



ALBERT-LUDWIGS-
UNIVERSITÄT FREIBURG

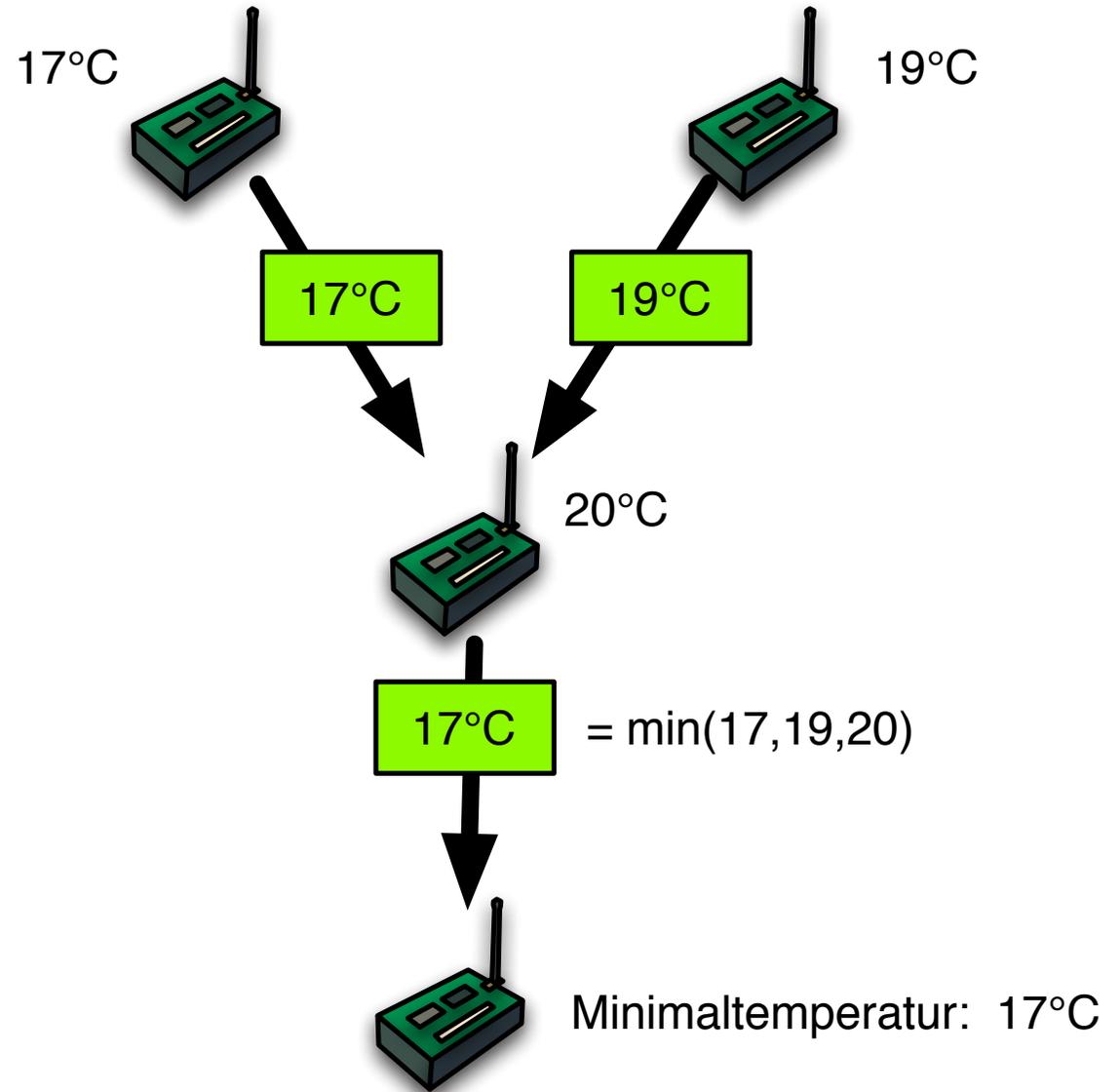
Algorithmen für drahtlose Netzwerke

Drahtlose Sensornetze: Datenaggregation

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



Echte Daten- aggregation durch interne Neuberechnung



Routing-Modelle für Datenaggregation

▶ Address-zentriertes Protokoll

- Jeder Sensor sendet unabhängig zur Senke
- Für (echte) Aggregation nicht nutzbar.

