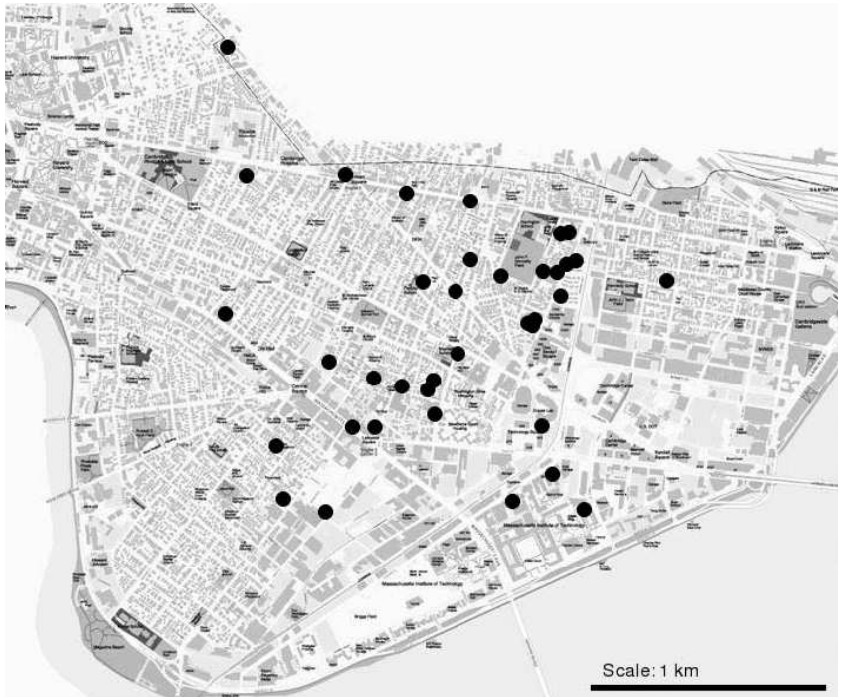
Properties of the Wireless Medium (1)

Florian Lederer
lederer@informatik.hu-berlin.de

Inhalt

- Test-Szenario
  - Aufbau
  - Hardware
- Übertragungswarscheinlichkeit
- Einflussgrößen und Indikatoren der Übertragungswarscheinlichkeit

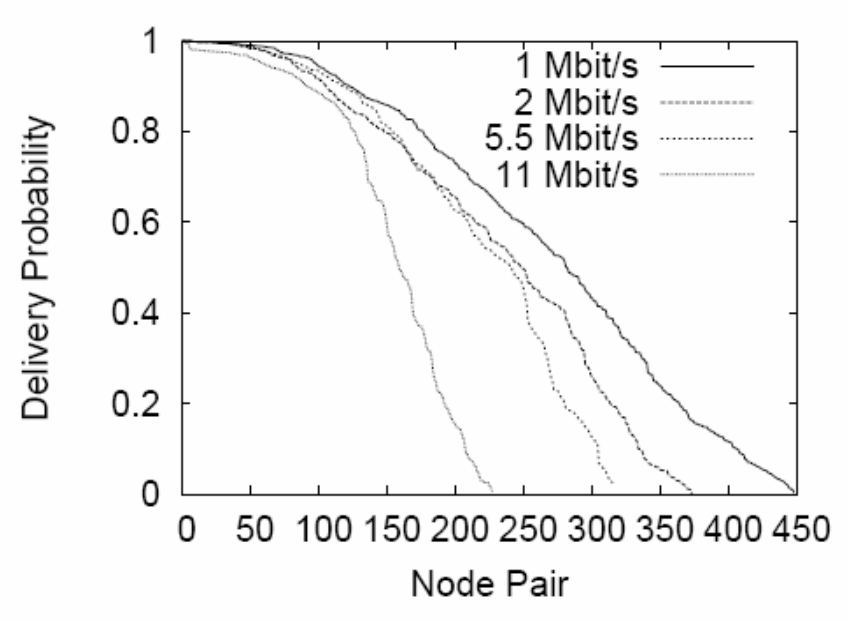
Test-Szenario



Roofnet (Cambridge, Massachusetts)

- 38 Knoten auf ca. 6 km²
- Jeder Knoten besteht aus
  - PC
  - WLAN-Karte mit Prism 2.5 Chipsatz
  - Omnidirektionale Antenne

