

A MAC protocol for full exploitation of Directional Antennas in Ad-hoc Wireless Networks

Ad hoc Network Seminar
Referent: Dominik Erb

basierend auf einer Arbeit von Thanasis Korakis, Gentian Jakillari und Leandros Tassiulas

Inhalt

1. Einleitung

1. Motivation
2. MAC
3. CSMA/CA mit RTS/CTS
4. NAV

2. Direktionale Übertragungen in Ad-Hoc Netzwerken

1. Vorteile
2. Probleme
 1. Das Hidden Terminal Problem
 2. Taubheit (Deafness)
 3. Positionsbestimmung von Nachbarn
3. Andere direktionale Protokolle

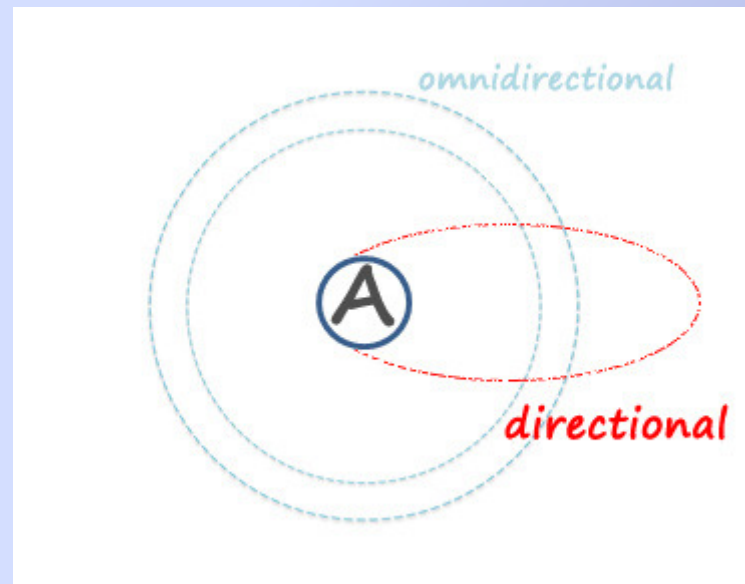
3. Das im Paper vorgestellte Protokoll

1. Zyklisches Direktionales RTS / CTS
2. Die Position der Nachbarn
 1. Die Location Table
 2. Direktionales NAV
3. Beispiele
4. Simulationsergebnisse

1.1 Motivation

Direktionale und omnidirektionale Übertragungen im Vergleich:

- Wenige MAC Protokolle speziell für direktionale Übertragungen
- Daten werden lediglich in die gewünschte Richtung übermittelt
- Erheblich vergrößerte Reichweite in diese Richtung



1.2 MAC (Medium Access Control)

- Eine Erweiterung der 2. Schicht des Osi Modells (Data Link Layer)

OSI Model	
7	Application
6	Presentation
5	Session
4	Transport
3	Network
2	Data Link <ul style="list-style-type: none">• Logical Link Control• MAC
1	Physical

1.2 MAC (Medium Access Control)

- Verwaltet den Zugriff mehrerer Nodes auf ein Übertragungsmedium

Zugriff:

- kontrolliert
 - konkurrierend (CSMA / CA)
-
- Bietet zusätzliche Erweiterungen wie RTS/CTS

1.3 CSMA / CA und RTS /CTS

- **Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance**
 - Prinzip zur Kollisionsvermeidung
 - Überwacht den Übertragungskanal vor Übertragung

Sender

- Überprüft den Übertragungskanal (für Zeit DFTS)
- Übermittelt Daten (Data)

Empfänger

- Empfängt Daten
- Übermittelt Bestätigungspaket (Ack)

1.3 CSMA / CA und RTS /CTS

- **Ready to Send / Clear to Send**
 - Optionaler Mechanismus für CSMA / CA
 - Informiert Nachbarn über anstehende Übertragung