▶ Daten-zentriertes Protokoll

- Die weiterleitenden Knoten können Nachrichteninhalte lesen und verändern

▶ Literatur

- Krishnamachari, Estrin, Wicker The Impact of Data Aggregation in Wireless Sensor Networks, Proc. of the 2nd Int. Conf. on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW'02)

Energieoptimale Baumstruktur

▶ **Gegeben:**

- Menge von Datenquellen und eine Senke
- Kommunikationsgraph G

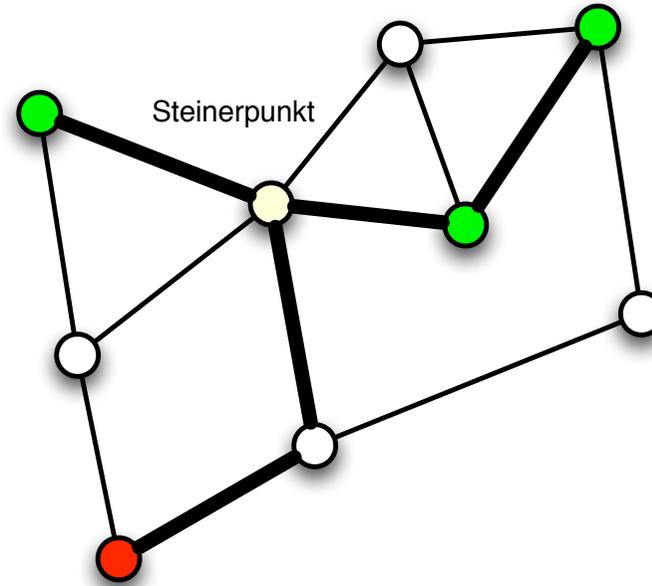
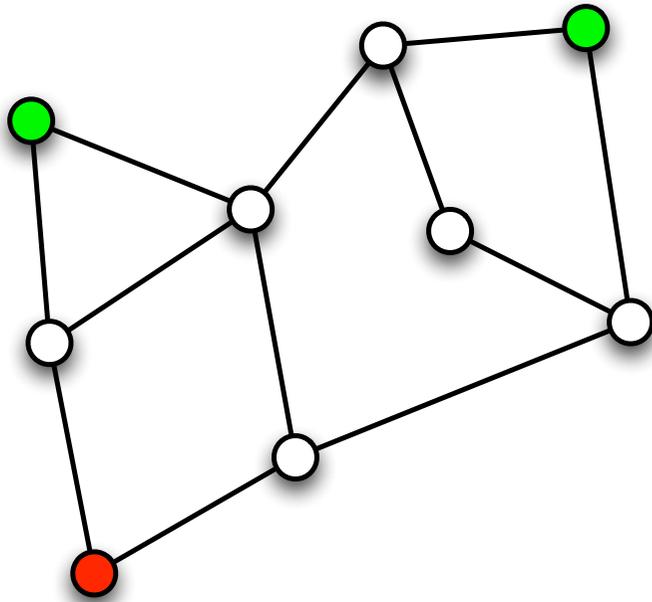
▶ **Gesucht:**

- Steiner-Baum T
 - Teilgraph von G
 - verbindet alle Quellen und die Senke
 - Anzahl der Kanten wird minimiert

▶ **Alternativ:**

- Kanten haben ein (Energie-) Gewicht
- Minimiere die Summe der Kantengewichte im Baum