Übertragungswarscheinlichkeit

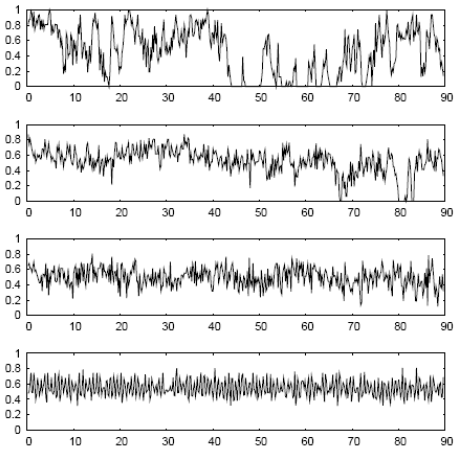


Übertragungswarscheinlichkeiten für 1500-Byte Broadcastpakete zwischen Knotenpaaren im Roofnet-Netzwerk

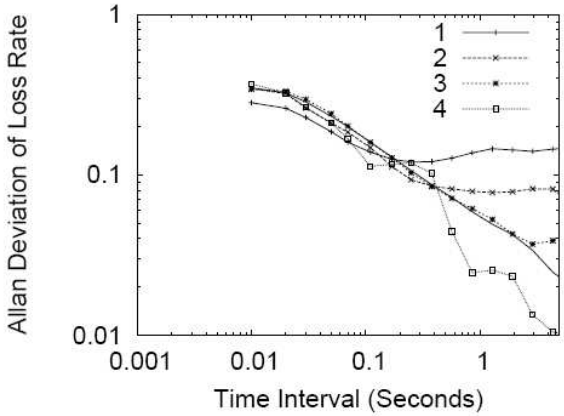
- Anzahl der Knotenpaare nimmt mit höherer Übertragungsrate ab
- Großer Anteil hat mittelmäßige Übertragungswarscheinlichkeit

Übertragungswarscheinlichkeit

- Stabilität der Übertragungswarscheinlichkeit kann schwanken
- Zur Vorhersage sind stabile Werte wichtig

