



Übersicht

Zugriffsverfahren

- ALOHA/slotted ALOHA
- CSMA/CD (Ethernet)
- CSMA/CA RTS/CTS (WLAN)
 - Hidden und Exposed Station Problem



Zugriffsverfahren

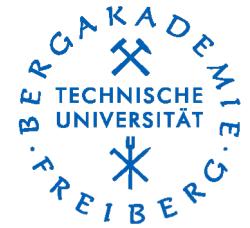
Problem:

- Geteiltes Übertragungsmedium
 - WLAN/LAN/Satelliten/(Mobil)Telefonnetz...
- Teilnehmer wissen nicht, wann sie Daten erwarten können



Reines/Unsynchronisiertes ALOHA

Beschreiben Sie kurz das (reine/unsynchronisierte) ALOHA – Zugriffsverfahren.



Reines/Unsynchronisiertes ALOHA

Beschreiben Sie kurz das (reine/unsynchronisierte) ALOHA.

- Zugriffsverfahren auf Schicht 2



Reines/Unsynchronisiertes ALOHA

Beschreiben Sie kurz das (reine/unsynchronisierte) ALOHA.

- Zugriffsverfahren auf Schicht 2
- Teilnehmer senden zu beliebigem Zeitpunkt



Reines/Unsynchronisiertes ALOHA

Beschreiben Sie kurz das (reine/unsynchronisierte) ALOHA.

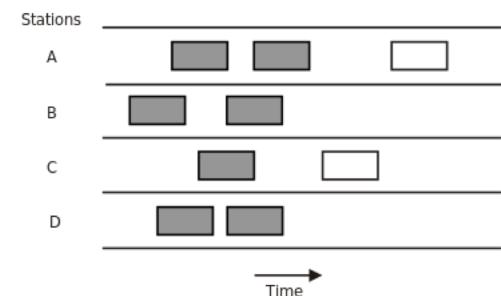
- Zugriffsverfahren auf Schicht 2
- Teilnehmer senden zu beliebigem Zeitpunkt
- Rahmen/Frames sind immer gleich groß – Warum?



Reines/Unsynchronisiertes ALOHA

Beschreiben Sie kurz das (reine/unsynchronisierte) ALOHA.

- Zugriffsverfahren auf Schicht 2
- Teilnehmer senden zu beliebigem Zeitpunkt
- Frames sind immer gleich groß
- Kollision führt zur Verstümmelung beider Frames

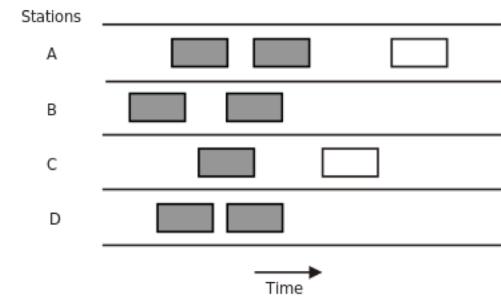




Reines/Unsynchronisiertes ALOHA

Beschreiben Sie kurz das (reine/unsynchronisierte) ALOHA.

- Zugriffsverfahren auf Schicht 2
- Teilnehmer senden zu beliebigem Zeitpunkt
- Frames sind immer gleich groß
- Kollision führt zur Verstümmelung beider Frames
- Verstümmelter Frame → keine Bestätigung

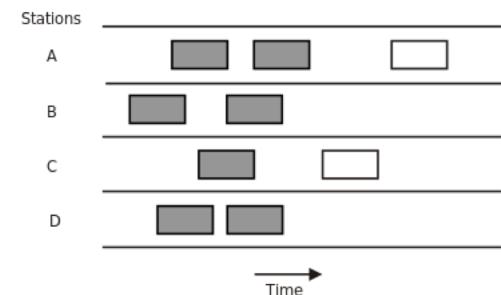




Reines/Unsynchronisiertes ALOHA

Beschreiben Sie kurz das (reine/unsynchronisierte) ALOHA.

- Zugriffsverfahren auf Schicht 2
- Teilnehmer senden zu beliebigem Zeitpunkt
- Frames sind immer gleich groß
- Kollision führt zur Verstümmelung beider Frames
- Verstümmelter Frame → keine Bestätigung
- Keine Bestätigung → erneutes Senden nach zufälliger Wartezeit

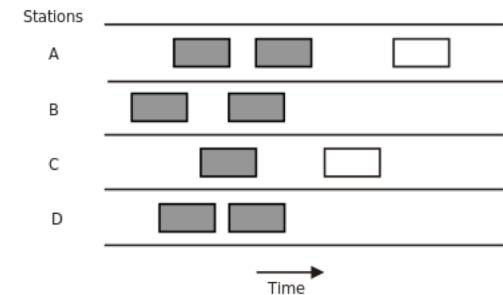




Reines/Unsynchronisiertes ALOHA

Beschreiben Sie kurz das (reine/unsynchronisierte) ALOHA.

- Zugriffsverfahren auf Schicht 2
- Teilnehmer senden zu beliebigem Zeitpunkt
- Frames sind immer gleich groß
- Kollision führt zur Verstümmelung beider Frames
- Verstümmelter Frame → keine Bestätigung
- Keine Bestätigung → erneutes Senden nach zufälliger Wartezeit
- Maximaler Durchsatz = 18% der Kanalkapazität





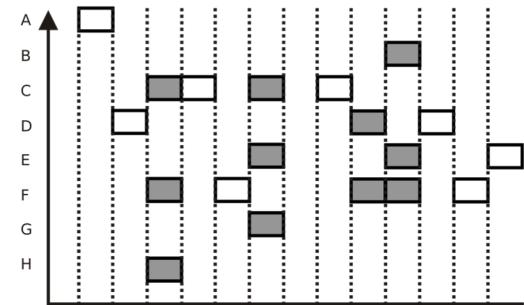
Slotted ALOHA

Beschreiben Sie kurz das slotted ALOHA Zugriffsverfahren.

Slotted ALOHA

Beschreiben Sie kurz das slotted ALOHA Zugriffsverfahren.

- Senden in festen Zeitintervallen (slots)

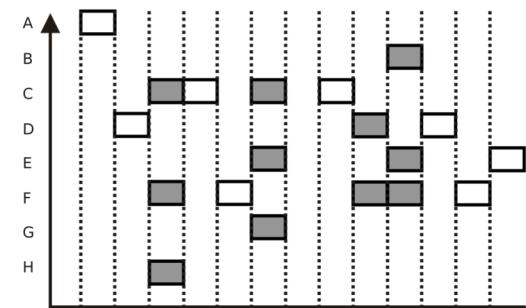
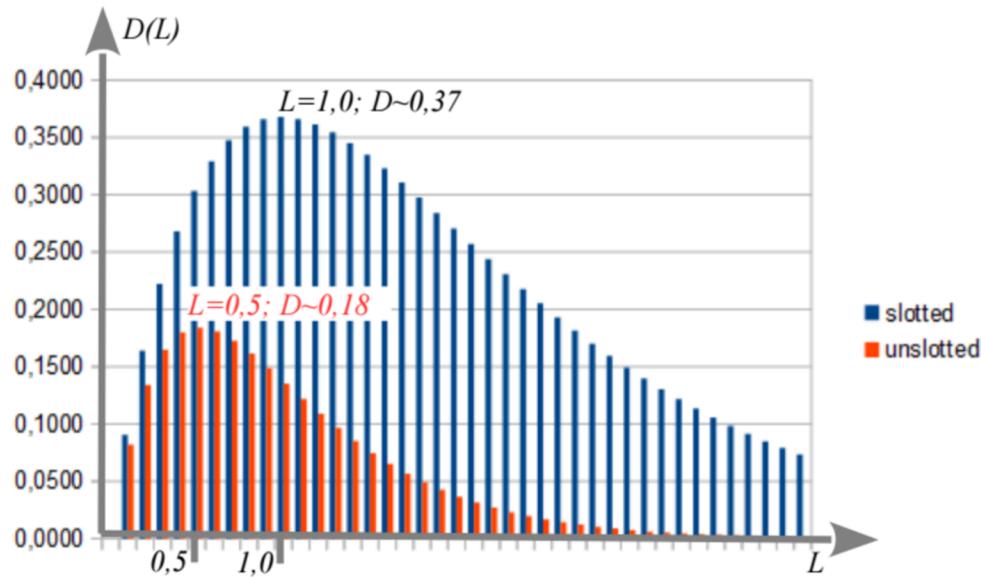


Slotted ALOHA protocol (shaded slots indicate collision)

Slotted ALOHA

Beschreiben Sie kurz das slotted ALOHA Zugriffsverfahren.

- Senden in festen Zeitintervallen (slots)
- Maximaler Durchsatz = 37% der Kanalkapazität



Slotted ALOHA protocol (shaded slots indicate collision)



Slotted ALOHA

1000 Computer in einem lokalen Netz streiten sich um den Zugang zu einem Slotted ALOHA Kanal. Eine Station setzt im Durchschnitt zufällig verteilt 50 Anfragen/ Std. ab. Ein Slot ist 15 ms lang, und jede Anfrage passt genau in einen Slot. Wie groß ist der Durchsatz auf dem Kanal?



Slotted ALOHA

1000 Computer in einem lokalen Netz streiten sich um den Zugang zu einem Slotted ALOHA Kanal. Eine Station setzt im Durchschnitt zufällig verteilt 50 Anfragen/ Std. ab. Ein Slot ist 15 ms lang, und jede Anfrage passt genau in einen Slot. Wie groß ist der Durchsatz auf dem Kanal?

$$L = \text{angebotene Last} = R * T$$

$$R = \frac{\text{Anzahl Frames}}{\text{Zeiteinheit}}$$

$$T = \text{Slotlänge}$$

$$P(\text{Erfolg}) = e^{-L}$$

(Wartezeit zw. Frames entspricht Poissonverteilung)



Slotted ALOHA

1000 Computer in einem lokalen Netz streiten sich um den Zugang zu einem Slotted ALOHA Kanal. Eine Station setzt im Durchschnitt zufällig verteilt 50 Anfragen/ Std. ab. Ein Slot ist 15 ms lang, und jede Anfrage passt genau in einen Slot. Wie groß ist der Durchsatz auf dem Kanal?

$$R = \frac{50 * 1000}{3600 \text{ s}} = 13,89 \frac{\text{Anfragen}}{\text{s}}$$

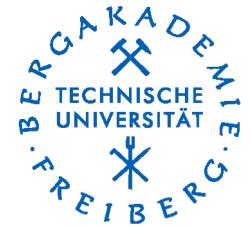


Slotted ALOHA

1000 Computer in einem lokalen Netz streiten sich um den Zugang zu einem Slotted ALOHA Kanal. Eine Station setzt im Durchschnitt zufällig verteilt 50 Anfragen/ Std. ab. Ein Slot ist 15 ms lang, und jede Anfrage passt genau in einen Slot. Wie groß ist der Durchsatz auf dem Kanal?

$$R = \frac{50 * 1000}{3600 \text{ s}} = 13,89 \frac{\text{Anfragen}}{\text{s}}$$

$$T = 15 \text{ ms} = 0,015 \frac{\text{s}}{\text{Slot}}$$



Slotted ALOHA

1000 Computer in einem lokalen Netz streiten sich um den Zugang zu einem Slotted ALOHA Kanal. Eine Station setzt im Durchschnitt zufällig verteilt 50 Anfragen/ Std. ab. Ein Slot ist 15 ms lang, und jede Anfrage passt genau in einen Slot. Wie groß ist der Durchsatz auf dem Kanal?

$$R = \frac{50 * 1000}{3600 \text{ s}} = 13,89 \frac{\text{Anfragen}}{\text{s}}$$

$$T = 15 \text{ ms} = 0,015 \frac{\text{s}}{\text{Slot}}$$

$$L = R * T = 13,89 \frac{\text{Anfragen}}{\text{s}} * 0,015 \frac{\text{s}}{\text{Slot}} = 0,2083 \frac{\text{Anfragen}}{\text{Slot}}$$



Slotted ALOHA

1000 Computer in einem lokalen Netz streiten sich um den Zugang zu einem Slotted ALOHA Kanal. Eine Station setzt im Durchschnitt zufällig verteilt 50 Anfragen/ Std. ab. Ein Slot ist 15 ms lang, und jede Anfrage passt genau in einen Slot. Wie groß ist der Durchsatz auf dem Kanal?

