



ALBERT-LUDWIGS-
UNIVERSITÄT FREIBURG

Algorithmen für drahtlose Netzwerke

MACA

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



Problem des drahtlosen Mediumszugriff

- ▶ **Unbekannte Anzahl von Teilnehmern**
 - Broadcast Medium
 - Viele Knoten gleichzeitig
 - Nur ein Kanal verfügbar
 - Asymmetrische Situationen
- ▶ **Kollisionen erzeugen Interferenzen**
- ▶ **Mediumzugriff:**
 - Regeln für alle Teilnehmer für die Teilnahme an einem Netzwerk

Ziele

- ▶ **Delay**
- ▶ **Durchsatz**
- ▶ **Fairness**
- ▶ **Robustheit und Stabilität**
 - gegen Störungen auf dem Kanal
 - skalierbar
 - Mobilität
- ▶ **Energieeffizienz**

Methoden

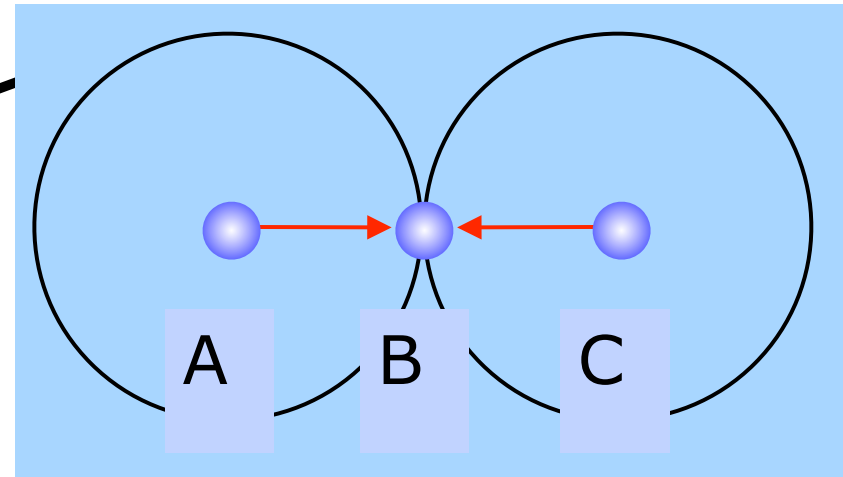
- ▶ **Organisation**
 - Zentraler Kontrolle
 - Verteilte Kontrolle
- ▶ **Zugriff**
 - Ohne Wettbewerb
 - Mit Wettbewerb

Problem des drahtlosen Mediumszugriff

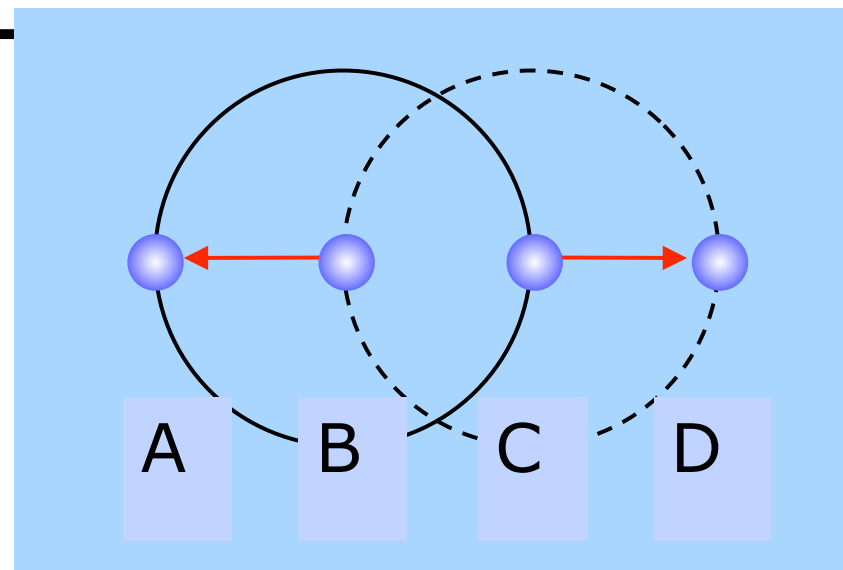
- ▶ **CSMA/CD nicht anwendbar**
 - Medium lokal nicht analysierbar
 - Beschränkte Reichweite
- ▶ **Hidden Terminal**
 - Empfänger der Kollision erhält, wegen gleichzeitigen Senden trotz *Carrier Sensing*
- ▶ **Exposed Terminal**
 - Empfänger, dem Nachricht vorenthalten wird, weil ein Sender eine Kollision übervorsichtig vermeidet wegen *Carrier Sensing*

