüber, wie die Knoten verteilt sind?



Wie beeinflussen sich gleichzeitige Übertragungen?



Welche Voraussetzungen bringen Knoten mit?



Welche Effekte berücksichtigen wir, wenn wir Energieverbrauch minimieren wollen?

- Übertragungen
  - Nachrichtenkomplexität?
  - Entfernungsabhängige Kosten
  - Sendeleistungen, die Interferenz berücksichtigen?
- Wartezeiten
  - Zeit, in der der Empfänger angeschaltet ist
  - Zeit, in der der Knoten nicht schläft
- ...

Viele Parameter, oft noch vom Berechnungsmodell „verdeckt“.

Wie analysiert man, wie sich Algorithmen in dynamischen Szenarien verhalten?

- Kanten unterliegen Störungen
- Knoten verschwinden oder kommen hinzu
- Knoten bewegen sich
  
- viele Simulationen, aber keine anerkannten Modelle
- wenige belastbare Aussagen
  - Bsp: Routen in dichten Netzen bei fester Maximalgeschwindigkeit garantiert
  - Bsp: benötigte Puffergrößen in Data-Gathering-Protokollen im Vergleich zur Erfolgswahrscheinlichkeit

Wie macht man eine worst-case-Abschätzung, wenn im worst-case fast alles passieren kann? **Damit tut sich die Algorithmik schwer!**

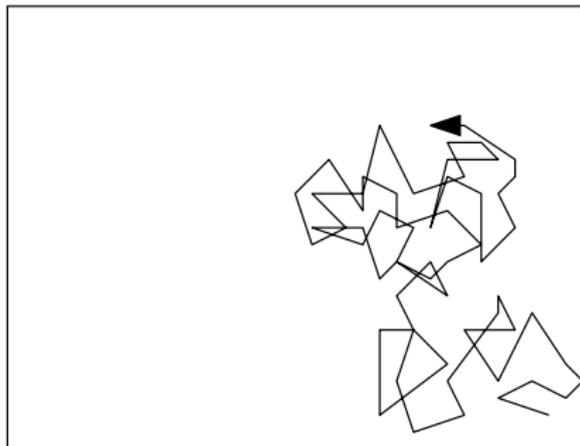
Kann man wenigstens für Simulationen vernünftig beschreiben, wie sich Knoten bewegen könnten?

- Sinnvoller Zufall statt worst-case!

## Random Walk

Jeder Knoten wählt alle  $k$  Zeiteinheiten eine Richtung und eine Geschwindigkeit aus einem Intervall  $[0, v_{\max}]$ .

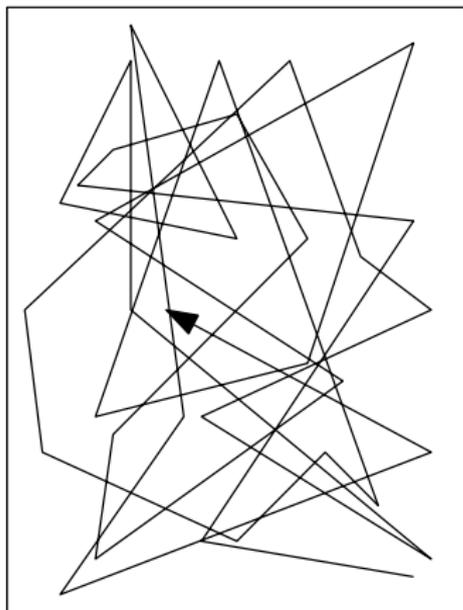
- an den Grenzen wird reflektiert
- + einfach genug?
- sehr wirre Bewegungen



## Random Waypoint

Jeder Knoten wählt zu Beginn einen Zielpunkt und eine Geschwindigkeit aus einem Intervall  $[v_{\min}, v_{\max}]$ . Kommt er dort an, wählt er die beiden Parameter neu.

- + bildet zufällige Bewegungen von echten Aktoren besser ab
- hat gemeine Tücken in der Analyse! (Welche?)