$$R = \frac{50 * 1000}{3600 \text{ s}} = 13,89 \frac{\text{Anfragen}}{\text{s}}$$

$$T = 15 \text{ ms} = 0,015 \frac{\text{s}}{\text{Slot}}$$

$$L = R * T = 13,89 \frac{\text{Anfragen}}{\text{s}} * 0,015 \frac{\text{s}}{\text{Slot}} = 0,2083 \frac{\text{Anfragen}}{\text{Slot}}$$

$$\begin{aligned} D = \text{Durchsatz} &= L * P(\text{Erfolg}) = 0,2083 \frac{\text{Anfragen}}{\text{Slot}} * e^{-0,2083} \\ &= 0,1691 \frac{\text{Anfragen}}{\text{Slot}} \end{aligned}$$



Slotted ALOHA

1000 Computer in einem lokalen Netz streiten sich um den Zugang zu einem Slotted ALOHA Kanal. Eine Station setzt im Durchschnitt zufällig verteilt 50 Anfragen/ Std. ab. Ein Slot ist 15 ms lang, und jede Anfrage passt genau in einen Slot. Wie groß ist der Durchsatz auf dem Kanal?

$$R = \frac{50 * 1000}{3600 \text{ s}} = 13,89 \frac{\text{Anfragen}}{\text{s}}$$

$$T = 15 \text{ ms} = 0,015 \frac{\text{s}}{\text{Slot}}$$

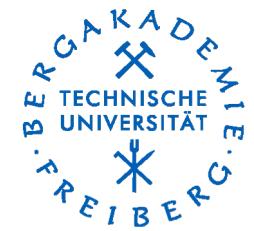
$$L = R * T = 13,89 \frac{\text{Anfragen}}{\text{s}} * 0,015 \frac{\text{s}}{\text{Slot}} = 0,2083 \frac{\text{Anfragen}}{\text{Slot}}$$

$$\begin{aligned} D = \text{Durchsatz} &= L * P(\text{Erfolg}) = 0,2083 \frac{\text{Anfragen}}{\text{Slot}} * e^{-0,2083} \\ &= 0,1691 \frac{\text{Anfragen}}{\text{Slot}} \end{aligned}$$

Wie viele Anfragen müssten jede Station pro Stunde für den max. Durchsatz senden?



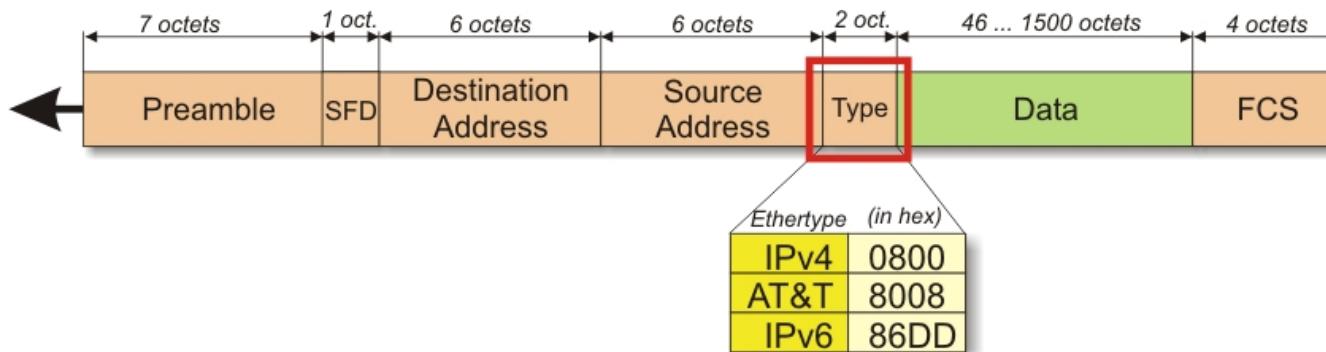
CSMA/CD



Skizzieren Sie den Aufbau eines Ethernet-Frames und erklären Sie die Funktionen der einzelnen Felder.

CSMA/CD

Skizzieren Sie den Aufbau eines Ethernet-Frames und erklären Sie die Funktionen der einzelnen Felder.





CSMA/CD

Beschreiben Sie kurz die Funktionsweise des non-, 1- und p-persistenten CSMA/CD-Zugriffsverfahrens.

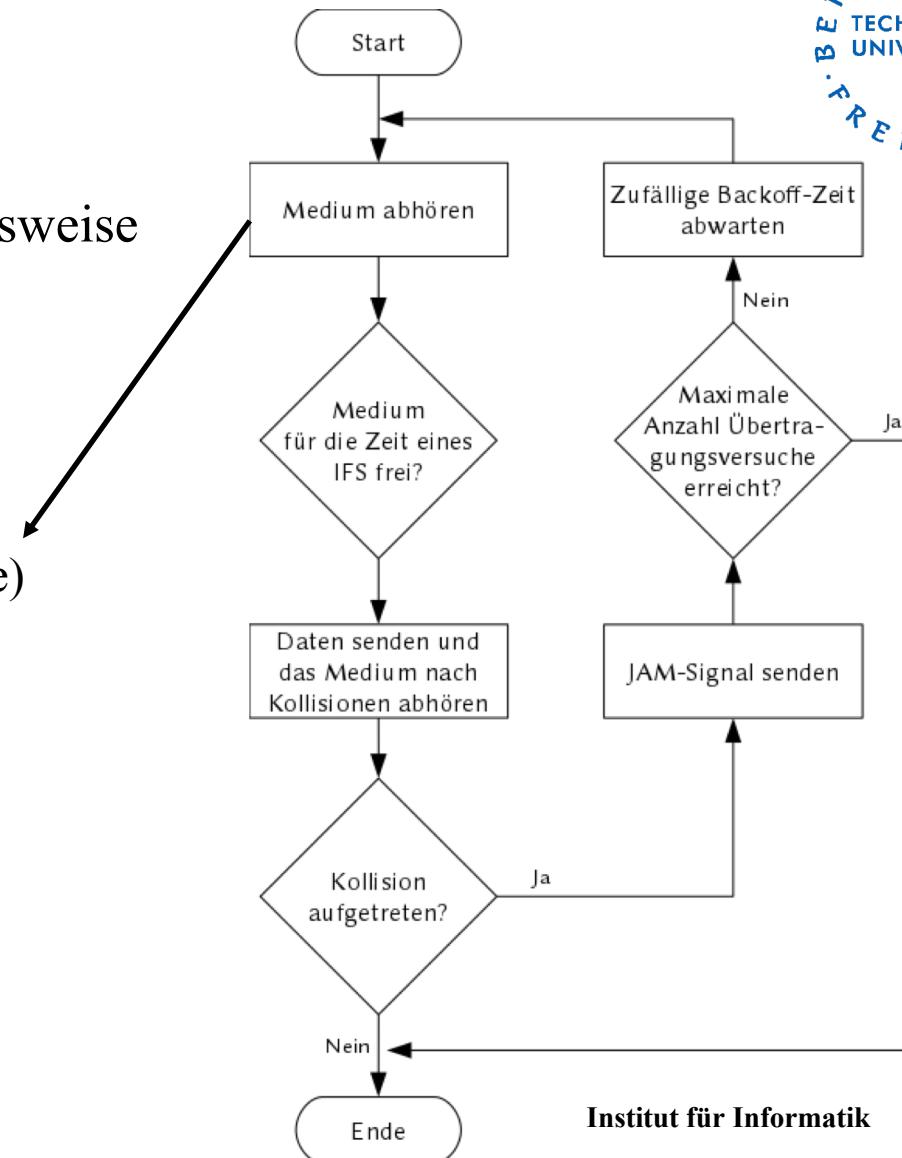
CSMA/CD

Beschreiben Sie kurz die Funktionsweise
des non-, 1- und p-persistenten
CSMA/CD-Zugriffsverfahrens.

Lauschen auf Kanal (carrier sense)

Prüfe Echo des eigenen Signals

Hohe Amplituden → Kollision



CSMA/CD

Beschreiben Sie kurz die Funktionsweise
des non-, 1- und p-persistenten
CSMA/CD-Zugriffsverfahrens.

1-persistent:

Kanal frei ? senden : warten bis frei

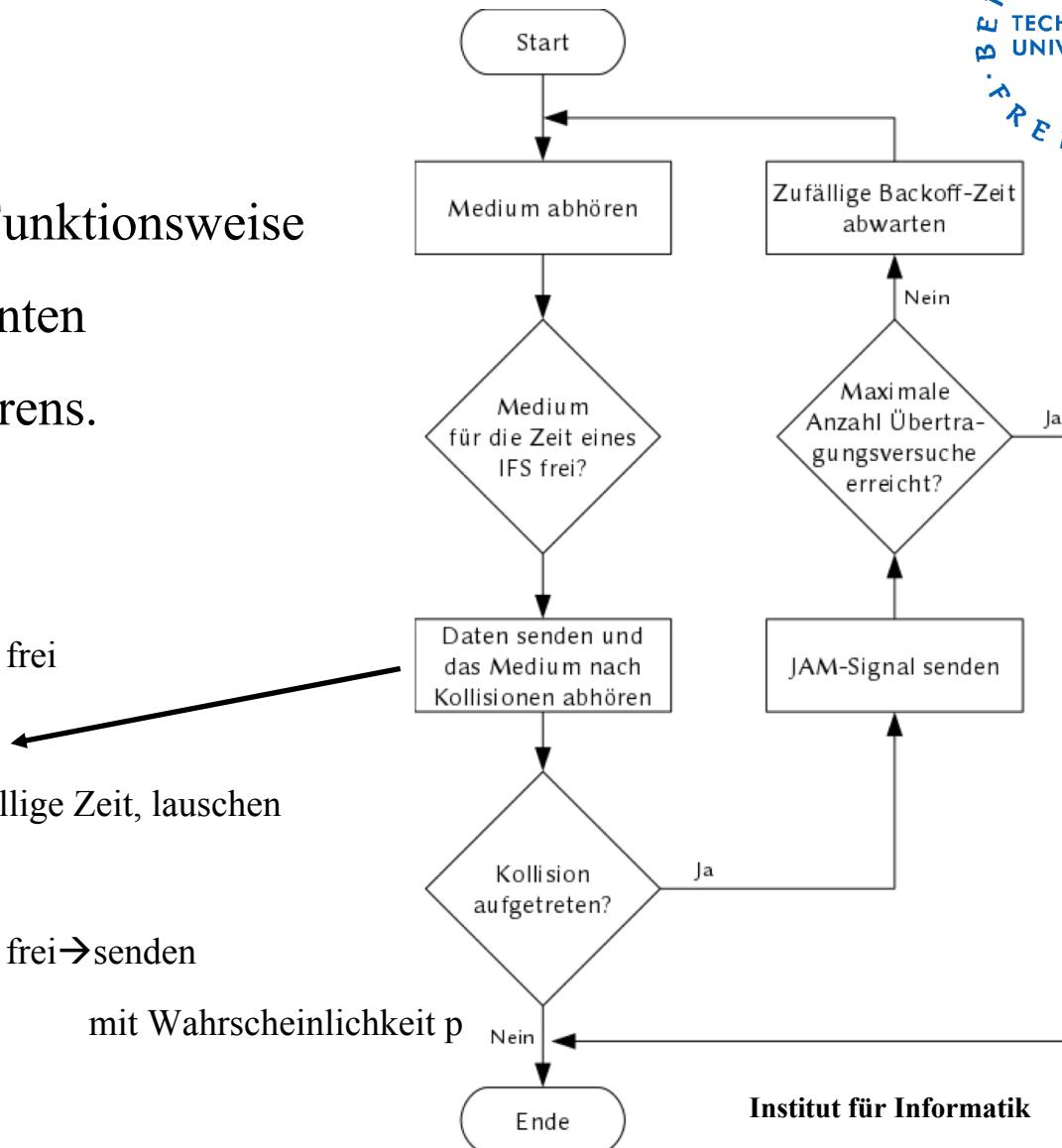
non-persistent:

Kanal frei ? senden : warte zufällige Zeit, lauschen

p-persistent:

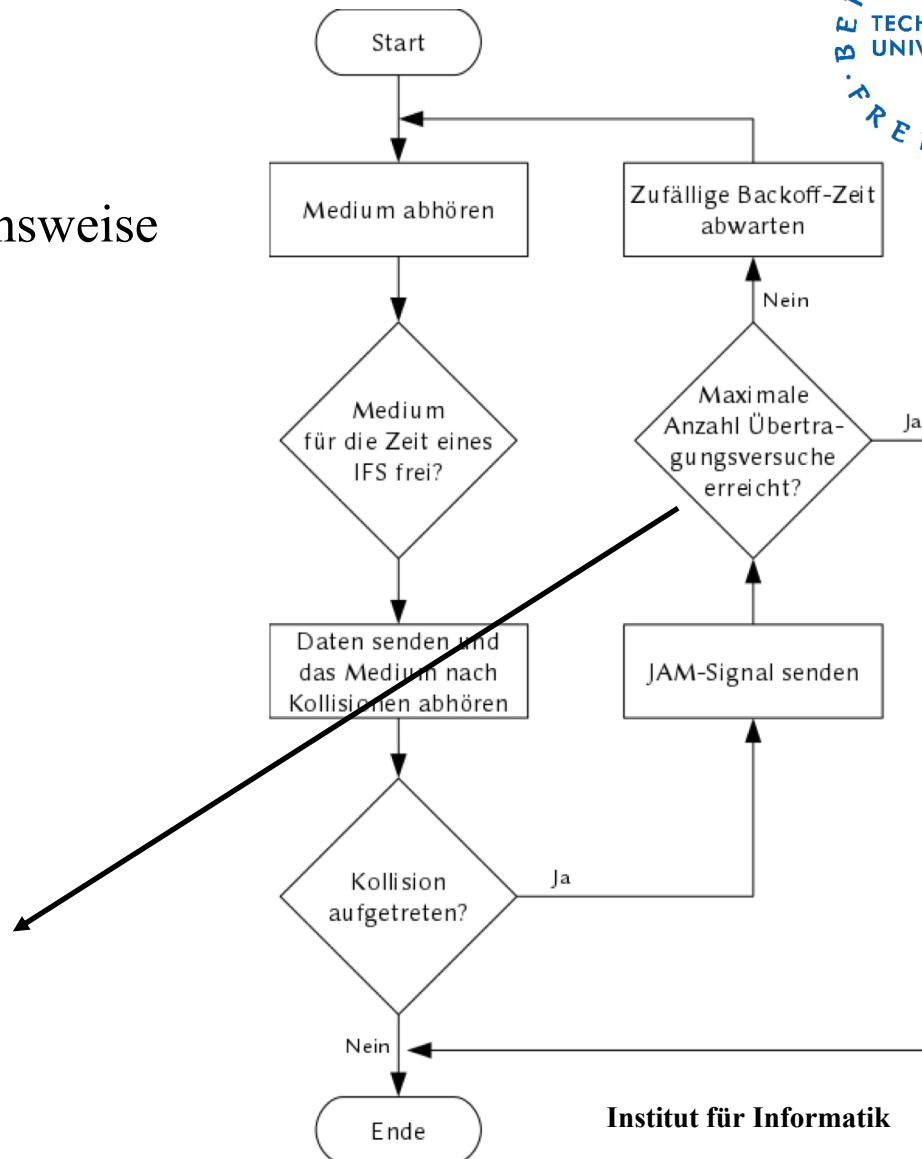
Kanal frei ? senden : warten bis frei → senden

mit Wahrscheinlichkeit p



CSMA/CD

Beschreiben Sie kurz die Funktionsweise
des non-, 1- und p-persistenten
CSMA/CD-Zugriffsverfahrens.

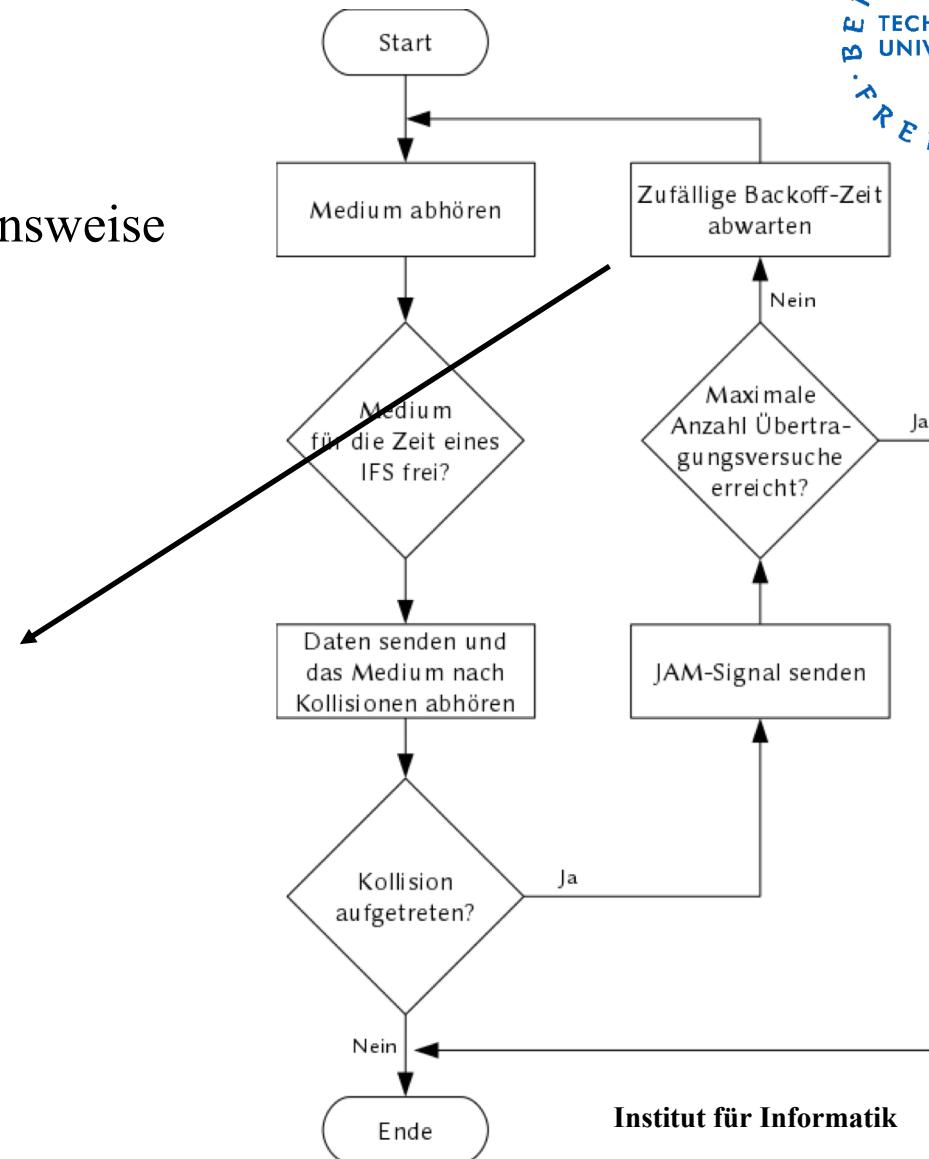


Nach 16 Kollisionen → Abbruch

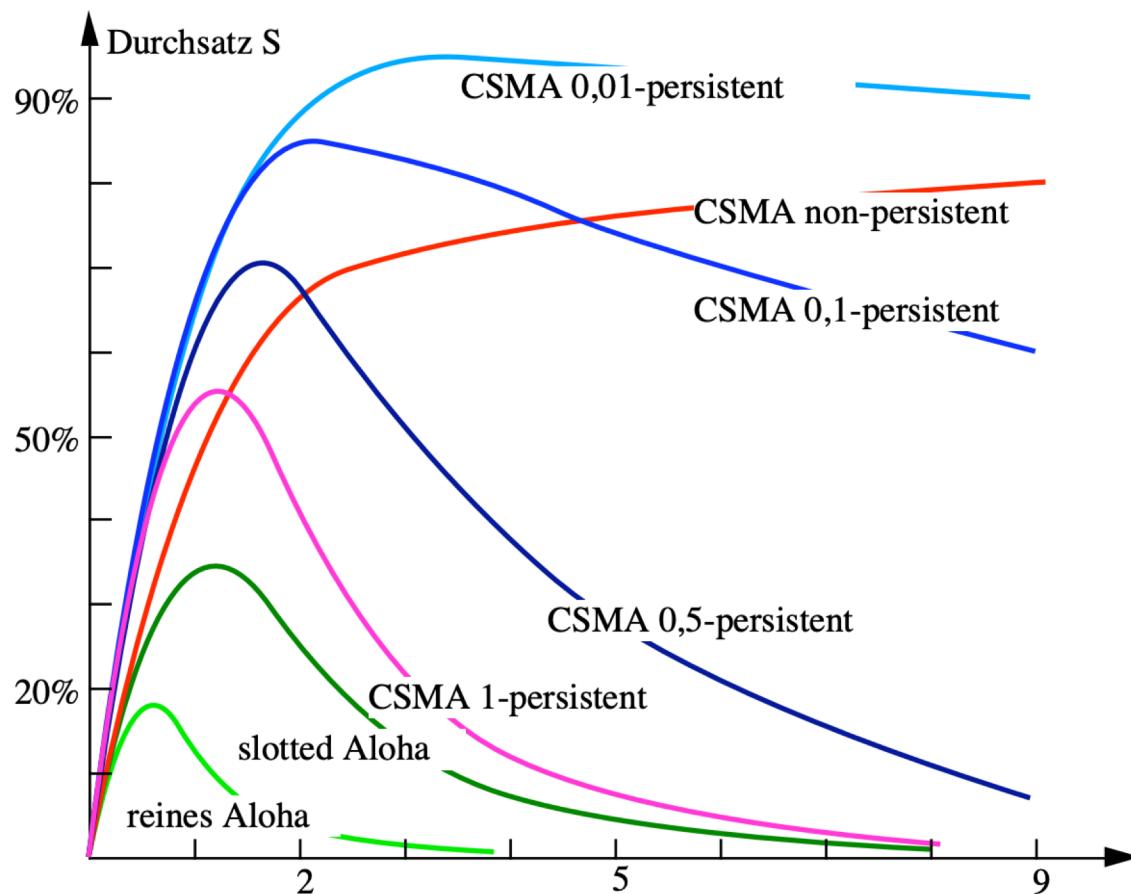
CSMA/CD

Beschreiben Sie kurz die Funktionsweise
des non-, 1- und p-persistenten
CSMA/CD-Zugriffsverfahrens.

Binary Exponential Backoff
Zufallszahl im Intervall $[0; (2^i) - 1]$
 $i = \text{Anzahl Kollisionen}$



CSMA/CD





CSMA/CD

Die IEEE Norm 802.3 (Ethernet) definiert, dass die minimale Framelänge für einen Ethernetframe 64 Byte beträgt. Erklären Sie, warum die Festlegung einer Mindestlänge zur Erkennung von Kollisionen nötig ist.



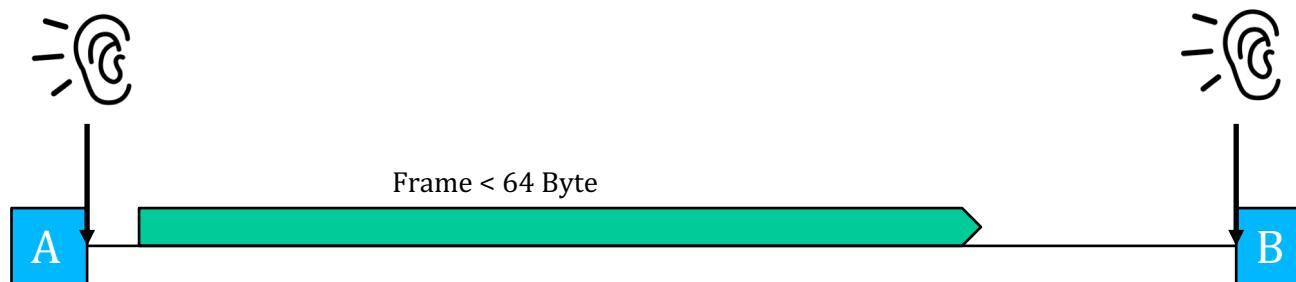
CSMA/CD

Die IEEE Norm 802.3 (Ethernet) definiert, dass die minimale Framelänge für einen Ethernetframe 64 Byte beträgt. Erklären Sie, warum die Festlegung einer Mindestlänge zur Erkennung von Kollisionen nötig ist.