Steinerbaum-Problem



Theoretische Schranken

► **Kosten für addressbasiertes Routing N_A**

$$N_A = \sum_i d_i$$

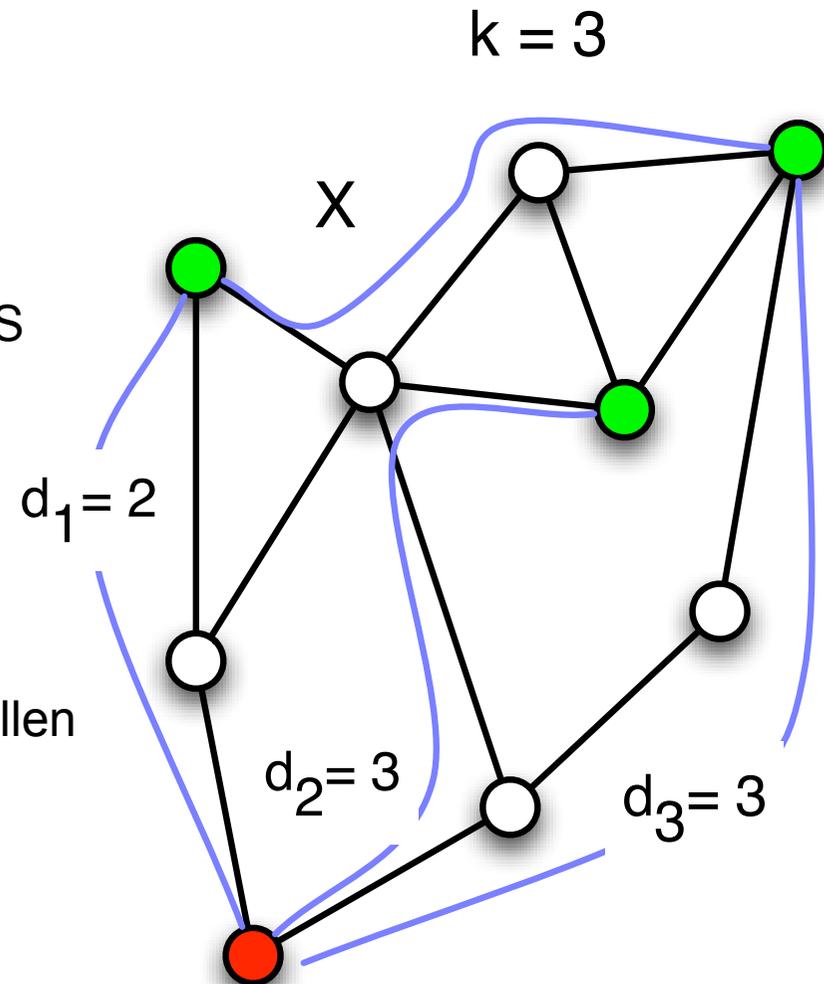
- d_i : kürzeste Distanz von Quelle i zu Senke S