# Tücke 1: Knotendichte

Egal, wie man die Knoten zu Beginn platziert, nach einiger Zeit ist die Dichte der Knoten überall gleich hoch, oder?

- das stimmte beim Random Walk, aber hier nicht!

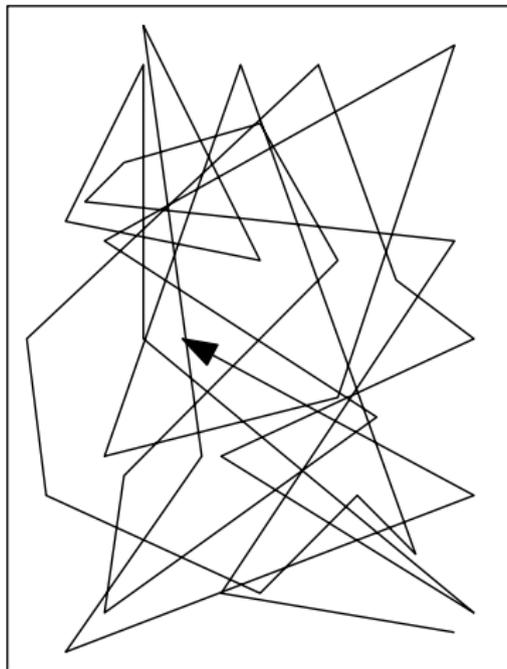
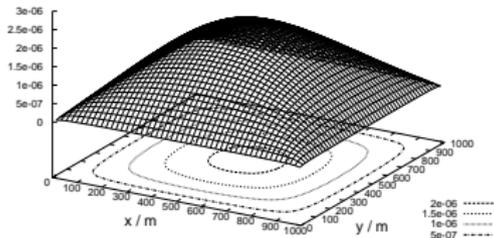


Bild: Bettstetter/Wagner

# Tücke 1: Knotendichte

Egal, wie man die Knoten zu Beginn plaziert, nach einiger Zeit ist die Dichte der Knoten überall gleich hoch, oder?

- das stimmte beim Random Walk, aber hier nicht!



## Beobachtung

Zu einem beliebigen (späten) Zeitpunkt ist jeder Knoten auf dem Weg zwischen zwei Knoten  $A$  und  $B$ .

- die sind nicht gleichverteilt, höhere Entfernungen sind wahrscheinlicher
- schon bei gleichverteilten  $A, B$  ist die Wahrscheinlichkeit einer Fläche im Zentrum deutlich höher, überschritten zu werden!

Bild: Bettstetter/Wagner

## Tücke 2: $v_{\min} = 0$

Was passiert, wenn wir Geschwindigkeit auch nur aus Intervall  $(0, v_{\max}]$  wählen? Dann sollten sich Knoten im Schnitt etwa mit Geschwindigkeit  $v_{\max}/2$  bewegen, oder?

- direkt nach dem Start:  $v_{\max}/2$  (alles im grünen Bereich!)
  - und ab dann nimmt sie ab!
- intuitive Begründung:
  - je langsamer sich ein Knoten bewegt, um so länger tut er das wahrscheinlich!
- man kann sogar zeigen, dass die Durchschnittsgeschwindigkeit gegen 0 geht
  - selbst in Einreichungen auf größeren Konferenzen unterläuft Autoren dieser Fehler

## Beobachtung

Sehr dichte Netze verhalten sich fast wie ein kontinuierliches Gebilde.

- Hop-Entfernungen nähern sich Euklidischen Entfernungen immer weiter an
- ⇒ Geometrische Konstruktionen möglich?

- Bitte Termine frühzeitig ausmachen
  - die nächsten Monate prüfe ich voraussichtlich
  - spätestens ab Anfang des nächsten Jahres prüft Prof. Wagner
  - je nach Kombinationen muss Prof. Wagner die Vorlesung mitprüfen
  - Achtung: VL ist einmalig und wird nur in den nächsten 3 Semestern geprüft!