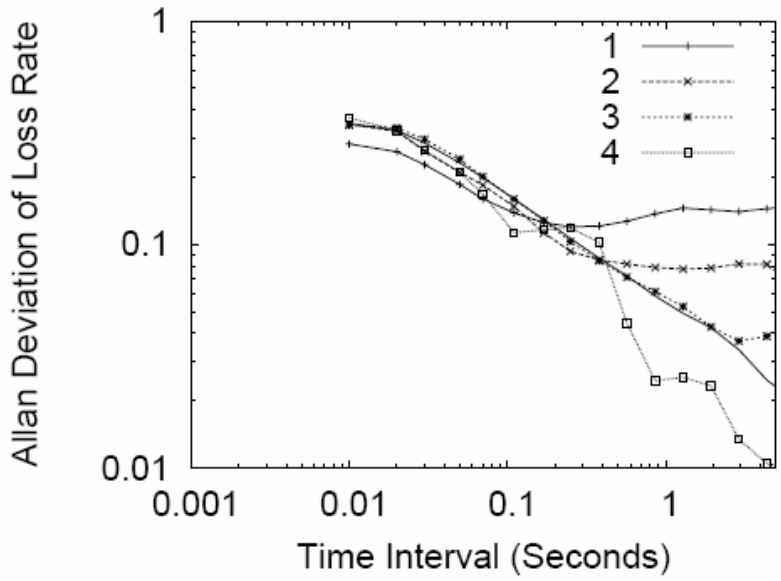


Knotenpaare mit ca. 0.5 Übertragunswarscheinlichkeit



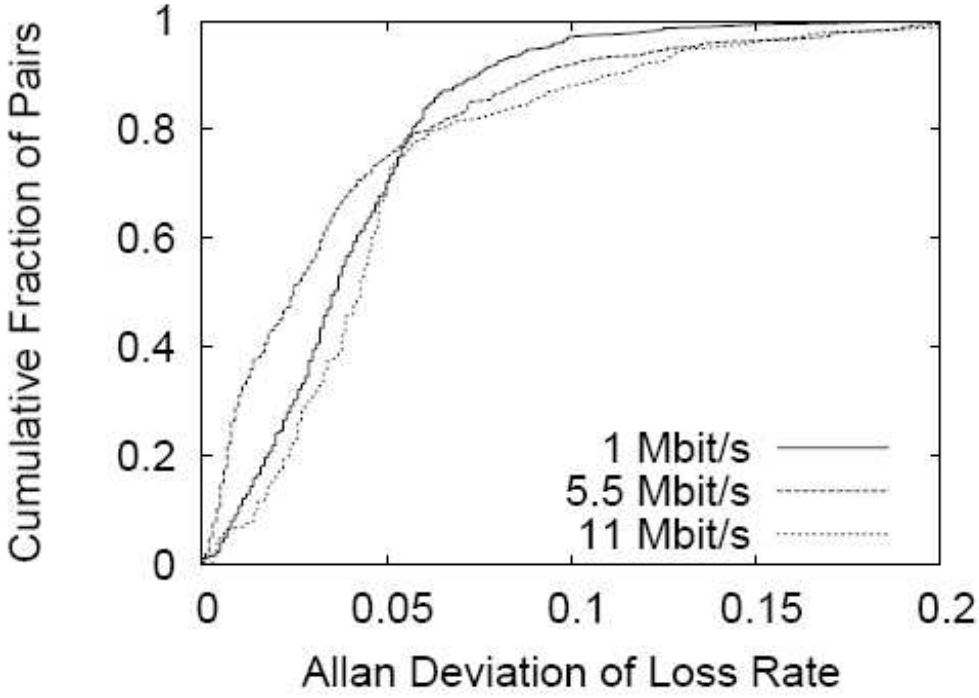
Allan Deviaton

$$\text{Allan deviation} = \sqrt{\frac{1}{2n}\sum_{i=2}^{n}(x_i - x_{i-1})^2}$$



- Wichtung der Variation von aufeineiderfolgenden Messwerten
- Je größer der Wert der Allan Deviation desto größer die Varianz im gewählten Zeitintervall

Allan Deviation

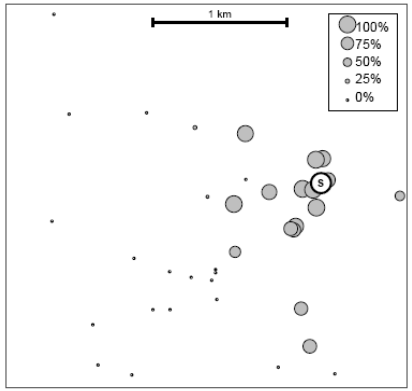


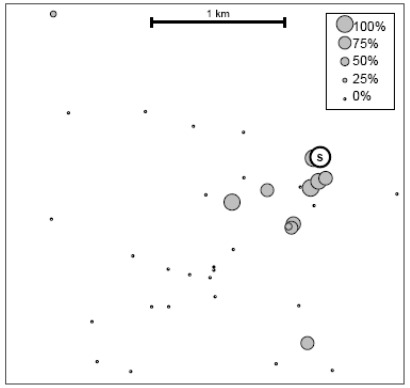
- Geringen Anteil hat eine Allan Deviation > 0.1
- Die meisten Knotenpaare haben stabile Übertragungs-warscheilichkeit
- nach kurzem Beobachtungszeitraum sind Vorhersagen möglich

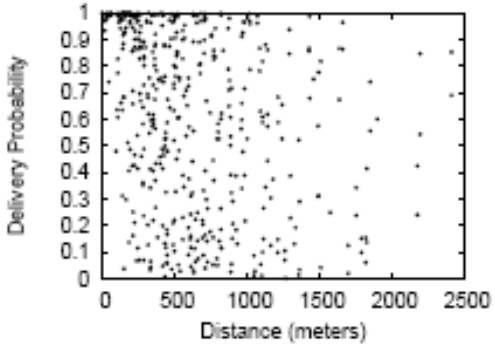
Einflussgrößen / Indikatoren

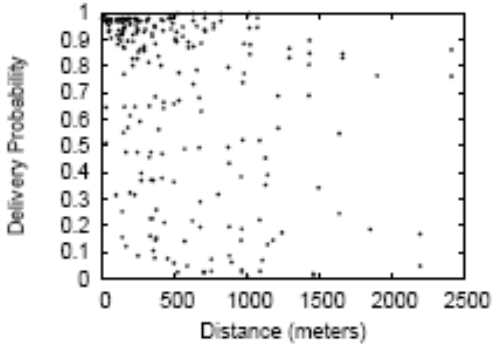
- Distanz der Knoten
- Signal-to-Noise Ratio
- Verwendete Übertragungsrate
- Interferenz mit nicht Roofnet-Knoten
- Signalstörung durch Reflektion