Hidden Terminal und Exposed Terminal

Hidden Terminal Problem



Exposed Terminal Problem



Alternative Lösungen

▶ **Erweiterte Hardware**

- Zusätzliches Trägersignal blockiert und sichert Übertragung

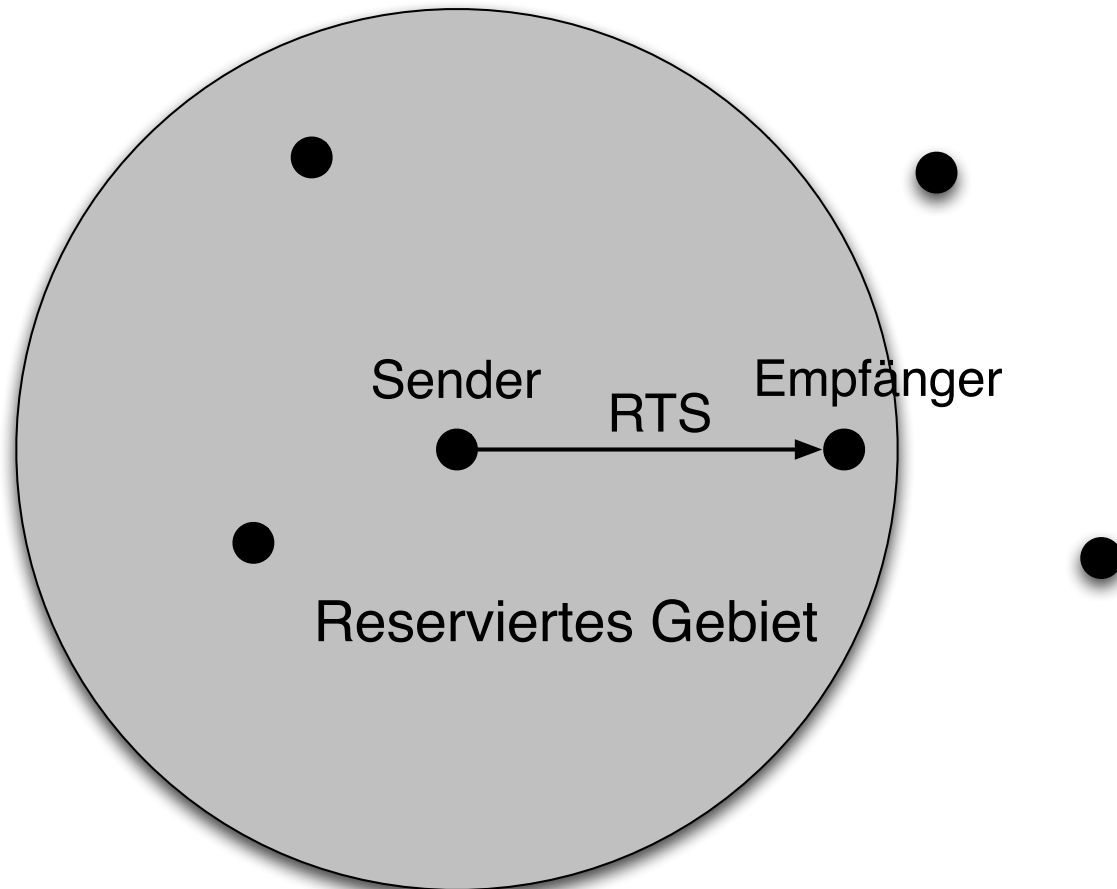
▶ **Zentralisierte Lösung**

- Basisstation übernimmt alle Kommunikation
- Koordiniert zentral den Mediumzugriff