► **Kosten für optimales datenzentriertes Routing $N_D =$ Gewicht Steiner-Baum**

$$N_D \leq (k - 1)X + \min_i \{d_i\}$$

- X : maximaler kürzester Weg zwischen Quellen
- k : Anzahl Quellen

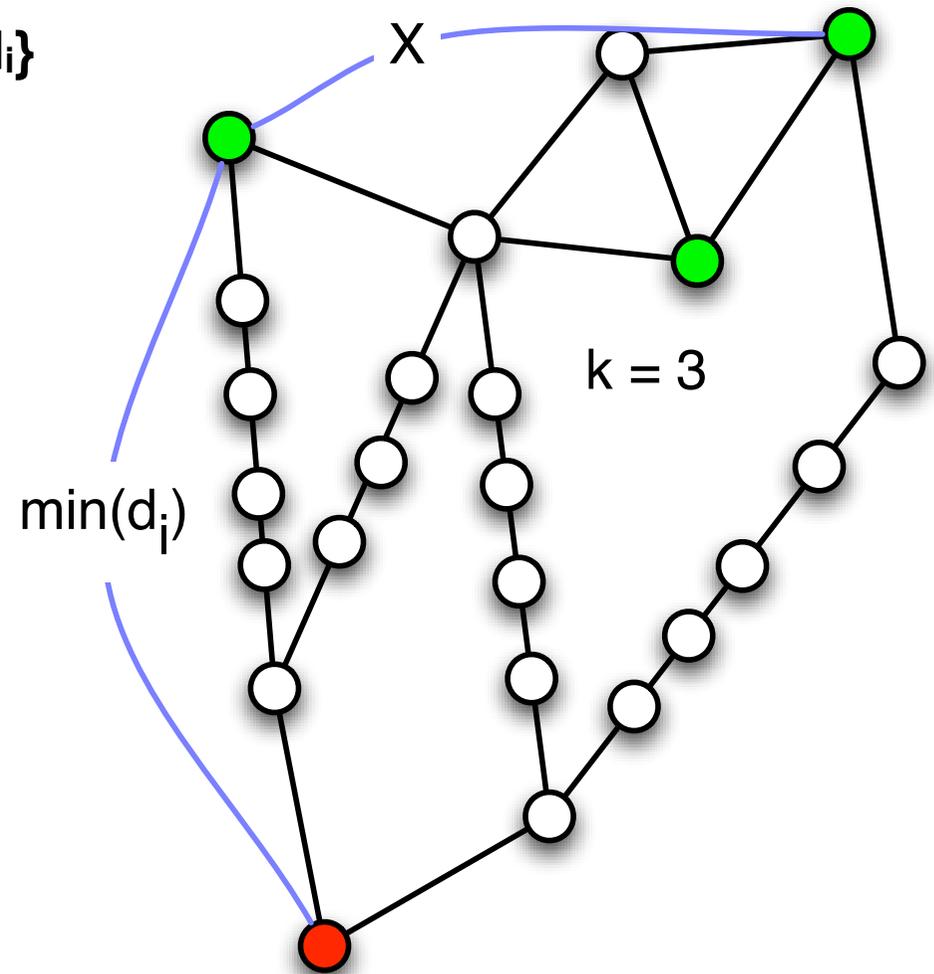
$$N_D \geq \min_i \{d_i\} + k - 1$$



Theoretische Schranken

- ▶ Falls X und k fest sind und $\min_i\{d_i\}$ wächst gegen unendlich:

$$\lim_{d \rightarrow \infty} \frac{N_D}{N_A} = \frac{1}{k}$$



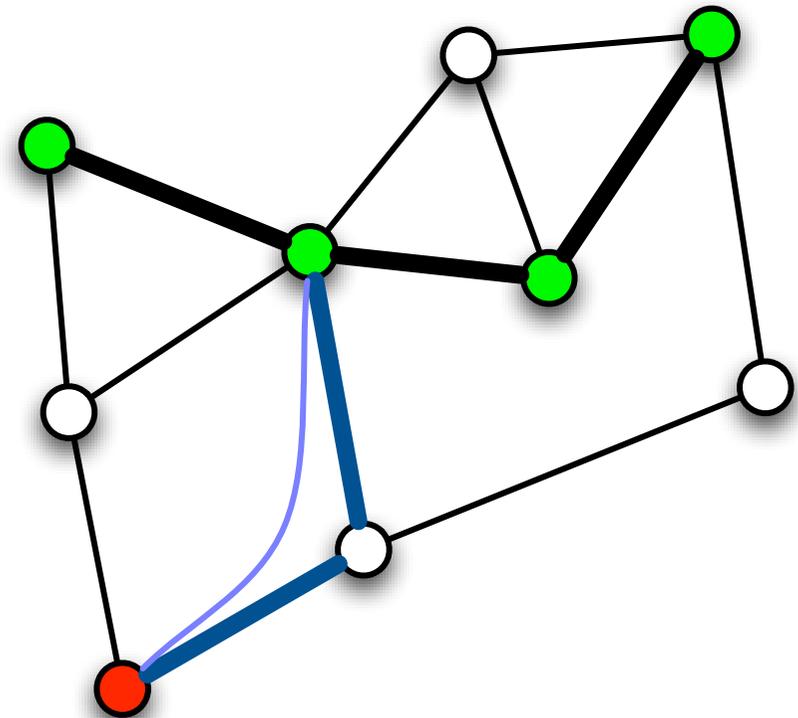
Theoretische Schranken

► Satz:

- Falls der durch die Quellen induzierte Teilgraph zusammenhängend ist, dann kann das optimale Routing in polynomineller Zeit berechnet werden