Distanz



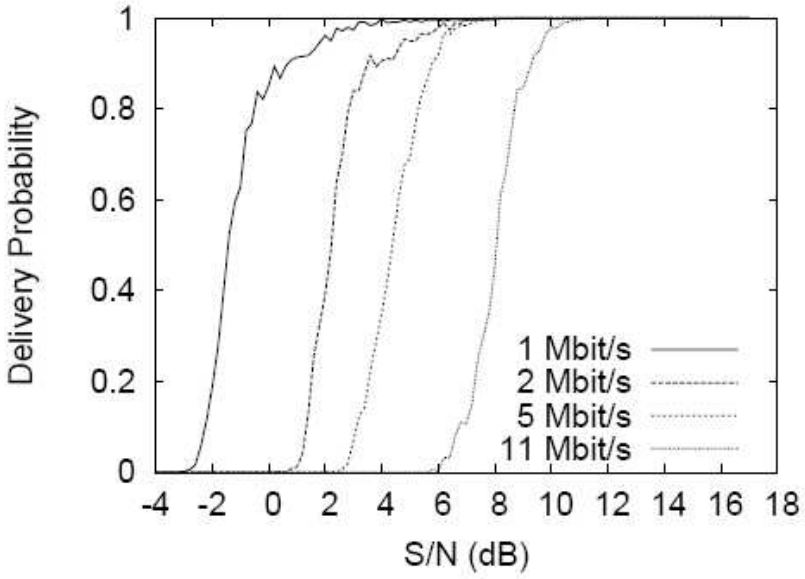






- Trotz ähnlicher Position der Sender verschiedene Ausbreitung
- Geringer Einfluss auf die Übertragungswarscheilichkeit erkennbar

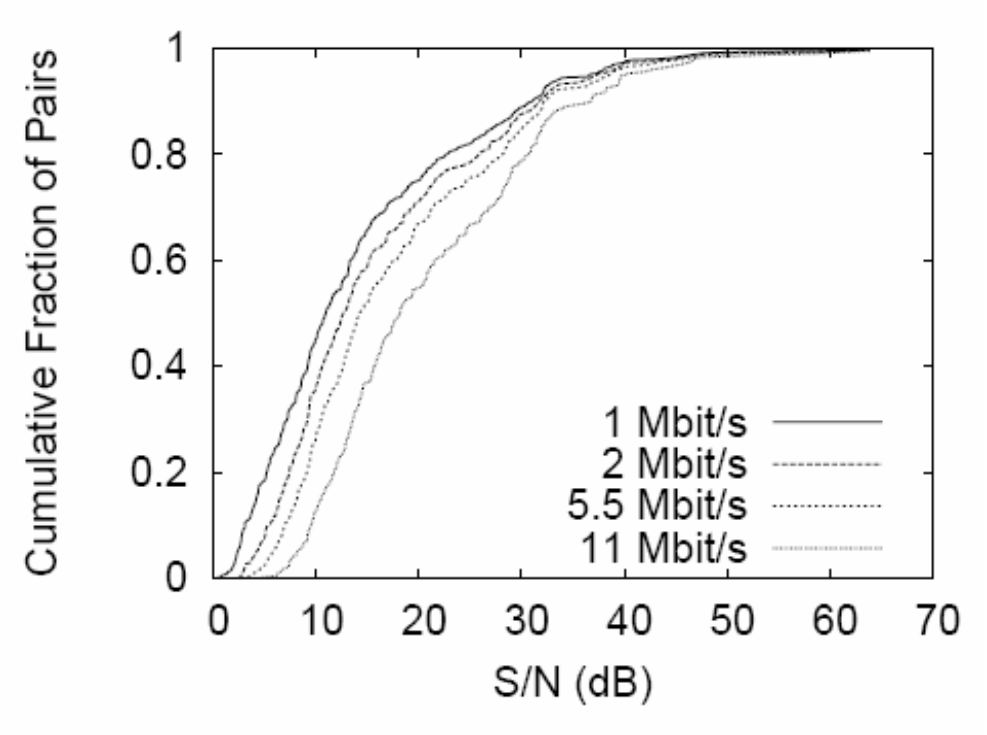
Signal-to-Noise Ratio



Ergebnisse aus Simulationsversuch mit der Prism 2.5 WLAN-Karte

- Laut Prism-spezifikation 3 dB Bereich, in dem die Übertragungs-warscheinlichkeit abfällt
- Durch Simulationsversuch bestätigt