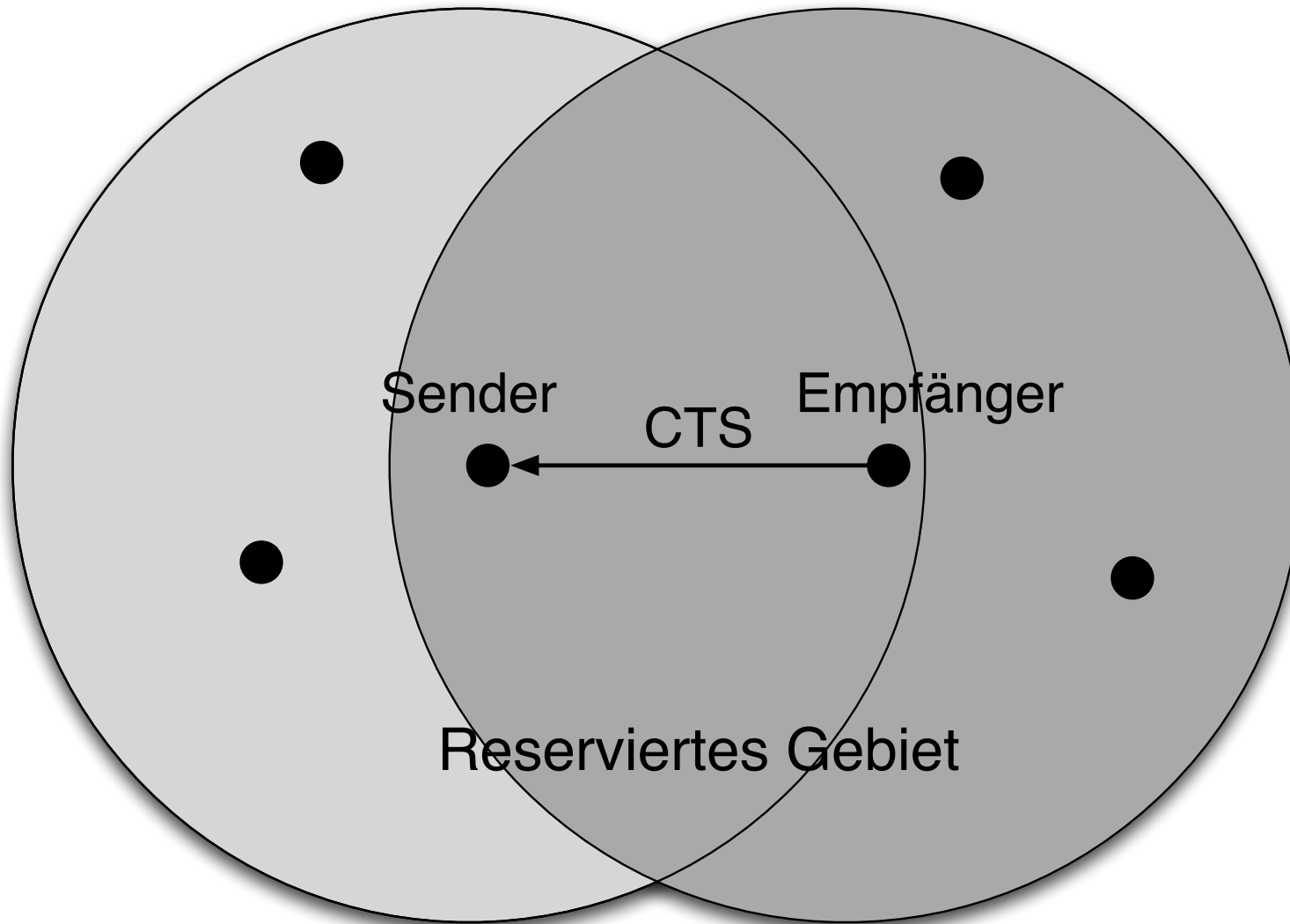
MACA

- ▶ **Phil Karn**
 - MACA: A New Channel Access Method for Packet Radio 1990
- ▶ **Alternative Namen:**
 - Carrier Sensing Multiple Access / Collision Avoidance (CSMA/CA)
 - Medium Access with Collision Avoidance (MACA)
- ▶ **Ziele**
 - Lösung des Hidden und Exposed Terminal Problems
- ▶ **Idee**
 - Kanalreservierung vor der Kommunikation
 - Minimierung der Kollisionskosten