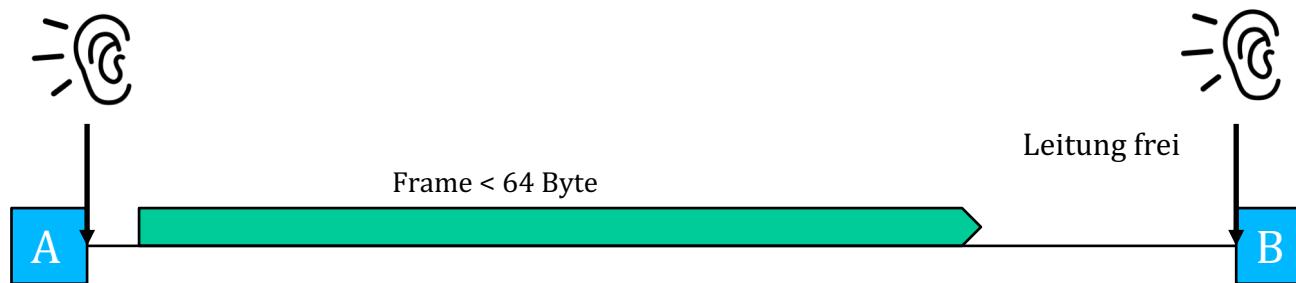
CSMA/CD

Die IEEE Norm 802.3 (Ethernet) definiert, dass die minimale Framelänge für einen Ethernetframe 64 Byte beträgt. Erklären Sie, warum die Festlegung einer Mindestlänge zur Erkennung von Kollisionen nötig ist.



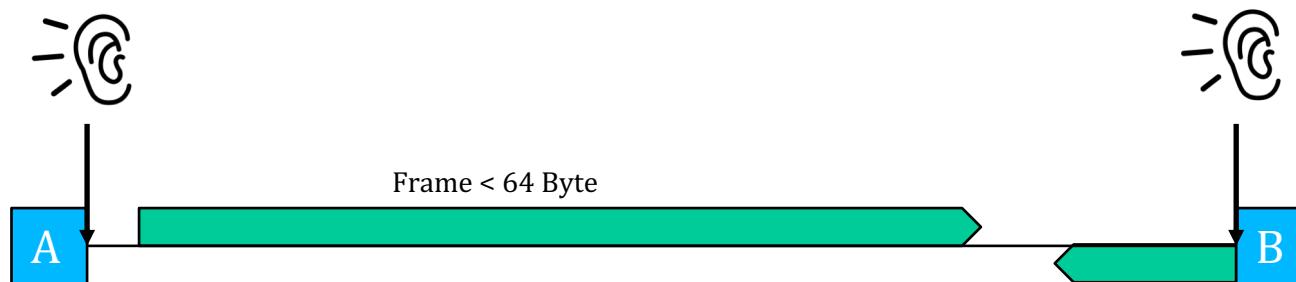
CSMA/CD

Die IEEE Norm 802.3 (Ethernet) definiert, dass die minimale Framelänge für einen Ethernetframe 64 Byte beträgt. Erklären Sie, warum die Festlegung einer Mindestlänge zur Erkennung von Kollisionen nötig ist.



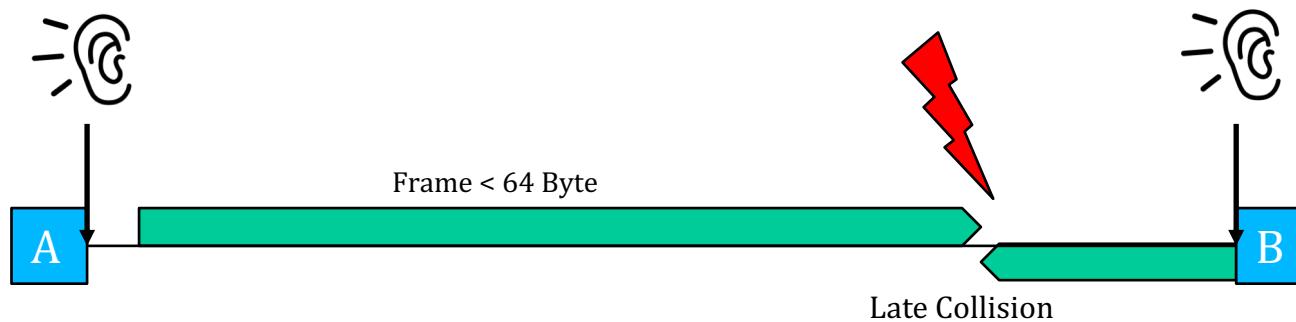
CSMA/CD

Die IEEE Norm 802.3 (Ethernet) definiert, dass die minimale Framelänge für einen Ethernetframe 64 Byte beträgt. Erklären Sie, warum die Festlegung einer Mindestlänge zur Erkennung von Kollisionen nötig ist.



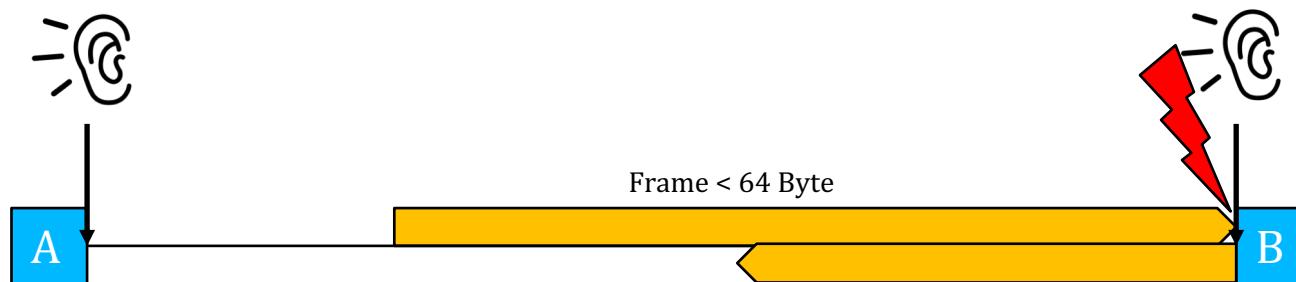
CSMA/CD

Die IEEE Norm 802.3 (Ethernet) definiert, dass die minimale Framelänge für einen Ethernetframe 64 Byte beträgt. Erklären Sie, warum die Festlegung einer Mindestlänge zur Erkennung von Kollisionen nötig ist.



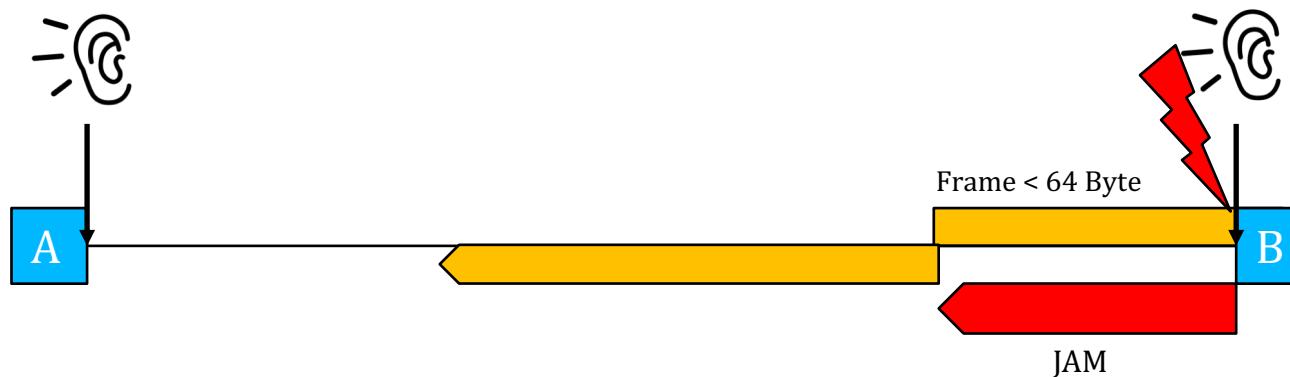
CSMA/CD

Die IEEE Norm 802.3 (Ethernet) definiert, dass die minimale Framelänge für einen Ethernetframe 64 Byte beträgt. Erklären Sie, warum die Festlegung einer Mindestlänge zur Erkennung von Kollisionen nötig ist.



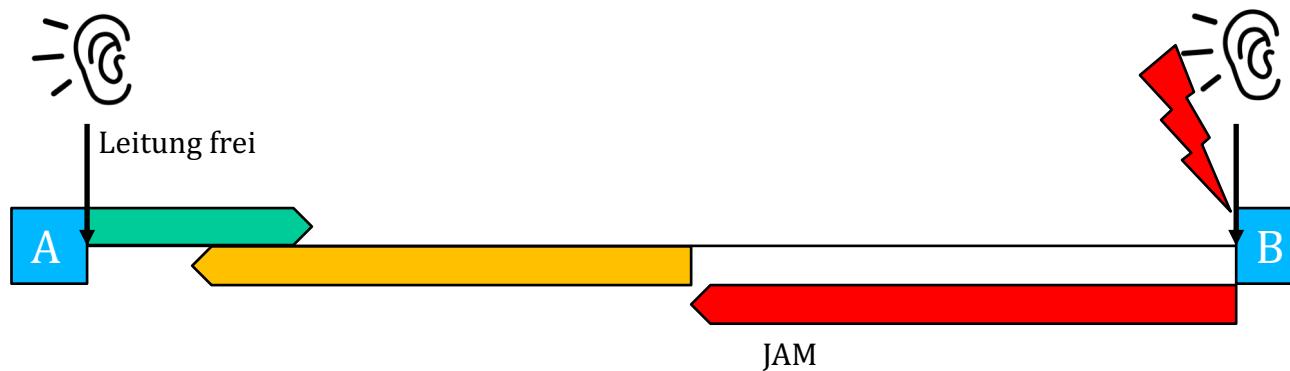
CSMA/CD

Die IEEE Norm 802.3 (Ethernet) definiert, dass die minimale Framelänge für einen Ethernetframe 64 Byte beträgt. Erklären Sie, warum die Festlegung einer Mindestlänge zur Erkennung von Kollisionen nötig ist.



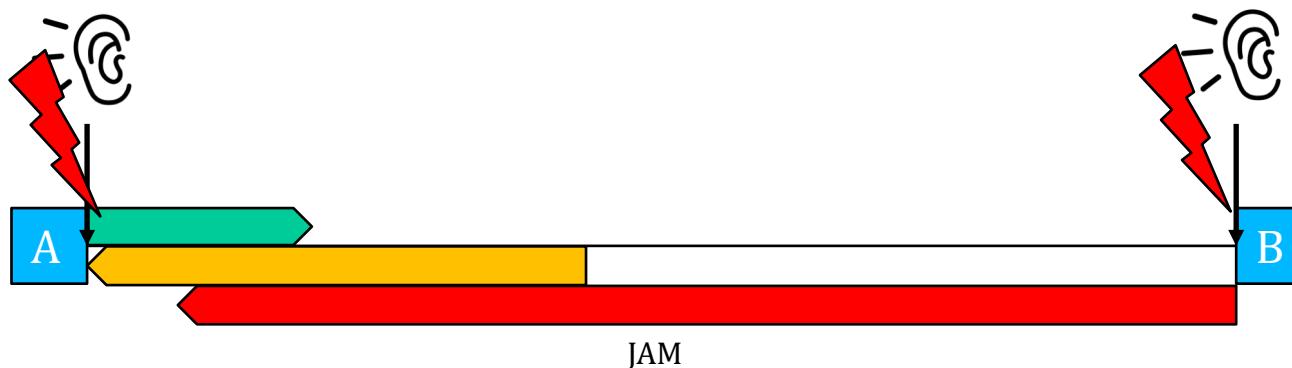
CSMA/CD

Die IEEE Norm 802.3 (Ethernet) definiert, dass die minimale Framelänge für einen Ethernetframe 64 Byte beträgt. Erklären Sie, warum die Festlegung einer Mindestlänge zur Erkennung von Kollisionen nötig ist.



CSMA/CD

Die IEEE Norm 802.3 (Ethernet) definiert, dass die minimale Framelänge für einen Ethernetframe 64 Byte beträgt. Erklären Sie, warum die Festlegung einer Mindestlänge zur Erkennung von Kollisionen nötig ist.