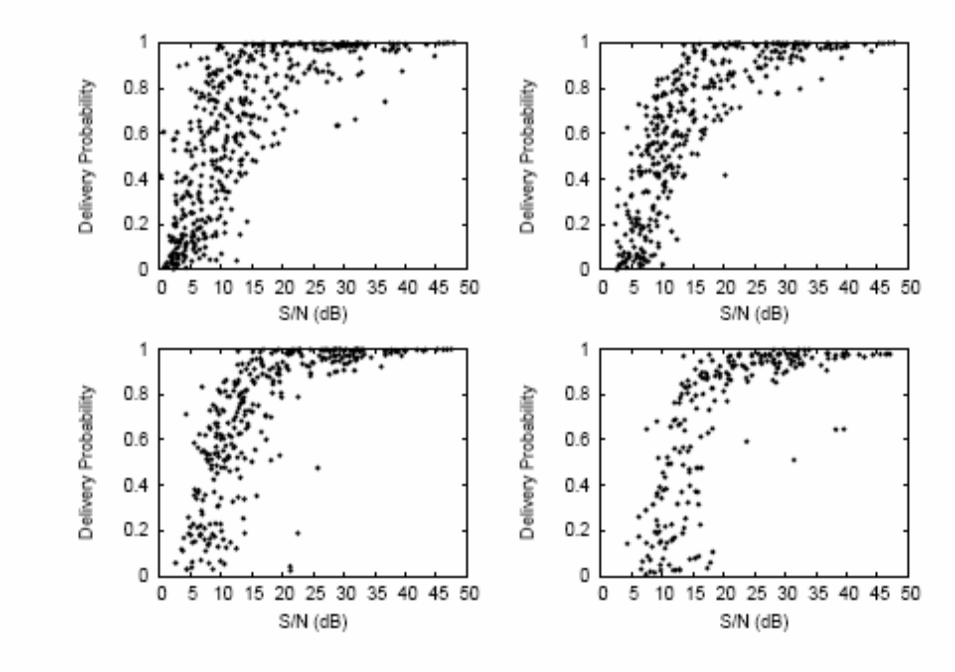
Signal-to-Noise Ratio



Kumulative Verteilung der S/N Werte im Roofnet-Netzwerk

- Weniger als 10 % der Knotenpaare befinden sich im kritischen Bereich
- 10%-15% > 30 dB
- Die Meisten zwischen 8 und 25 dB

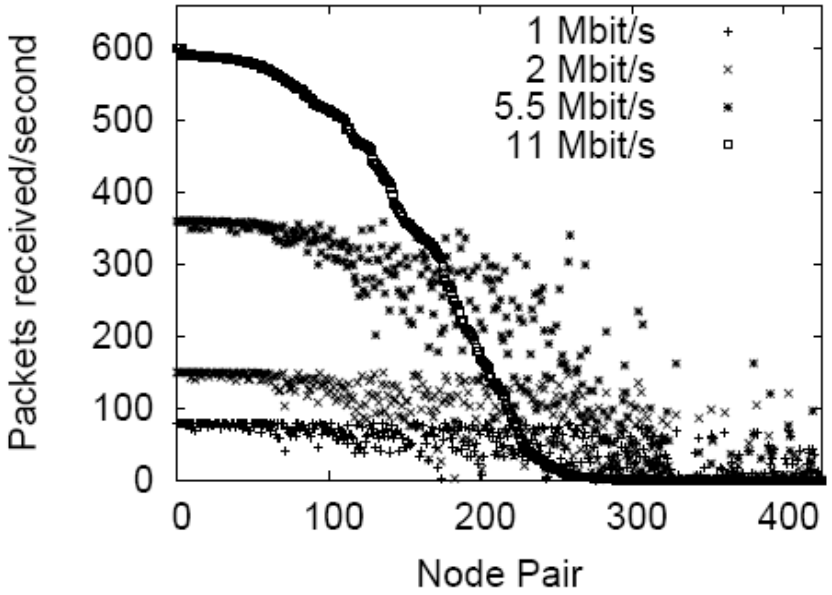
Signal-to-Noise Ratio



- Kaum Aussagekraft im Bereich von 8 -15 dB
- Bei S/N Werten > 25 dB überwiegend gute Übertragungsraten