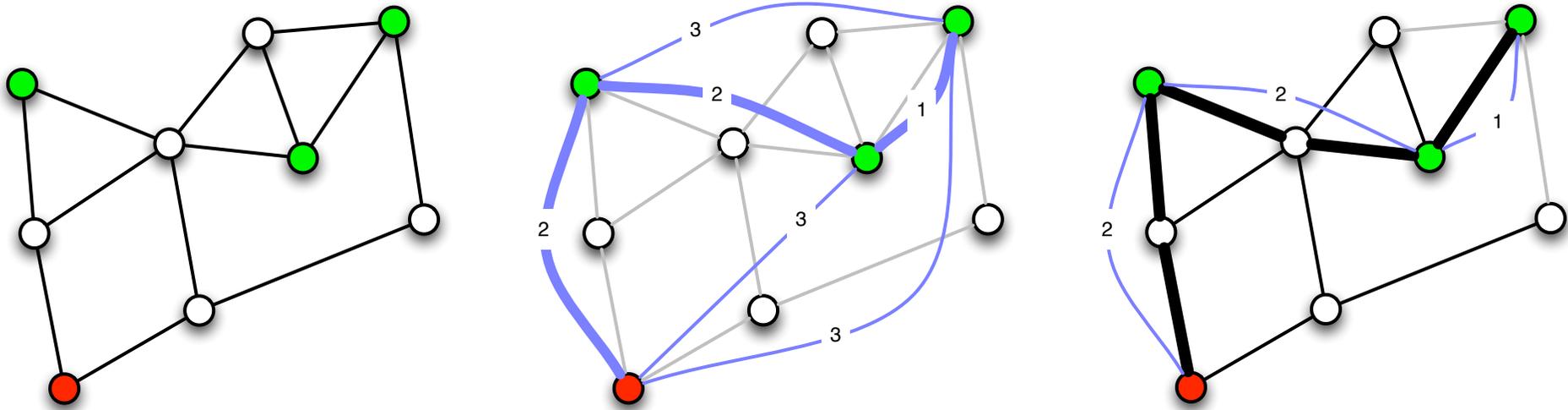
► Beweisidee

- Berechne MST T auf Quellen
- Berechne kürzesten Weg von T zur Senke



Approximationsalgorithmus

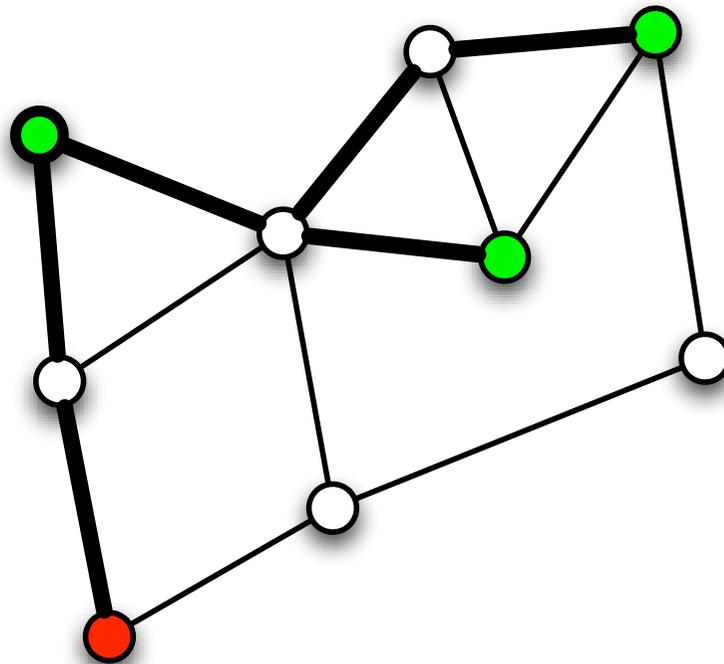
- ▶ Der Steinerbaum-Approximationsalgorithmus aus der letzten Vorlesung kann nicht effizient in einem WSN umgesetzt werden