CSMA/CD

Für das klassische Ethernet IEEE 802.3 (10 Mbit/s) ist eine Framegröße von mindestens 64 Byte vorgeschrieben. Wie lange dauert es, bis ein solcher Frame auf das Übertragungsmedium gelegt wurde?

$$10 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}} = 10.000.000 \frac{\text{bit}}{\text{s}}$$

$$\text{min. Framegröße} = 64 \text{ Byte} = 512 \text{ bit}$$

Zeit um 1 Bit auf Leitung zu legen:



CSMA/CD

Für das klassische Ethernet IEEE 802.3 (10 Mbit/s) ist eine Framegröße von mindestens 64 Byte vorgeschrieben. Wie lange dauert es, bis ein solcher Frame auf das Übertragungsmedium gelegt wurde?

$$10 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}} = 10.000.000 \frac{\text{bit}}{\text{s}}$$

$$\text{min. Framegröße} = 64 \text{ Byte} = 512 \text{ bit}$$

Zeit um 1 Bit auf Leitung zu legen:

$$\frac{1}{10.000.000 \frac{\text{bit}}{\text{s}}} = 10^{-7} \frac{\text{s}}{\text{bit}}$$

Zeit um 64 Byte auf Leitung zu legen:



CSMA/CD

Für das klassische Ethernet IEEE 802.3 (10 Mbit/s) ist eine Framegröße von mindestens 64 Byte vorgeschrieben. Wie lange dauert es, bis ein solcher Frame auf das Übertragungsmedium gelegt wurde?

$$10 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}} = 10.000.000 \frac{\text{bit}}{\text{s}}$$

$$\text{min. Framegröße} = 64 \text{ Byte} = 512 \text{ bit}$$

Zeit um 1 Bit auf Leitung zu legen:

$$\frac{1}{10.000.000 \frac{\text{bit}}{\text{s}}} = 10^{-7} \frac{\text{s}}{\text{bit}}$$

Zeit um 64 Byte auf Leitung zu legen:

$$10^{-7} \frac{\text{s}}{\text{bit}} * 64 * 8 \text{ bit} = 0,0000512 \text{s} = 51,2 \mu\text{s}$$



CSMA/CD

Für das klassische Ethernet IEEE 802.3 (10 Mbit/s) ist eine Framegröße von mindestens 64 Byte vorgeschrieben. Wie lange dauert es, bis ein solcher Frame auf das Übertragungsmedium gelegt wurde?

Wie lang darf ein Kabel theoretisch bei dieser Framegröße sein, damit Kollisionen erkannt werden können und „late collisions“ vermieden werden (Ausbreitungsgeschwindigkeit 200.000 km/s)?

Zeit um 64 Byte auf Leitung zu legen:

$$10^{-7} \frac{\text{s}}{\text{bit}} * 64 * 8 \text{ bit} = 0,0000512\text{s} = 51,2 \mu\text{s}$$



CSMA/CD

Für das klassische Ethernet IEEE 802.3 (10 Mbit/s) ist eine Framegröße von mindestens 64 Byte vorgeschrieben. Wie lange dauert es, bis ein solcher Frame auf das Übertragungsmedium gelegt wurde?

Wie lang darf ein Kabel theoretisch bei dieser Framegröße sein, damit Kollisionen erkannt werden können und „late collisions“ vermieden werden (Ausbreitungsgeschwindigkeit 200.000 km/s)?

Zeit um 64 Byte auf Leitung zu legen:

$$10^{-7} \frac{\text{s}}{\text{bit}} * 64 * 8 \text{ bit} = 0,0000512\text{s} = 51,2 \mu\text{s}$$

Länge Kabel:

$$0,0000512\text{s} * 200.000.000 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 10.240\text{m}$$



CSMA/CD

Für das klassische Ethernet IEEE 802.3 (10 Mbit/s) ist eine Framegröße von mindestens 64 Byte vorgeschrieben. Wie lange dauert es, bis ein solcher Frame auf das Übertragungsmedium gelegt wurde?

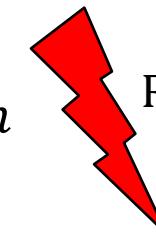
Wie lang darf ein Kabel theoretisch bei dieser Framegröße sein, damit Kollisionen erkannt werden können und „late collisions“ vermieden werden (Ausbreitungsgeschwindigkeit 200.000 km/s)?

Zeit um 64 Byte auf Leitung zu legen:

$$10^{-7} \frac{s}{bit} * 64 * 8 bit = 0,0000512s = 51,2 \mu s$$

Länge Kabel:

$$0,0000512s * 200.000.000 \frac{m}{s} = 10.240m$$



Roundtrip?



CSMA/CD

Für das klassische Ethernet IEEE 802.3 (10 Mbit/s) ist eine Framegröße von mindestens 64 Byte vorgeschrieben. Wie lange dauert es, bis ein solcher Frame auf das Übertragungsmedium gelegt wurde?

Wie lang darf ein Kabel theoretisch bei dieser Framegröße sein, damit Kollisionen erkannt werden können und „late collisions“ vermieden werden (Ausbreitungsgeschwindigkeit 200.000 km/s)?

Zeit um 64 Byte auf Leitung zu legen:

$$10^{-7} \frac{s}{bit} * 64 * 8 bit = 0,0000512s = 51,2 \mu s$$

Länge Kabel:

$$0,0000512s * 200.000.000 \frac{m}{s} = 10.240m$$

$$\frac{10.240m}{2} = 5120m$$



CSMA/CD

Für das klassische Ethernet IEEE 802.3 (10 Mbit/s) ist eine Framegröße von mindestens 64 Byte vorgeschrieben. Wie lange dauert es, bis ein solcher Frame auf das Übertragungsmedium gelegt wurde?

Wie lang darf ein Kabel theoretisch bei dieser Framegröße sein, damit Kollisionen erkannt werden können und „late collisions“ vermieden werden (Ausbreitungsgeschwindigkeit 200.000 km/s)?

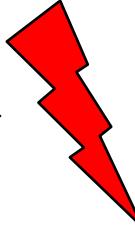
Zeit um 64 Byte auf Leitung zu legen:

$$10^{-7} \frac{s}{bit} * 64 * 8 bit = 0,0000512s = 51,2 \mu s$$

Länge Kabel:

$$0,0000512s * 200.000.000 \frac{m}{s} = 10.240m$$

$$\frac{10.240m}{2} = 5120m$$





CSMA/CD

Für das klassische Ethernet IEEE 802.3 (10 Mbit/s) ist eine Framegröße von mindestens 64 Byte vorgeschrieben.

Die maximale Länge eines 10Base5-Kabel Segmentes beträgt 500m
(Kabeleigenschaften: Dämpfung etc.).



CSMA/CD

Für das klassische Ethernet IEEE 802.3 (10 Mbit/s) ist eine Framegröße von mindestens 64 Byte vorgeschrieben.

Die maximale Länge eines 10Base5-Kabel Segmentes beträgt 500m (Kabeleigenschaften: Dämpfung etc.).

1km Ethernet: 500m Kabel – Repeater – 500m Kabel

Ein Repeater ändert nichts an der Kollisionsdomäne, führt aber eine zusätzliche Verzögerung ein (ca. $3\mu s$ in eine Richtung).



CSMA/CD

Für das klassische Ethernet IEEE 802.3 (10 Mbit/s) ist eine Framegröße von mindestens 64 Byte vorgeschrieben.

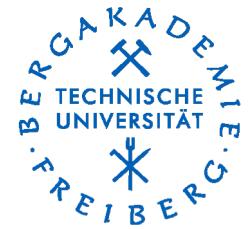
Die maximale Länge eines 10Base5-Kabel Segmentes beträgt 500m (Kabeleigenschaften: Dämpfung etc.).

1km Ethernet: 500m Kabel – Repeater – 500m Kabel

Ein Repeater ändert nichts an der Kollisionsdomäne, führt aber eine zusätzliche Verzögerung ein (ca. $3\mu s$ in eine Richtung, $6\mu s$ in beide).

5km Ethernet: $10 * 500\text{m}$ Kabel mit 9 Repeatern

$9 \text{ Repeater} * 6\mu s \text{ Delay} = 54\mu s > 51,2 \mu s$ Zeit um 64 Byte auf Leitung zu legen



CSMA/CD

Für das klassische Ethernet IEEE 802.3 (10 Mbit/s) ist eine Framegröße von mindestens 64 Byte vorgeschrieben.

Die maximale Länge eines 10Base5-Kabel Segmentes beträgt 500m (Kabeleigenschaften: Dämpfung etc.).

1km Ethernet: 500m Kabel – Repeater – 500m Kabel

Ein Repeater ändert nichts an der Kollisionsdomäne, führt aber eine zusätzliche Verzögerung ein (ca. $3\mu s$ in eine Richtung, $6\mu s$ in beide).

5km Ethernet: $10 * 500\text{m}$ Kabel mit 9 Repeatern

$9 \text{ Repeater} * 6\mu s \text{ Delay} = 54\mu s > 51,2 \mu s$ Zeit um 64 Byte auf Leitung zu legen

RTT sollte kleiner-gleich $51\mu s$ sein. Wie?



CSMA/CD

Für das klassische Ethernet IEEE 802.3 (10 Mbit/s) ist eine Framegröße von mindestens 64 Byte vorgeschrieben.

Die maximale Länge eines 10Base5-Kabel Segmentes beträgt 500m (Kabeleigenschaften: Dämpfung etc.).

1km Ethernet: 500m Kabel – Repeater – 500m Kabel

Ein Repeater ändert nichts an der Kollisionsdomäne, führt aber eine zusätzliche Verzögerung ein (ca. $3\mu s$ in eine Richtung, $6\mu s$ in beide).

5km Ethernet: $10 * 500\text{m}$ Kabel mit 9 Repeatern

$9 \text{ Repeater} * 6\mu s \text{ Delay} = 54\mu s > 51,2 \mu s$ Zeit um 64 Byte auf Leitung zu legen

RTT sollte kleiner-gleich $51\mu s$ sein. Wie?

Kabellänge reduzieren oder Anzahl Repeater reduzieren.



CSMA/CD



Kabellänge reduzieren oder Anzahl Repeater reduzieren. Wie?



CSMA/CD

Kabellänge reduzieren oder Anzahl Repeater reduzieren. Wie?

$$RTT \approx 50\mu s$$

$$\frac{1}{2} RTT \text{ für Kabel} = 25\mu s = 0,000025s$$



CSMA/CD

Kabellänge reduzieren oder Anzahl Repeater reduzieren. Wie?

$$RTT \approx 50\mu s$$

$$\frac{1}{2} RTT \text{ für Kabel} = 25\mu s = 0,000025s$$

$$\frac{25\mu s}{2} * 200.000.000 \frac{m}{s} = 2500m$$



CSMA/CD

Kabellänge reduzieren oder Anzahl Repeater reduzieren. Wie?

$$RTT \approx 50\mu s$$

$$\frac{1}{2} RTT \text{ für Kabel} = 25\mu s = 0,000025s$$

$$\frac{25\mu s}{2} * 200.000.000 \frac{m}{s} = 2500m$$

$$\frac{1}{2} RTT \text{ für Repeater} = 25\mu s$$



CSMA/CD

Kabellänge reduzieren oder Anzahl Repeater reduzieren. Wie?

$$RTT \approx 50\mu s$$

$$\frac{1}{2} RTT \text{ für Kabel} = 25\mu s = 0,000025s$$

$$\frac{25\mu s}{2} * 200.000.000 \frac{m}{s} = 2500m$$

$$\frac{1}{2} RTT \text{ für Repeater} = 25\mu s$$

$$\frac{25\mu s}{6\mu s} \approx 4 \text{ Repeater}$$



CSMA/CD

Kabellänge reduzieren oder Anzahl Repeater reduzieren. Wie?

$$RTT \approx 50\mu s$$

$$\frac{25\mu s}{2} * 200.000.000 \frac{m}{s} = 2500m$$

$$\frac{25\mu s}{6\mu s} \approx 4 \text{ Repeater}$$

Die maximale Länge eines Ethernets IEEE 802.3 (10 Mbit/s) beträgt 2500m bei der Nutzung von 5 Kabelsegmenten á 500m und 4 Repeatern



CSMA/CA

IEEE 802.11 (auch Wireless LAN) bezeichnet einen Standard zur drahtlosen Netzwerkkommunikation. Die Möglichkeiten reichen dabei über die Verwendung von Infrarot-Signalen bis zum Aufbau eines Netzwerkes über Satelliten mit niedrigem Orbit.

Welche Betriebsmodi gibt es für WLAN?