Übertragungswarscheinlichkeiten bei 1, 2, 5.5 und 11 Mbit/s in Relation zu den gemessenen S/N Werten

Verwendete Übertragungsrate



Datendurchsatz gleicher Knoten bei verschiedenen Bitraten

(Einheit ist Empfangene 1500-Bit Packete pro Sekunde)

- So lange wie möglich hohe Datenrate verwenden
- Nicht möglich von Übertragungs-warscheilichkeit kleinerer Datenraten auf die größerer Datenraten zu schließen
- Notwendigkeit expliziter Bestimmung der optimalen Datenrate

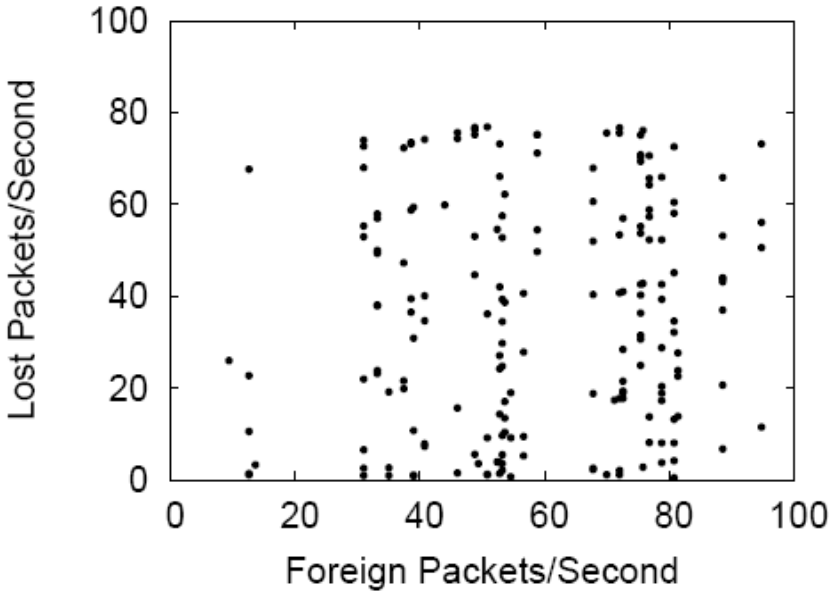
Interferenz mit nicht Roofnet-Knoten

Chan	Data	Beacons
1	11.7	55.2
2	8.9	25.7
3	8.9	36.7
4	6.6	69.1
5	7.0	66.0
6	6.5	237.2
7	5.9	54.7
8	4.7	42.6
9	5.0	31.9
10	5.0	42.1
11	9.0	43.2

Summation über alle Knoten der im Testzeitraum empfangenen Fremdpackete pro Sekunde

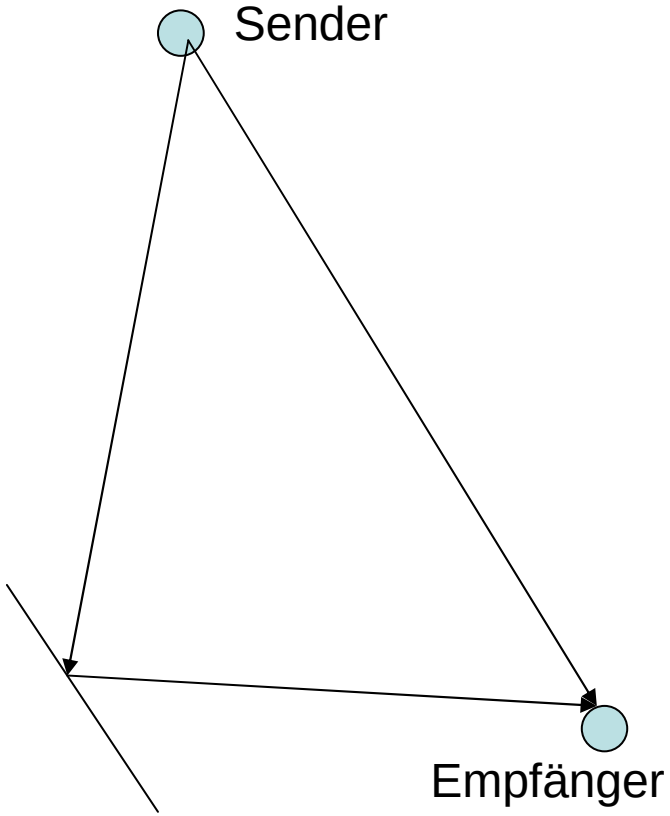
- Kommunikation auf gleichen oder auf überlappenden Kanälen führt zu Kollisionen
- Roofnet-Knoten kommunizieren auf kanal 3
- Durchschnittlich 46 Fremdpakete pro sekunde auf diesem kanal