Suboptimale Aggregation

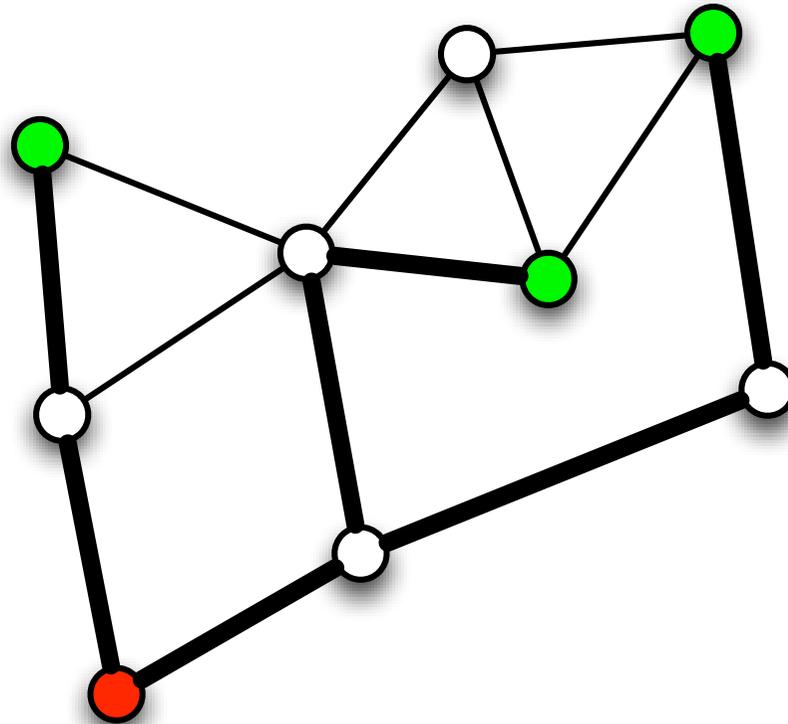
▶ Center at Nearest Source (CNS)

- Datenquelle, die der Senke am nächsten ist, sammelt die Information auf den kürzesten Wegen von den Quellen und sendet sie an die Senke



Suboptimale Aggregation

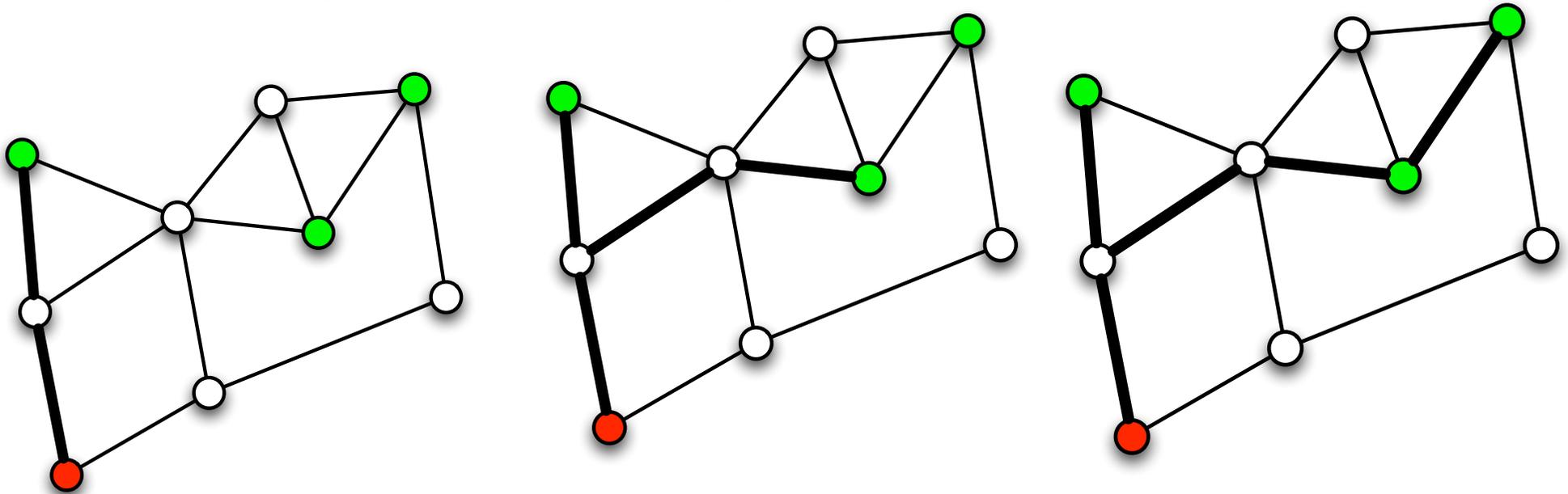
- ▶ **Shortest Paths Trees (SPT)**
 - Kürzester Wegebaum als Approximation für den Steinerbaum