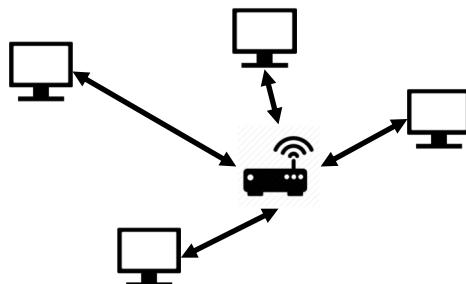
CSMA/CA

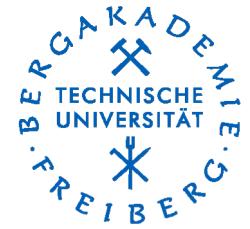
IEEE 802.11 (auch Wireless LAN) bezeichnet einen Standard zur drahtlosen Netzwerkkommunikation. Die Möglichkeiten reichen dabei über die Verwendung von Infrarot-Signalen bis zum Aufbau eines Netzwerkes über Satelliten mit niedrigem Orbit.

Welche Betriebsmodi gibt es für WLAN?

Infrastruktur - Modus

- Wireless Access Point (zB Router)
- Knoten melden sich an
- Vermittlung in andere Netze mgl.





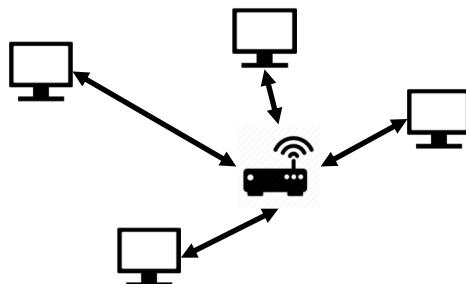
CSMA/CA

IEEE 802.11 (auch Wireless LAN) bezeichnet einen Standard zur drahtlosen Netzwerkkommunikation. Die Möglichkeiten reichen dabei über die Verwendung von Infrarot-Signalen bis zum Aufbau eines Netzwerkes über Satelliten mit niedrigem Orbit.

Welche Betriebsmodi gibt es für WLAN?

Infrastruktur - Modus

- Wireless Access Point (zB Router)
- Knoten melden sich an
- Vermittlung in andere Netze mgl.



Ad-hoc - Modus

- Knoten gleichberechtigt
- Eigenständiges LAN
- Vermittlung in andere Netze nicht vorgesehen





CSMA/CA



Welche speziellen Probleme ergeben sich durch die Verwendung von Radiosignalen als gemeinsames Kommunikationsmedium für das Zugriffsverfahren?



CSMA/CA

Welche speziellen Probleme ergeben sich durch die Verwendung von Radiosignalen als gemeinsames Kommunikationsmedium für das Zugriffsverfahren? Warum funktioniert herkömmliches CSMA nicht?

Probleme:

- Erhöhte Fehlerwahrscheinlichkeit durch:
 - Gemeinsam genutzte Frequenzen → Kollision



CSMA/CA

Welche speziellen Probleme ergeben sich durch die Verwendung von Radiosignalen als gemeinsames Kommunikationsmedium für das Zugriffsverfahren? Warum funktioniert herkömmliches CSMA nicht?

Probleme:

- Erhöhte Fehlerwahrscheinlichkeit durch:
 - Gemeinsam genutzte Frequenzen → Kollision
 - Beugungseffekte → Multipath-Problem



CSMA/CA

Welche speziellen Probleme ergeben sich durch die Verwendung von Radiosignalen als gemeinsames Kommunikationsmedium für das Zugriffsverfahren? Warum funktioniert herkömmliches CSMA nicht?

Probleme:

- Erhöhte Fehlerwahrscheinlichkeit durch:
 - Gemeinsam genutzte Frequenzen → Kollision
 - Beugungseffekte → Multipath-Problem
- Normales CSMA?



CSMA/CA

Welche speziellen Probleme ergeben sich durch die Verwendung von Radiosignalen als gemeinsames Kommunikationsmedium für das Zugriffsverfahren? Warum funktioniert herkömmliches CSMA nicht?

Probleme:

- Erhöhte Fehlerwahrscheinlichkeit durch:
 - Gemeinsam genutzte Frequenzen → Kollision
 - Beugungseffekte → Multipath-Problem
- Normales CSMA?
 - Nicht alle Stationen empfangen jede Übertragung