Interferenz mit nicht Roofnet-Knoten



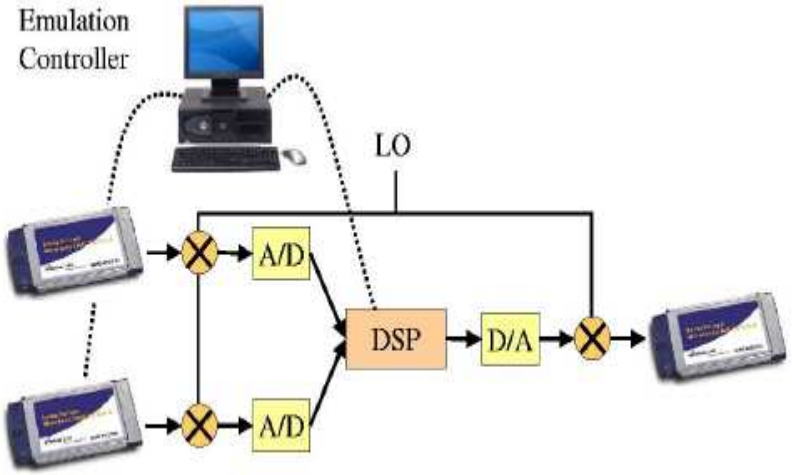
- Kein systematischer Zusammenhang zwischen Fremdpacketen und verlorengegengenen Roofnet-Paketen
- Kein Einfluss von Fremdpaketen auf die Testresultate

Signalstörung durch Reflektion



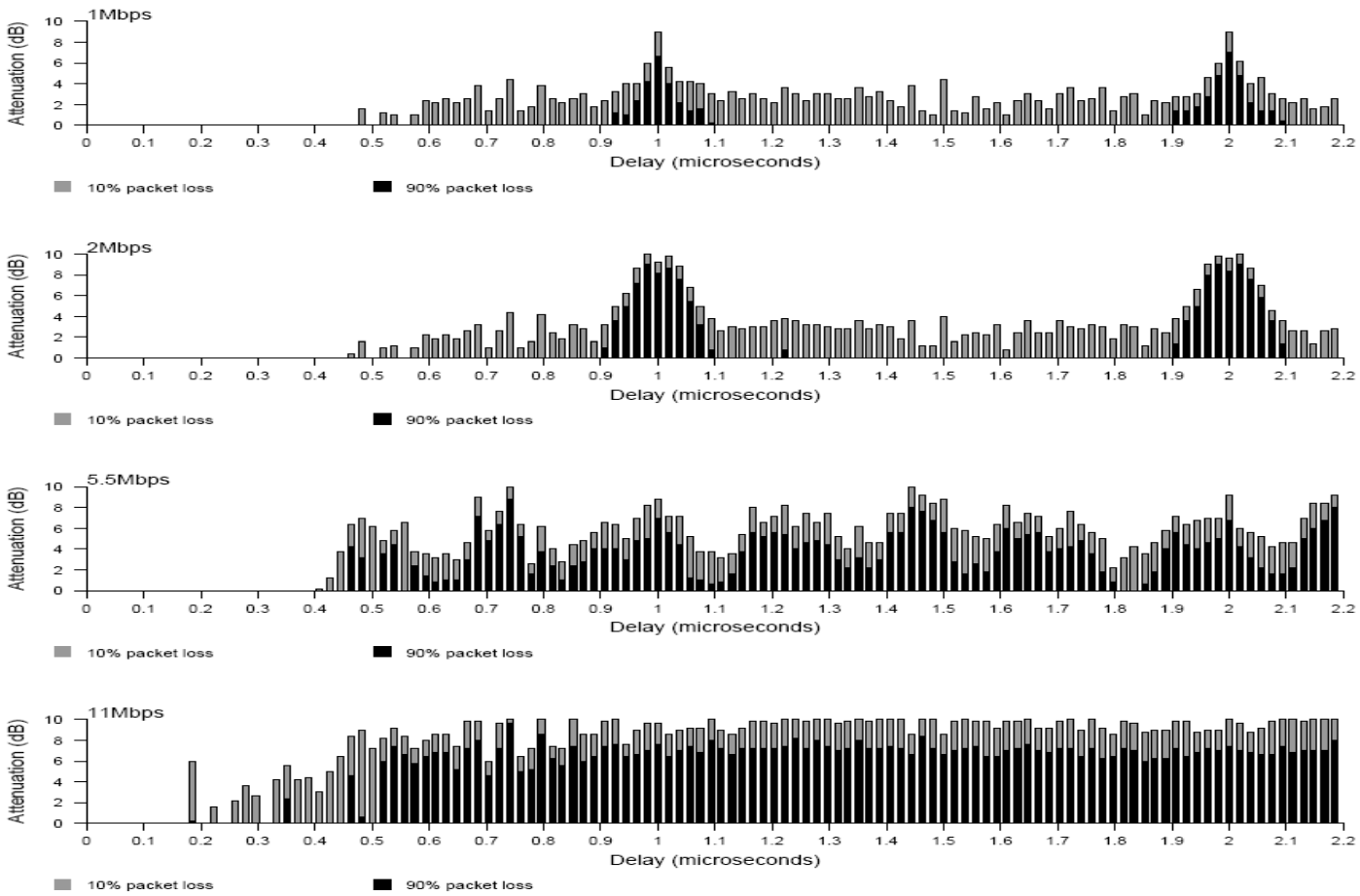
- Durch Reflektion entsteht verzögerte Kopie des Signals
- Überlagerung von Kopie und Original wird empfangen.
- RAKE receiver im Prism Chipsatz sorgt für Filterung im 250 ns Bereich