Sender

- Übermittelt vor jeder Übertragung ein RTS Paket

Empfänger

- Übermittelt CTS Paket falls Kanal frei

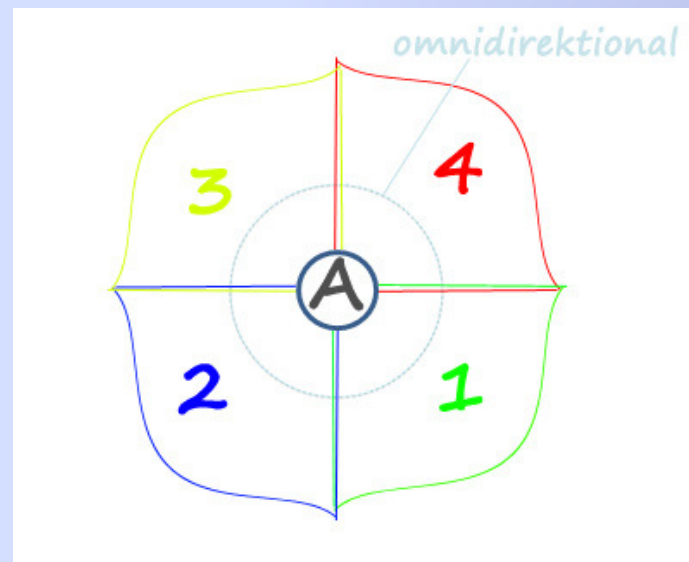
- Zusammen mit Data / Ack entsteht ein **4 teiliger Handschlag** (RTS / CTS / DATA / ACK)

1.4 NAV (Network Allocation Vektor)

- Vektor der die Dauer von anstehenden Übertragungen speichert
- Datenübertragung nur bei NAV-Wert von 0
 - Aktualisiert Dauer bei jedem empfangenen Paket
 - Startet Countdown bis NAV-Wert 0 erreicht

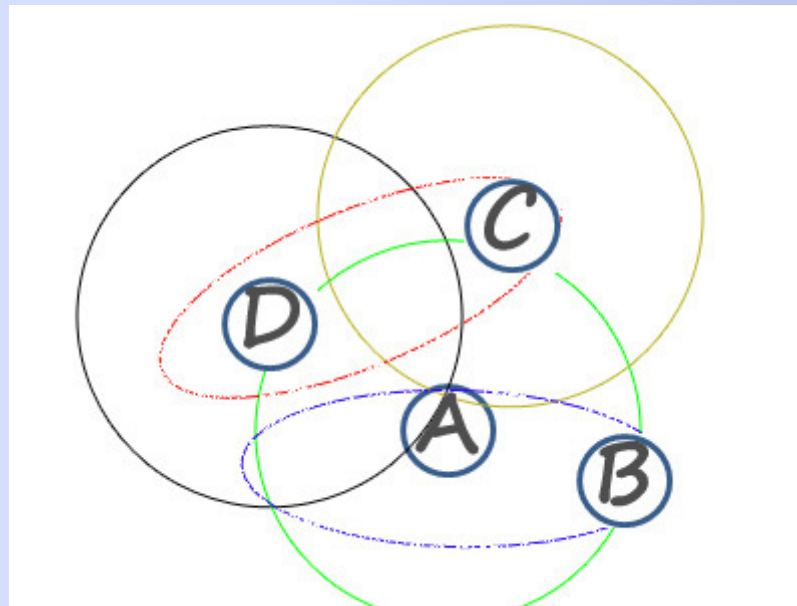
2 Direktionale Übertragungen

- Benötigen direktionale Antennen bestehend aus einem Array von Antennen
 - Typischerweise 1,2,4,8,16 Elemente



2.1 Direktionale Übertragungen

- **Vorteile:**
 - Erheblich vergrößerte Reichweite in eine Richtung
 - Mehrere gleichzeitige störungsfreie Übertragungen
 - Steigerung der Netzwerkkapazität allgemein