CSMA/CA

Hidden Station Problem



A



B

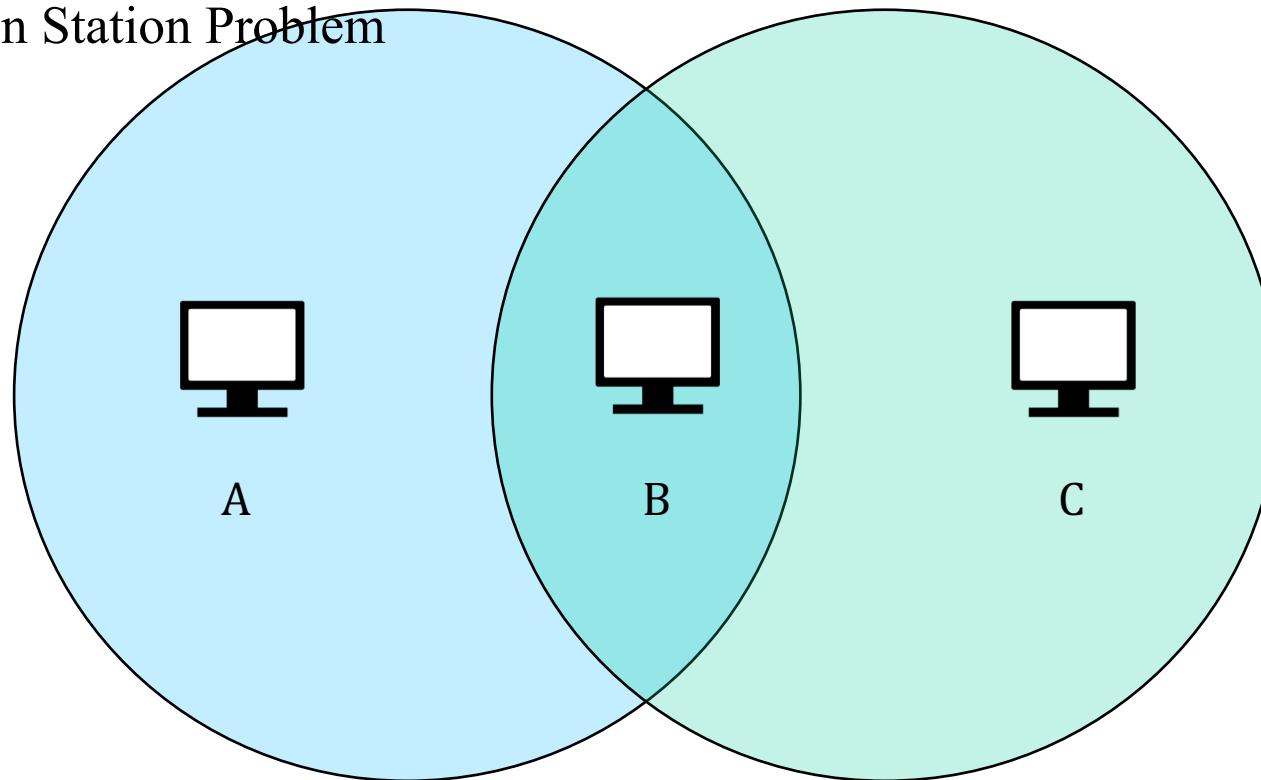


C



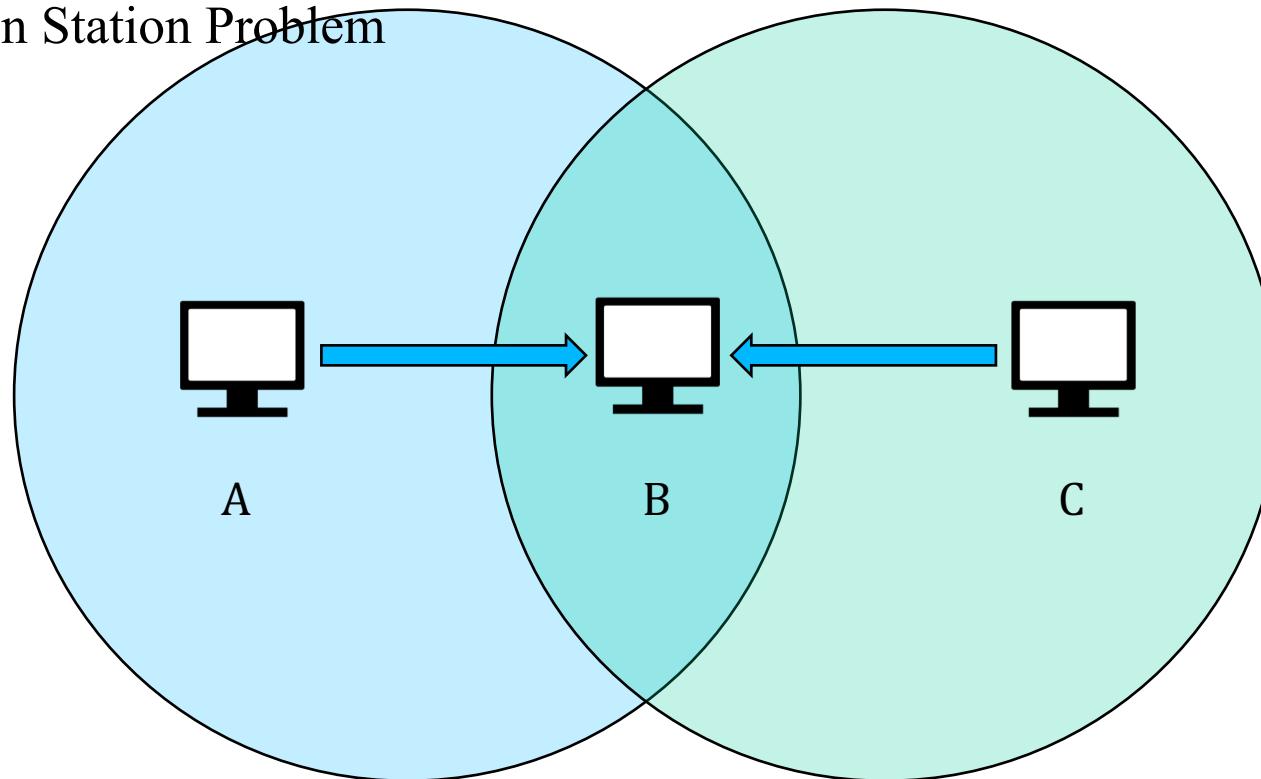
CSMA/CA

Hidden Station Problem



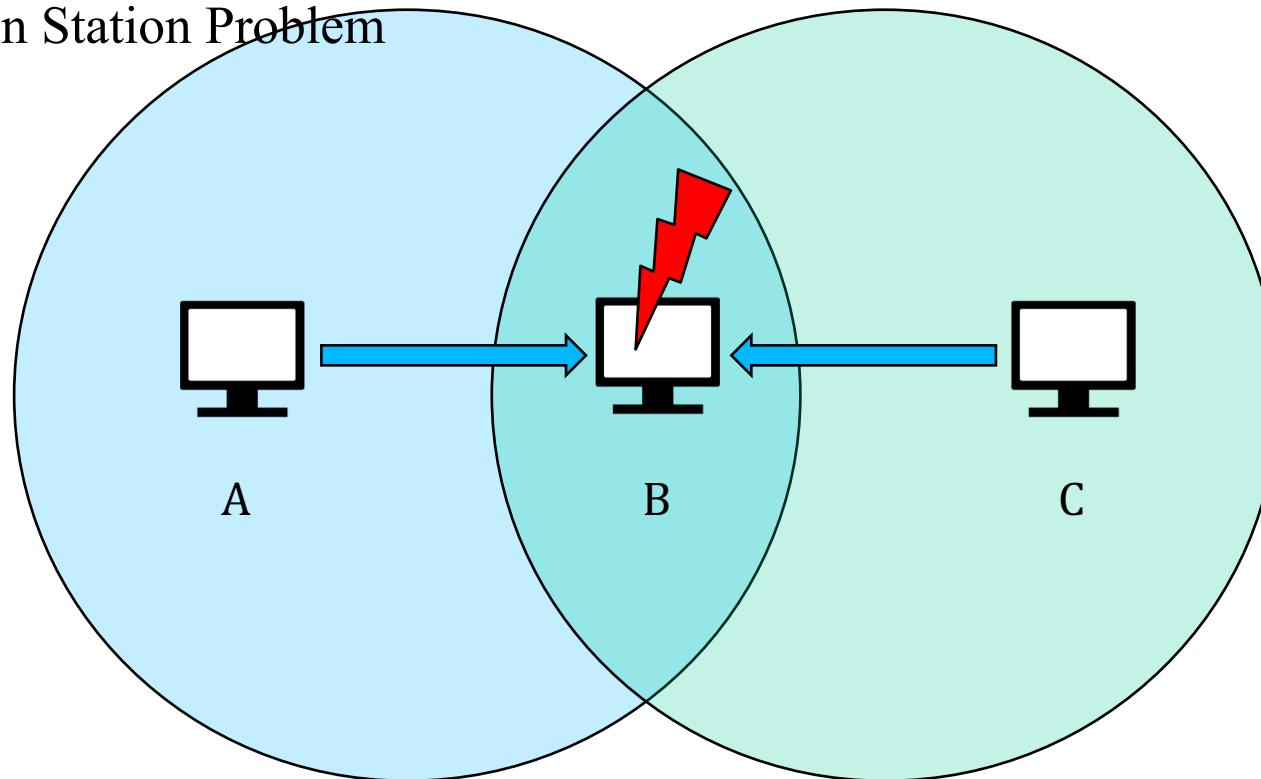
CSMA/CA

Hidden Station Problem



CSMA/CA

Hidden Station Problem





CSMA/CA



Exposed Station Problem



A



B



C

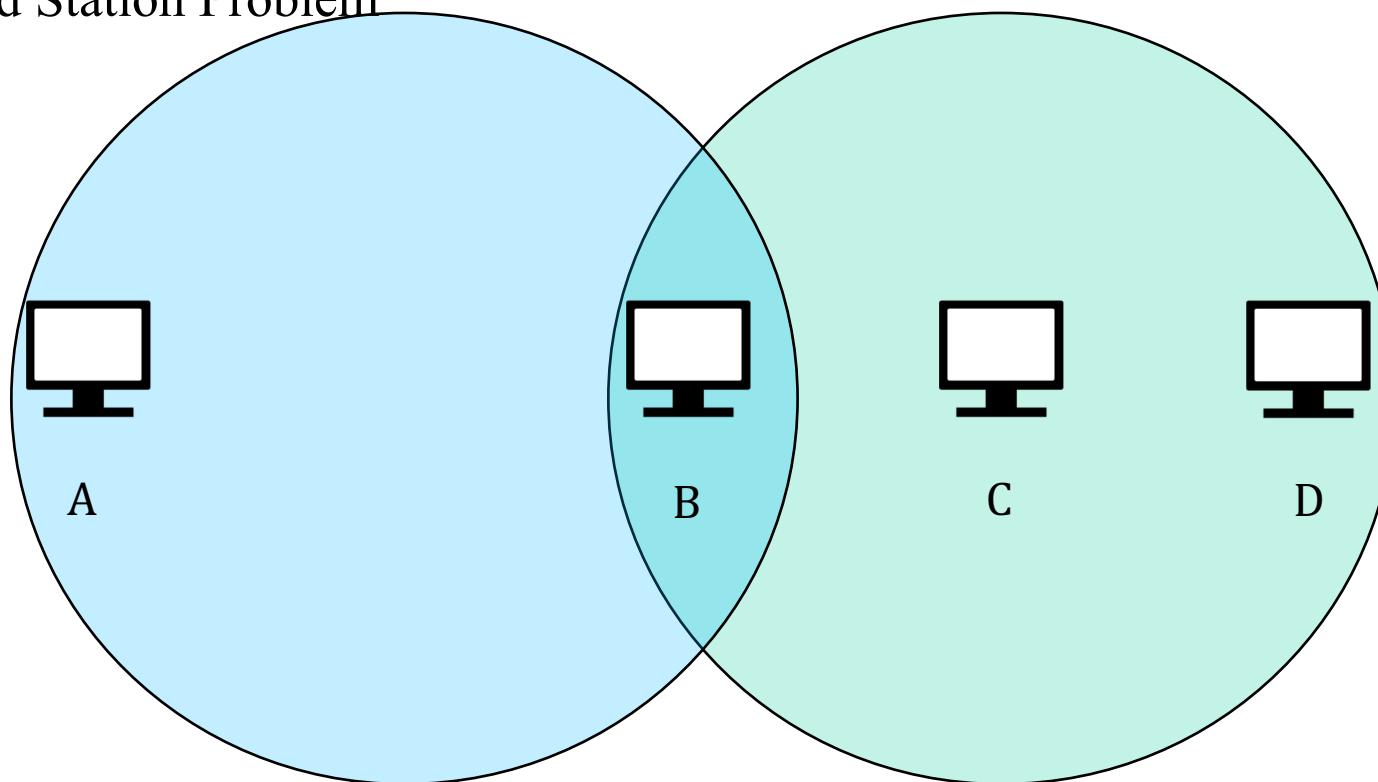


D



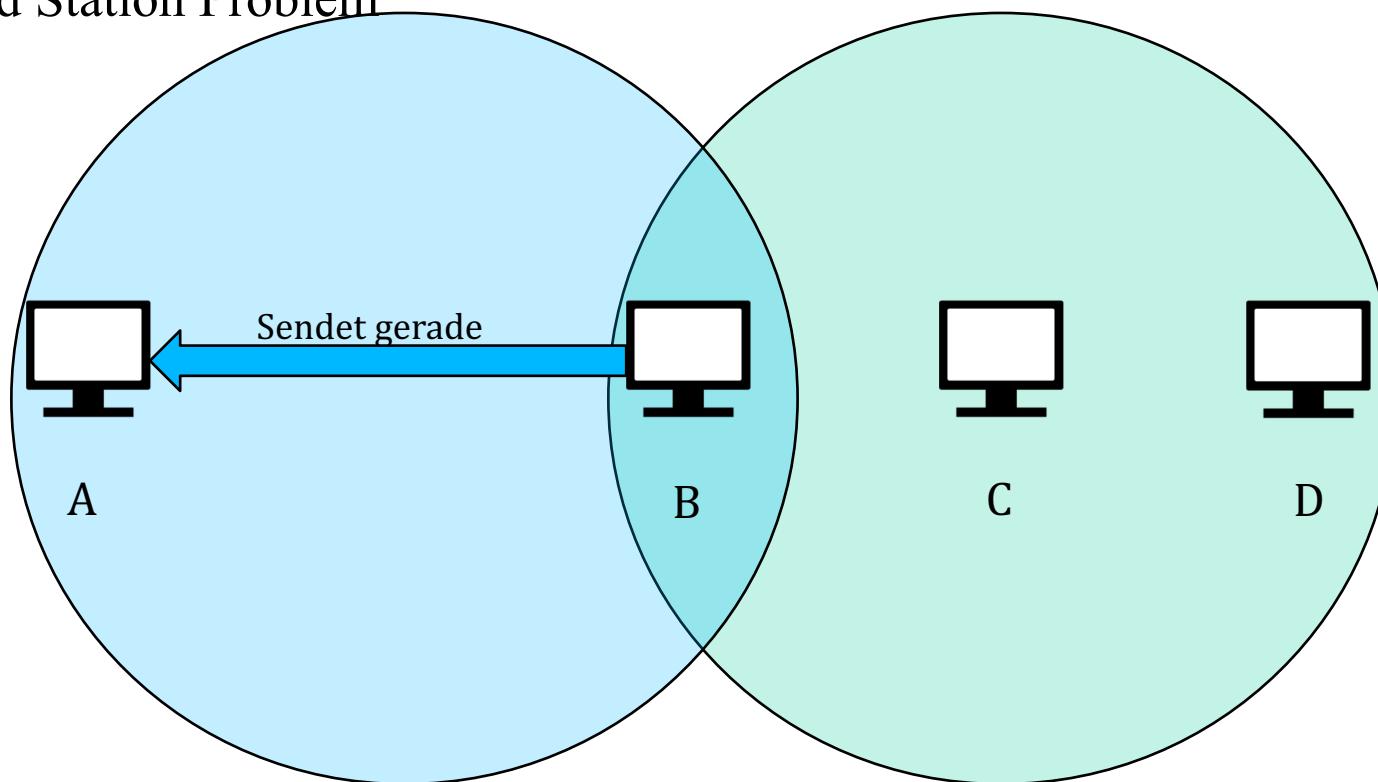
CSMA/CA

Exposed Station Problem



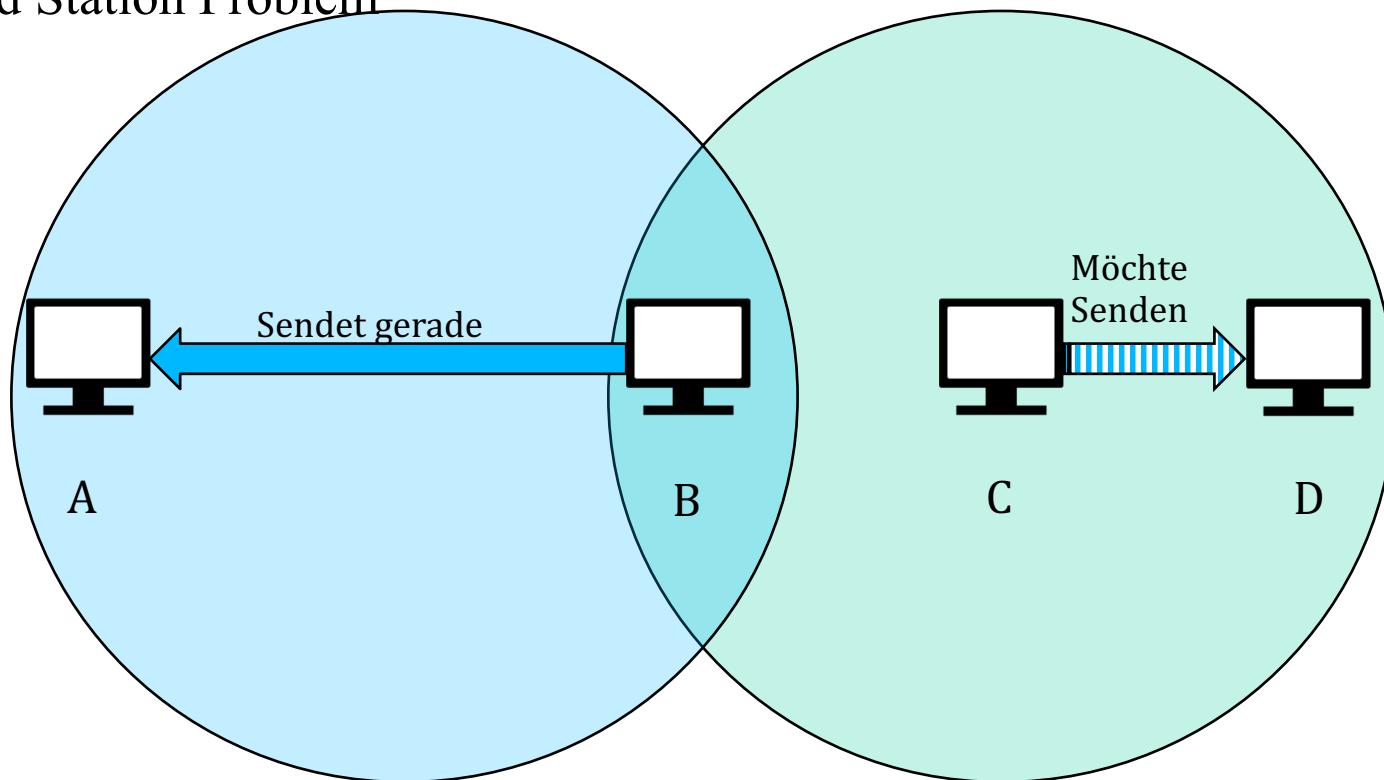
CSMA/CA

Exposed Station Problem



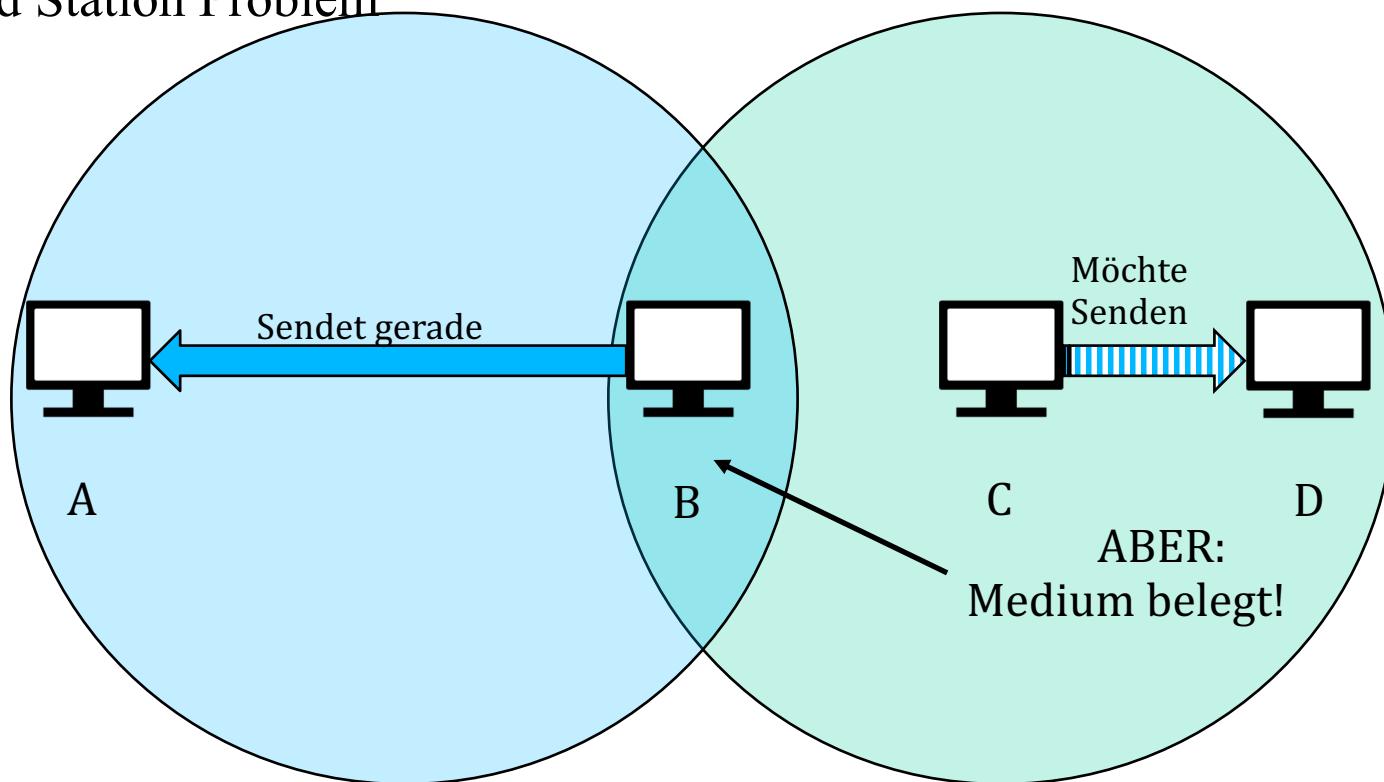
CSMA/CA