Signalstörung durch Reflektion



- In natürlicher Umgebung schwer zu messen (multiple Refektionswege)
- Simulation von Reflektionskopien
- Selektive Abschwächung und Verzögerung des reflektierten Signals

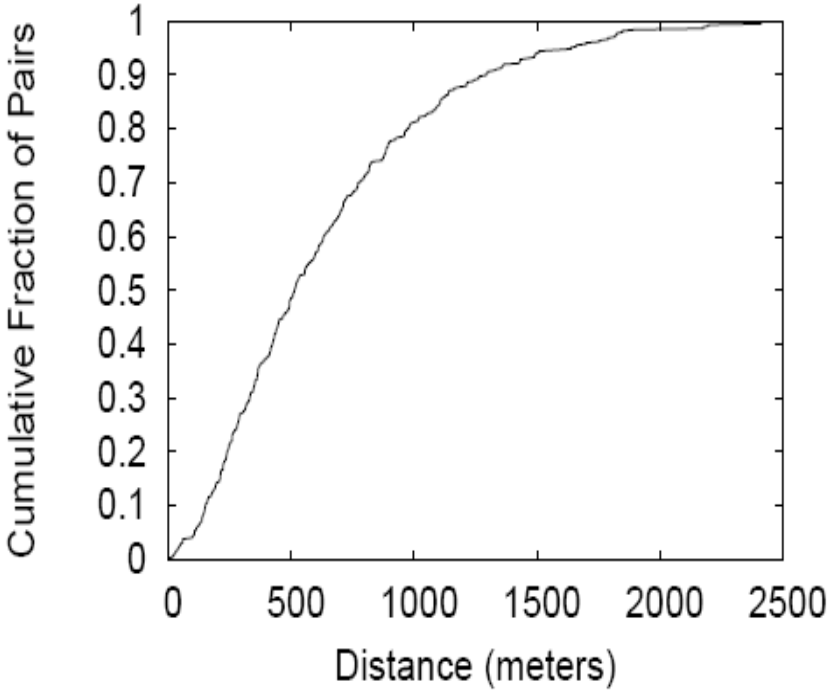
Signalstörung durch Reflektion



Signalstörung durch Reflektion

- Unterschiede zwischen 1 Mbit/s,2 Mbit/s und 5.5Mbit/s,11 Mbit/s resultieren aus unterschiedlichen Signalcodierungen.
- 1,2 Mbit/s:
  - phase shift keying modulation
- 5.5,11 Mbit/s:
  - complementary code keying modulation

Signalstörung durch Reflektion



- Bei größeren Distanzen können Verzögerungszeiten >250 ns auftreten
- Bei 300m ~ 1 µs Verzögerung
- 80% der Roofnetknotenpaare sind mehr als 300m voneinander entfernt