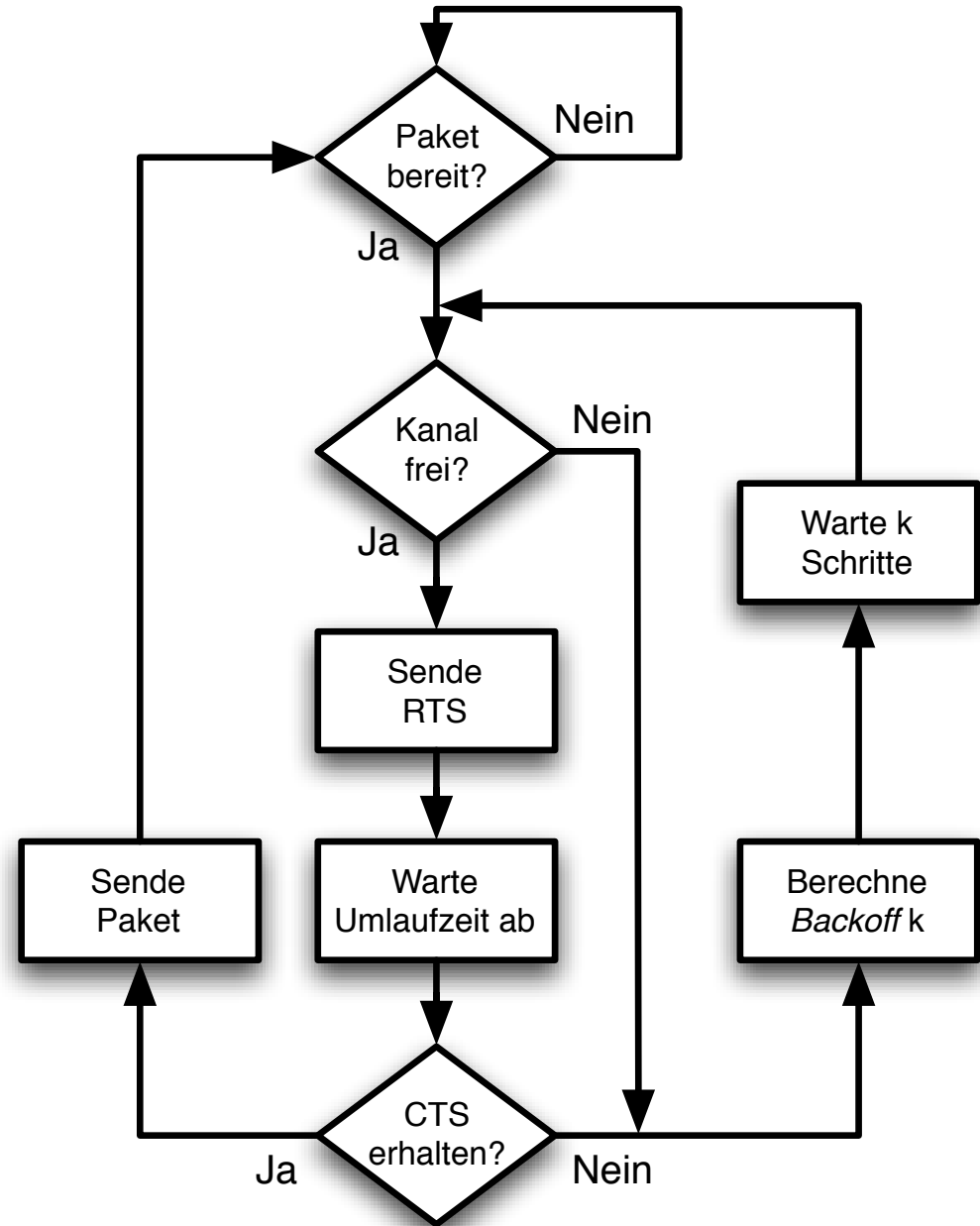
Request to Send



Clear to Send



RTS/CTS MACA CSMA/CA



Details für Sender

- ▶ **A sendet RTS**
 - Wartet bestimmte Zeit auf CTS
- ▶ **Wenn A CTS rechtzeitig empfängt**
 - sendet A das Paket
 - andernfalls nimmt A eine Kollision bei B an
 - und verdoppelt den *Backoff*-Zähler
 - und wählt zufällig eine Wartezeit aus $1, \dots, \textit{Backoff}$
 - Nach der Wartezeit wiederholt A den Prozess von vorne

Details für Empfänger

- ▶ **Nachdem B das RTS empfängt**
 - sendet B CTS
 - B wartet gewisse Zeit auf Datenpaket
 - Falls das Datenpaket ankommt, Empfang beendet
 - Ansonsten ist B nicht blockiert

Details für Unbeteiligte

- ▶ **C hört RTS von A mit**
- ▶ **Wartet eine ausreichende Zeit für das CTS von B**
- ▶ **Falls CTS nicht erscheint**
 - ist C frei für eigene Kommunikation
- ▶ **Falls CTS von B erhalten wird**
 - wartet C lange genug, damit B das Datenpaket erhalten kann