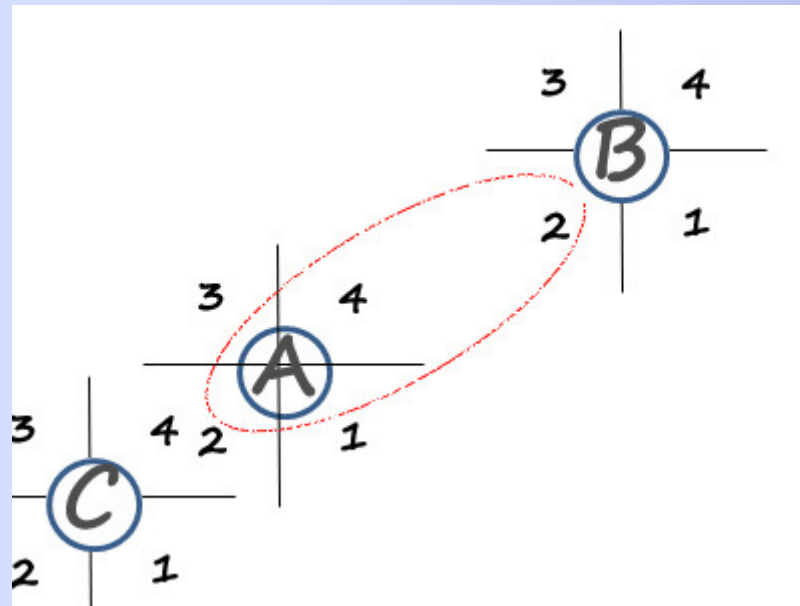


2.2 Direktionale Übertragungen

- Probleme:
 - Das Hidden Terminal Problem
 - Taubheit (Deafness)
 - Bestimmung der Position von Nachbarn

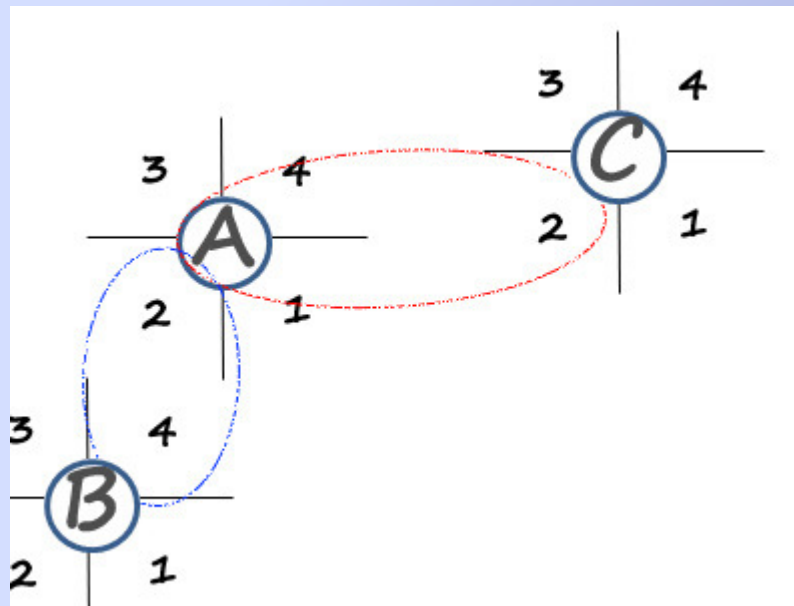
2.2.1 Das Hidden Terminal Problem

- Node liegt außerhalb der Reichweite des Senders
 - > erfährt nichts von einer anstehenden Übertragung



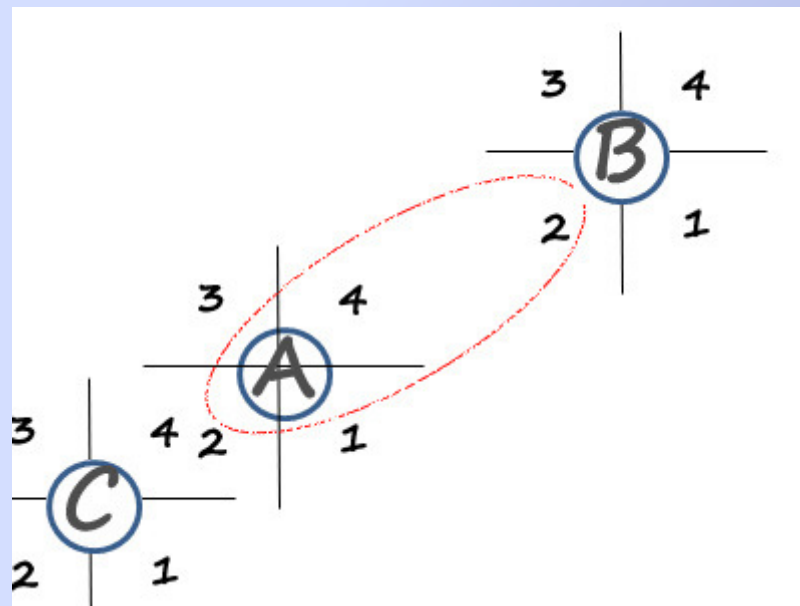
2.2.1 Taubheit (Deafness)