Suboptimale Aggregation

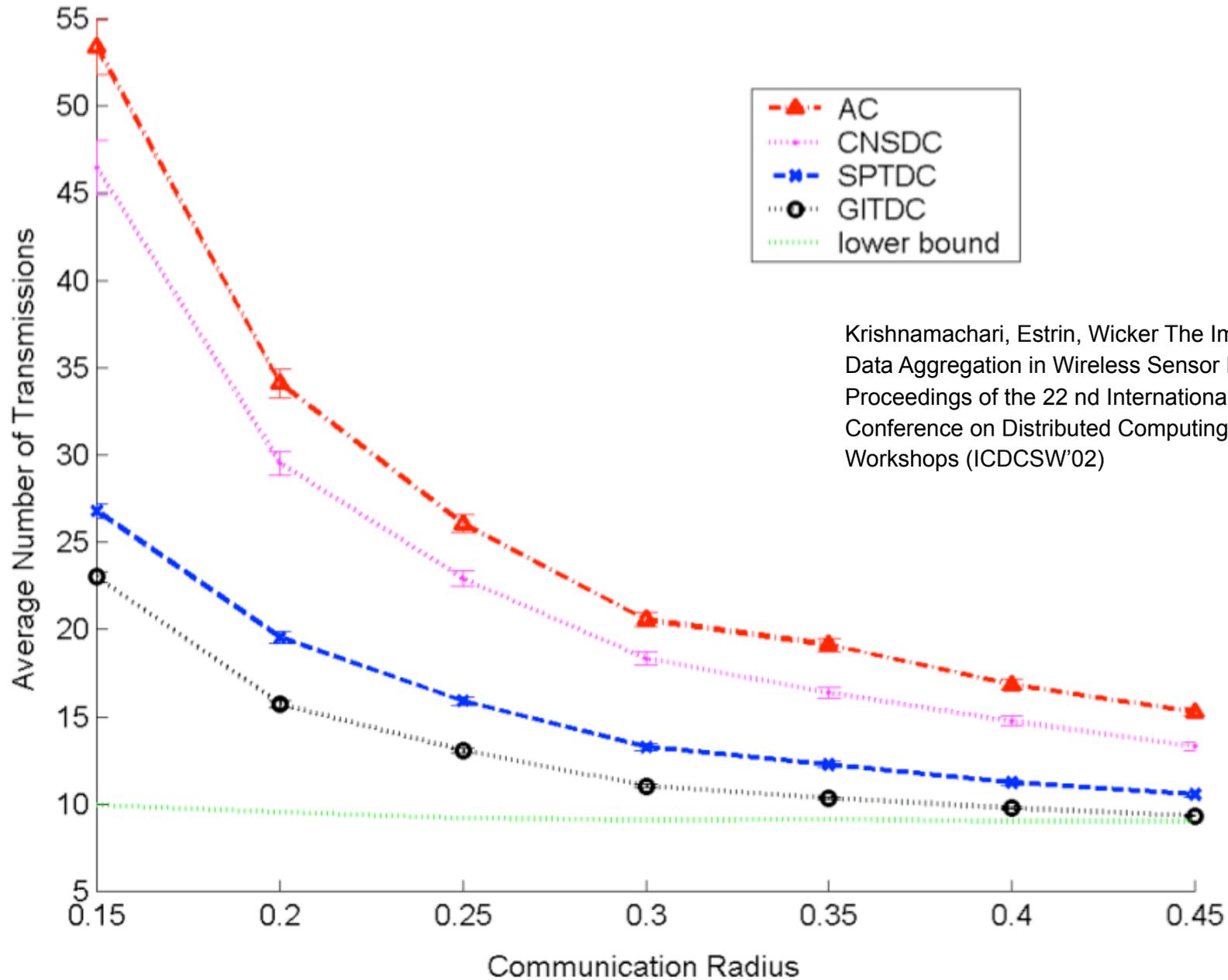
► Greedy Incremental Tree (GIT)

- Wähle kürzesten Weg zwischen der Datenquelle, die der Senke am nächsten ist, und der Senke
- Wähle sukzessive die nächsten Knoten zum Baum und füge den kürzesten Weg zum Baum hinzu