Details für Unbeteiligte

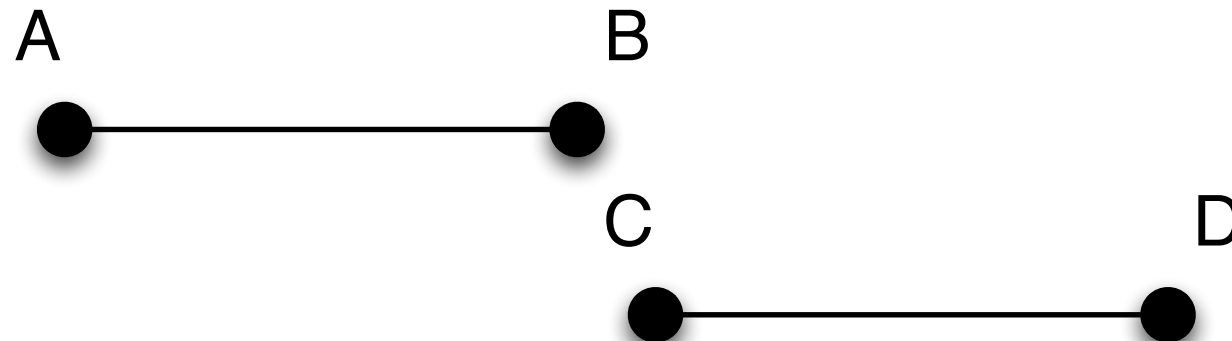
- ▶ **D hört das CTS von B**
 - Wartet lange genug damit B das Datenpaket empfängt
- ▶ **E hört das RTS von A und das CTS von B**
 - Wartet lange genug damit B das Datenpaket erhält

Hidden Terminal im mobilen Fall

- ▶ **A sendet RTS zu B**
- ▶ **B sendet CTS zu A**
- ▶ **C wandert in dieser Zeit in die Nähe von B und stört die Übertragung**

Hidden Terminal im parallelen Fall

- ▶ **A sendet RTS zu B**
- ▶ **B sendet CTS**
- ▶ **Parallel sendet C RTS zu D**
- ▶ **D antwortet mit CTS**
 - während A schon sendet
- ▶ **C sendet an D (und B)**



Exposed Terminals in MACA

- ▶ B will an A senden
- ▶ C will an D senden



Resümee

▶ **MACA**

- löst das Hidden Terminal Problem nur teilweise
- Exposed Terminal Problem ungelöst



ALBERT-LUDWIGS-
UNIVERSITÄT FREIBURG

Algorithmen für drahtlose Netzwerke

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