- Empfänger überhört Nachricht, da er nicht auf der entsprechenden Antenne hört
 - Sender übermittelt immer wieder das gleiche Paket ohne Erfolg



2.2.3 Bestimmung der Position von Nachbarn

- Signal wird nur in eine bestimmte Richtung übermittelt
 - Welche Antenne übermittelt Signal in Richtung eines bestimmten Nachbarn



2.3 Andere direktionale Protokolle

- Nicht immer speziell für direktionale Übertragungen entwickelt
- Verwenden teilweise omnidirektionale Übertragungen von RTS / CTS

3 Das vorgestellte Protokoll

- Verwendet lediglich direktionale Übertragungen
- Informiert Nachbarn über anstehende Übertragungen
- Verwaltet die Position aller Nachbarn
- Versucht keine Nachrichten zu überhören
- Verwendet abgewandelte Form des 4 teiligen Handschlags (RTS/CTS/DATA/ACK) und NAV

3.1 Zyklisches direktionales RTS / CTS

- Versucht das Hidden Terminal Problem zu lösen
 - Zyklische Übermittlung von RTS in alle Richtungen
 - Empfänger antwortet mit direktionalem CTS
 - Erst danach direktionale Übertragung von Data / Ack
-
- Andere Nodes verschieben Übertragungen in entsprechende Richtung

3.1 Zyklisches direktionales RTS / CTS

Inhalt aller übermittelten Pakete:

- Dauer der Übertragung
- Sender
- Empfänger
- Zusatzinformationen zur Positionsbestimmung
- ...

3.2 Positionsbestimmung von Nachbarn

Benötigte Informationen:

- Welcher Nachbar
- Antenne mit welcher dieser Daten empfängt
- Antenne mit welcher ich Daten übermittle

3.2 Positionsbestimmung von Nachbarn

Durch zyklisches RTS erhalten alle Nodes:

- Antenne mit welcher Daten vom Sender empfangen wurden -> Position des Senders
- Dauer der Übertragung

Zusätzlich erhält der Sender durch CTS:

- Antenne mit welcher der Empfänger Daten versendet

3.2.1 Die Location Table

- Tabelle mit Zeile für jeden Nachbarn
- Speichert durch Übertragungen erhaltene Informationen über die Position von Nachbarn
- Aktualisiert sich bei jeder Übertragung

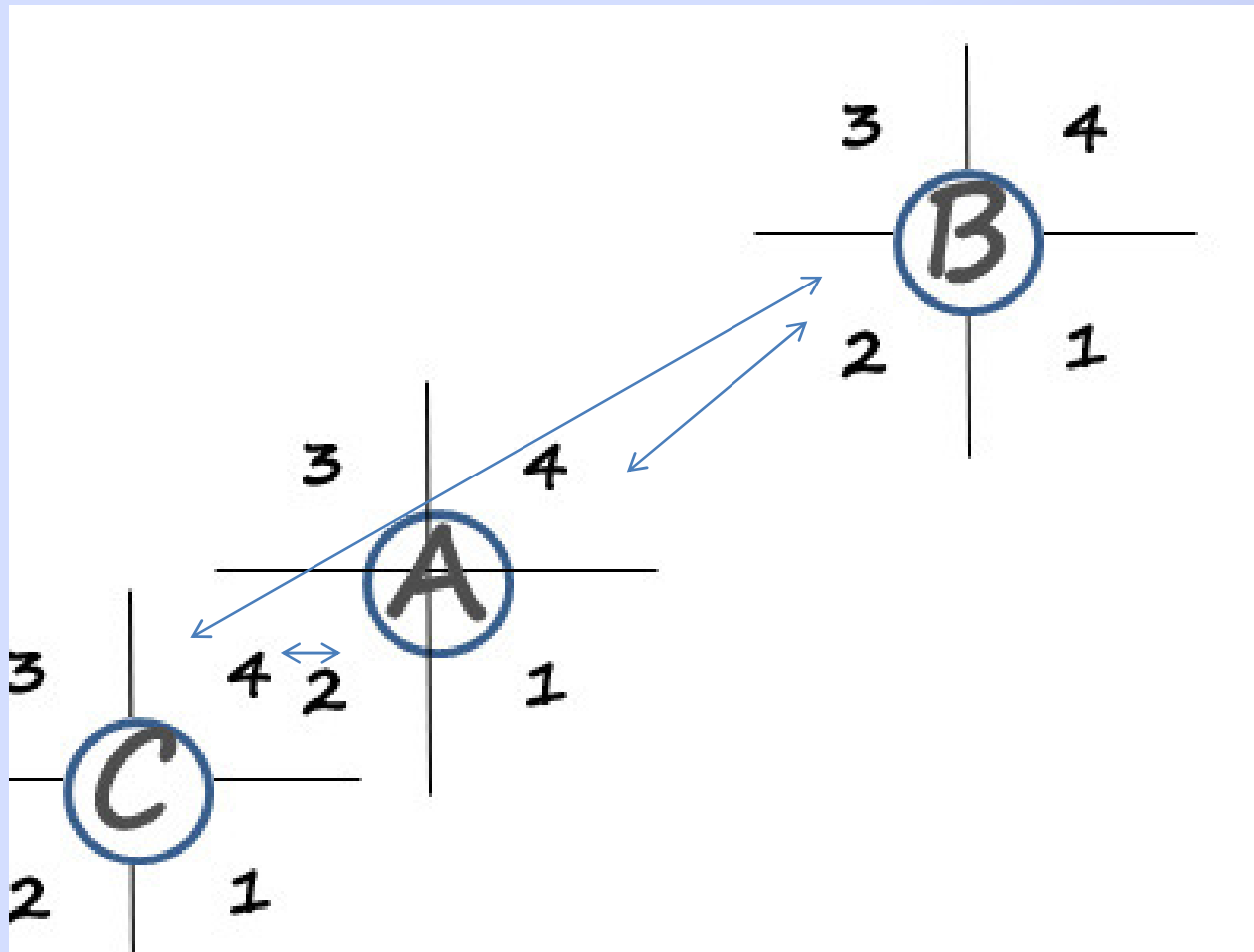
Ich selbst	Nachbar	Meine Antenne	Antenne des Nachbarn