- im Allgemeinen sollten die Folien zum Lernen ausreichen
  - was da nicht angesprochen wird, ist nicht relevant für die Prüfung
  - Aussagen ohne Beweise sollte man trotzdem kennen
- Weiterlesen ist nicht verboten
  - im Buch: einige Kapitel entsprechen fast direkt der Vorlesung
  - in Referenzen: bei Unklarheiten
- Fehler auf Folien bitte melden!
  - Korrekturen an Folien werden *ab heute* auf der VL-Seite explizit aufgeführt
- bei Fragen stehe ich per Email oder im Büro zur Verfügung

- Erklärung von Grundbegriffen
  - Begriffe verteilte Algorithmen
  - Komplexität, Anonymität
  - Unterschied proaktive / reaktive Routingprotokolle
  - ...
- Fragen nach Modellen (durch ganze VL)
  - Was für Modelle haben wir kennengelernt für...
    - Vernetzung, Interferenz, ...
    - wofür sind sie gut?
- Beschreibung Link-Reversal-Algorithmus
  - generell: Algorithmen sollte man skizzieren können!
  - Aussagen zu Korrektheit und Laufzeit
  - Beweisidee skizzieren

- Welche grundlegenden Varianten von Georouting haben wir behandelt?
  - Greedyrouting / Facettenrouting
  - Vorteile/Nachteile
- Welche Modelle sind Voraussetzung für Facettenrouting?
  - Was braucht man für Korrektheit, was für Laufzeitanalyse?
- Welche Ideen sind über die Zeit ins FR eingeflossen und warum?
  - was leistet jede Verbesserung gegenüber Vorgänger?
  - warum sind wir mit dem Ergebnis zufrieden?
- zu welchen anderen Themen gibt es Bezüge?

# Beispielfragen VL03 – Location Services

- Was ist ein Location Service?
  - was für Eigenschaften haben Netze, in denen solche Dienste Sinn ergeben?
- Welche Ziele verfolgen wir?
  - warum leisten einfache Lösungen das nicht? Beispiele?
- was unterscheidet die Ansätze von GLS/MLS voneinander?
  - Was leisten/fordern sie jeweils?
  - Grundzüge der Verfahren skizzieren
  - Erklären, welche Punkte für Korrektheit/Laufzeit wichtig sind

# Beispielfragen VL04 – Topologiekontrolle

- Welche Ziele kann man mit Topologiekontrolle verfolgen?
- Welche Mittel kann man einsetzen?
- Wofür haben wir Minimale Spannbäume ausgenutzt?
  - Was haben wir erreicht? Wie?
- Was sind wichtige Eigenschaften von geometrischen Graphen?
  - Welche sind relevant? Wofür noch?
- was hat Topologiekontrolle mit Interferenz zu tun?

- Algorithmen sollte man beschreiben können
  - und darauf zeigen können, welche Ideen wichtig für Korrektheit/Laufzeit sind
- Voraussetzungen sollte klar sein
  - einzelne Themen haben sehr unterschiedliche Sichten!
- Definitionen und Kernaussagen sollten bekannt sein
- Längere Beweise muss man nicht im Detail vorführen können
  - aber die wesentlichen Zutaten sollte man im Kopf haben
  - was ist der entscheidende Kniff?

**Gibt es noch Fragen?**

- für das regelmäßige Erscheinen
- für die Aufmerksamkeit
- für die Mitarbeit

Schöne Semesterferien und viel Erfolg bei der Vorbereitung auf die Prüfungen!

- 1 S. Schmid, R. Wattenhofer: *Algorithmic Models for Sensor Networks*. In: *14th International Workshop on Parallel and Distributed Real-Time Systems (WPDRTS)*, 2006
- 2 C. Bettstetter, C. Wagner: *The Spatial Node Distribution of the Random Waypoint Mobility Model*. In: *Mobile Ad-Hoc Netzwerke, 1. deutscher Workshop über Mobile Ad-Hoc Netzwerke WMAN*, 2002
- 3 J. Yoon, M. Liu, B. Noble: *Random waypoint considered harmful*. In: *IEEE In Proceedings of the 22nd Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies (INFOCOM)* **2**, 2003