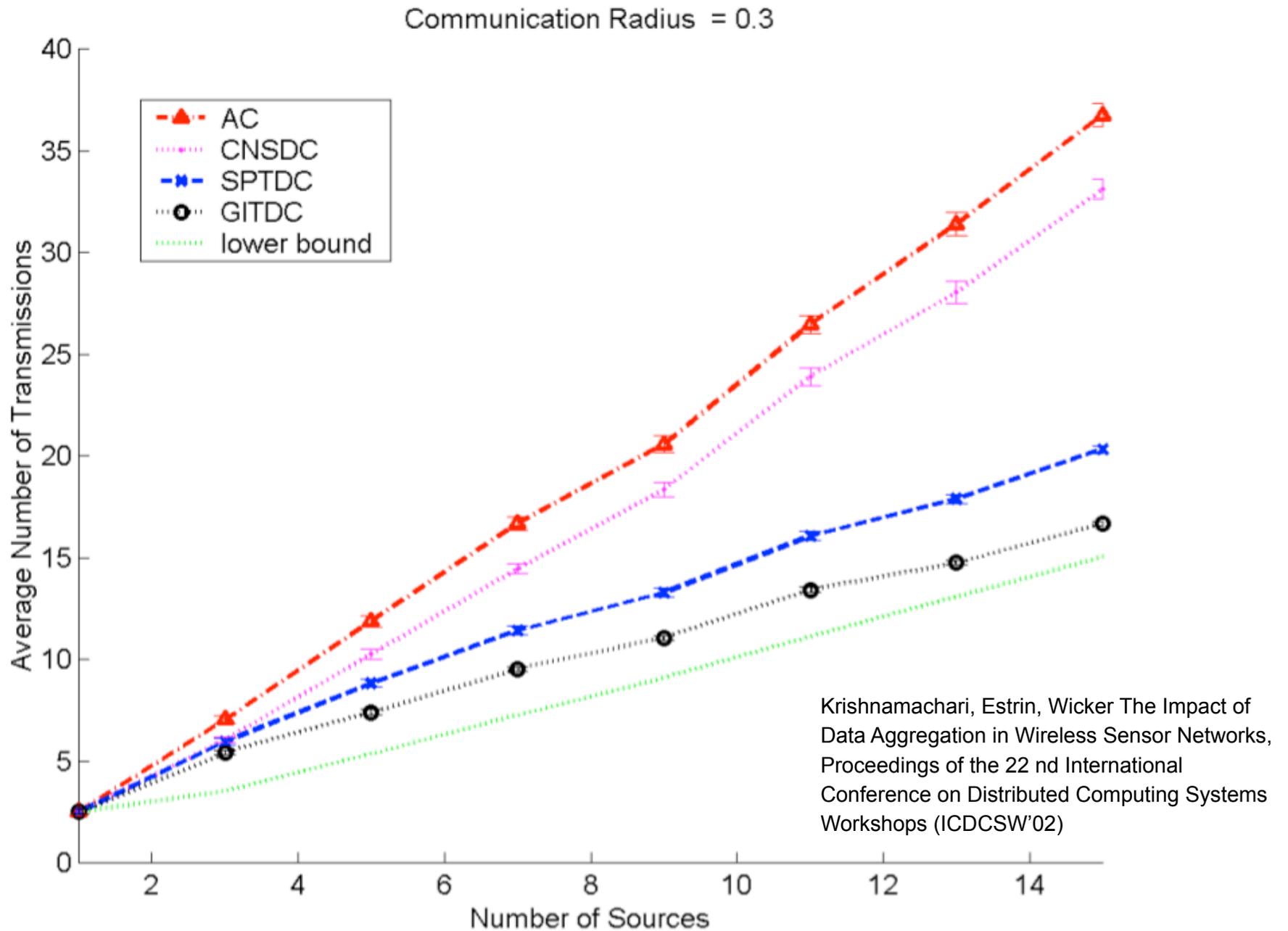


Energieeinsparnis durch Datenaggregation

Number of Sources = 9



Energieeinsparnis durch Datenaggregation





ALBERT-LUDWIGS-
UNIVERSITÄT FREIBURG

Algorithmen für drahtlose Netzwerke

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