3.2.2 D-NAV

- Verwendet die Location Table zur Positionsbestimmung
- Erweitert alle versendeten Pakete um:
 - Antenne mit welcher der Sender den Empfänger erreicht
 - Antenne mit welcher der Empfänger Daten vom Sender empfängt
- Überprüft / verschiebt alle Übertragungen, die zu Kollisionen führen würden

3.3.1 Beispiel für eine Übertragung

- Node A möchte Daten an B senden



3.3.1 Beispiel für eine Übertragung

- Location Table von C

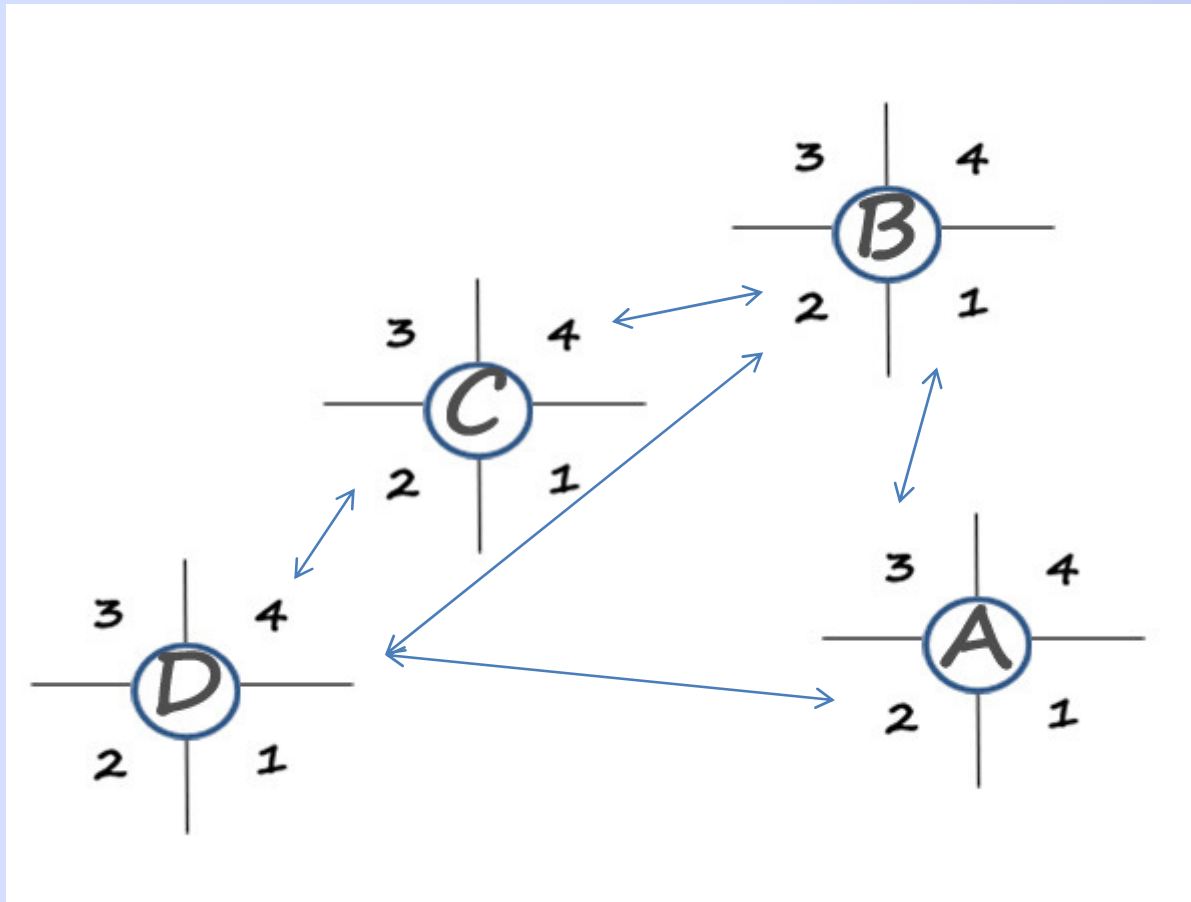
Ich selbst	Nachbar	Meine Antenne	Antenne des Nachbarn
C	A	4	2
C	B	4	2

→ Übermittelte Informationen: A,B,4,2

→ C verschiebt alle Übertragungen mit Antenne 4

3.3.2 Beispiel 2

- Node D möchte Daten an B senden
→ D,B,4,2



3.3.2 Beispiel 2

→ D,B,4,2

- Location Table von C

Ich selbst	Nachbar	Meine Antenne	Antenne des Nachbarn
C	B	4	2
C	D	2	4

→ C wird alle Übertragungen mit Antenne 4 und 2 verschieben

3.3.2 Beispiel 2

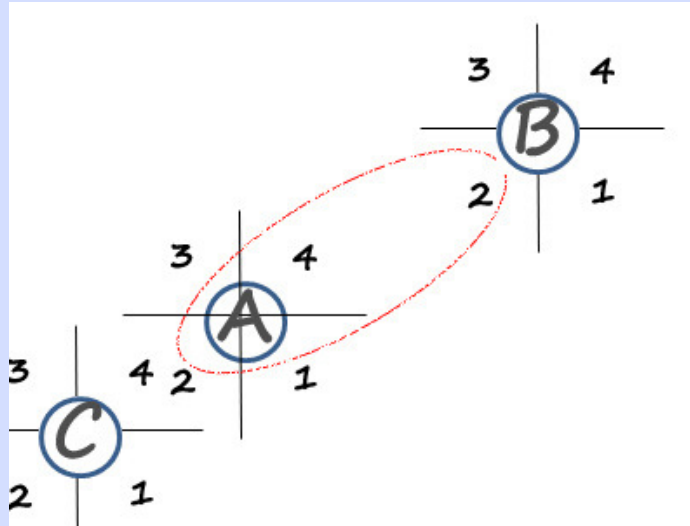
→ D,B,4,2

- Location Table von A

Ich selbst	Nachbar	Meine Antenne	Antenne des Nachbarn
A	B	3	1
A	D	2	4

→ A wird nur Übertragungen mit Antenne 2 verschieben

3.4 Simulationsergebnisse



Durchsatz (%) bei hoher Last	D-MAC	Vorgestelltes Protokoll
Node A	33,34	40,21
Node C	15,57	39,89
Gesamt	48,91	80,1

3.4 Simulationsergebnisse

Durchsatz (%) bei hoher Last	D-MAC	Vorgestelltes Protokoll
Node A	33,34	40,21
Node C	15,57	39,89
Gesamt	48,91	80,1

- Vorgestelltes Protokoll besitzt fast doppelt so hohen Durchsatz
- D-MAC bevorzugt Node A gegenüber C

Danke für ihre Aufmerksamkeit