Exposed Station Problem



CSMA/CA

Exposed Station Problem





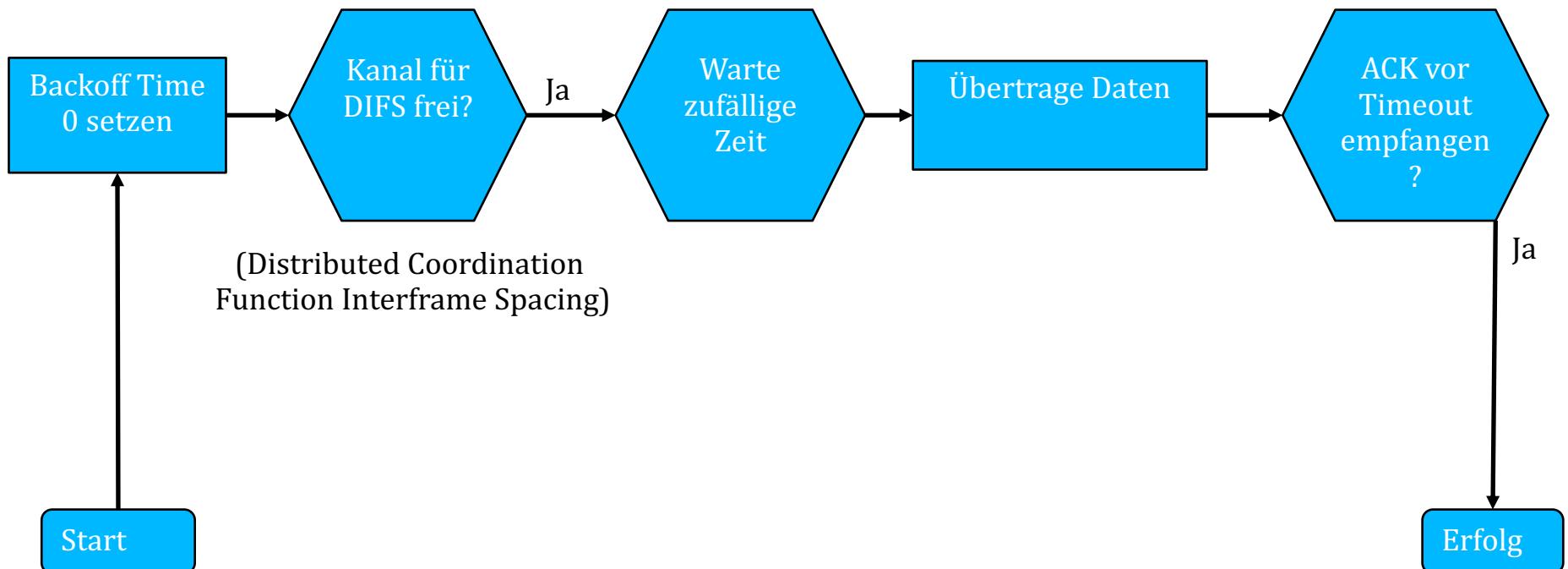
CSMA/CA



Erläutern Sie das Zugriffsverfahren CSMA/CA und wie dieses mit Hilfe von RTS/CTS das Hidden Station Problem verringert!

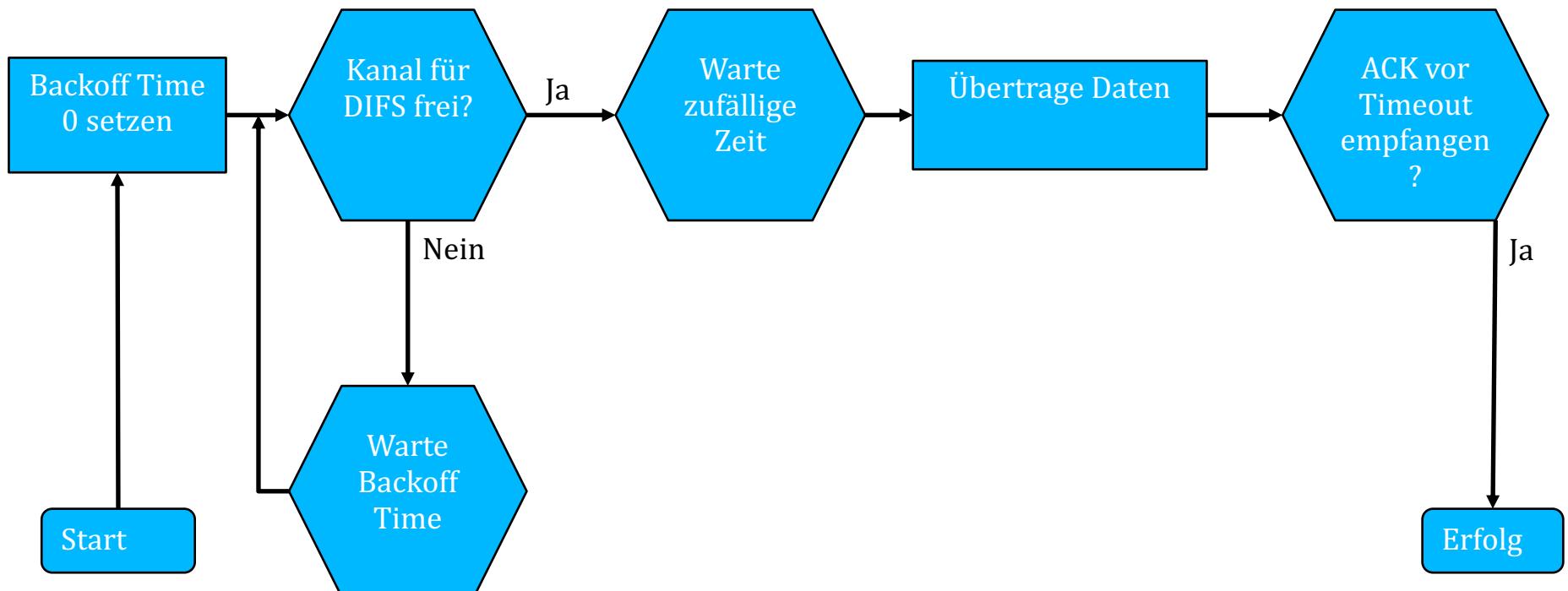
CSMA/CA

Erläutern Sie das Zugriffsverfahren **CSMA/CA** und wie dieses mit Hilfe von RTS/CTS das Hidden Station Problem verringert!



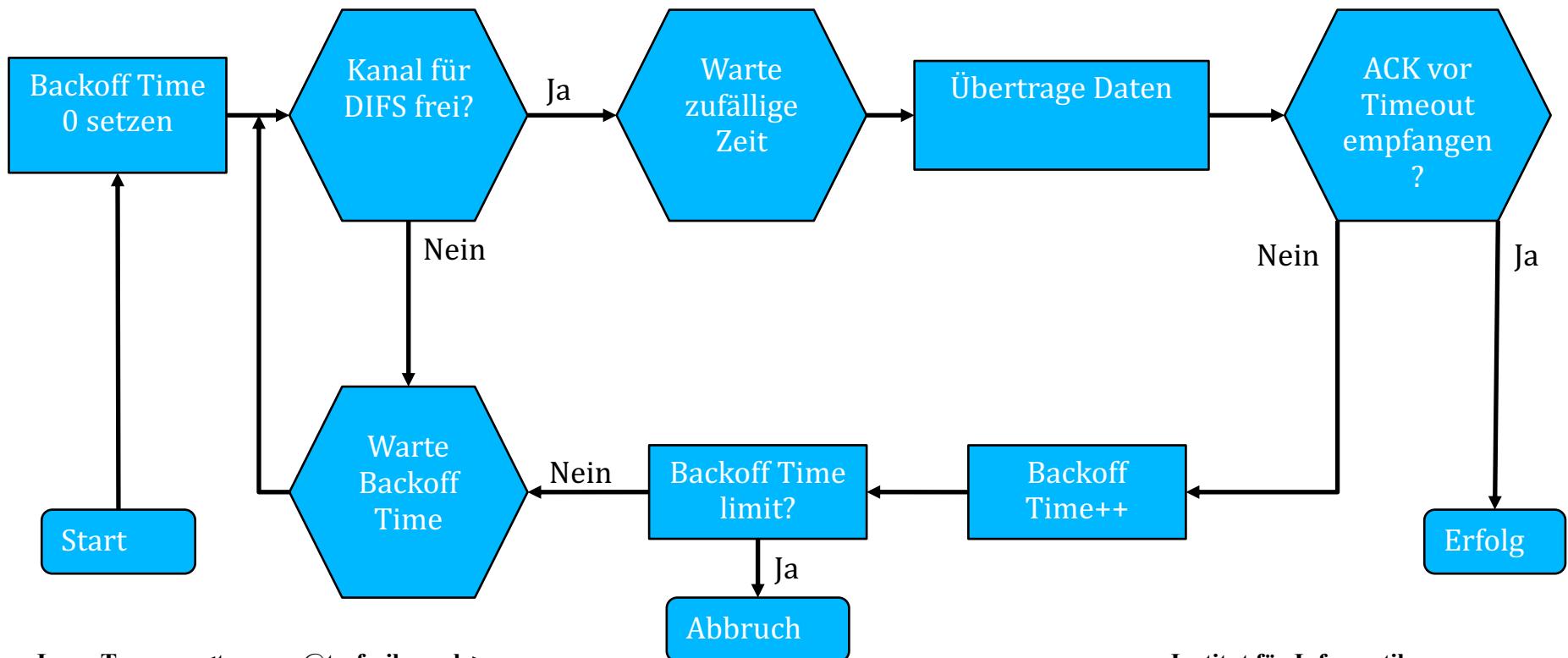
CSMA/CA

Erläutern Sie das Zugriffsverfahren **CSMA/CA** und wie dieses mit Hilfe von RTS/CTS das Hidden Station Problem verringert!



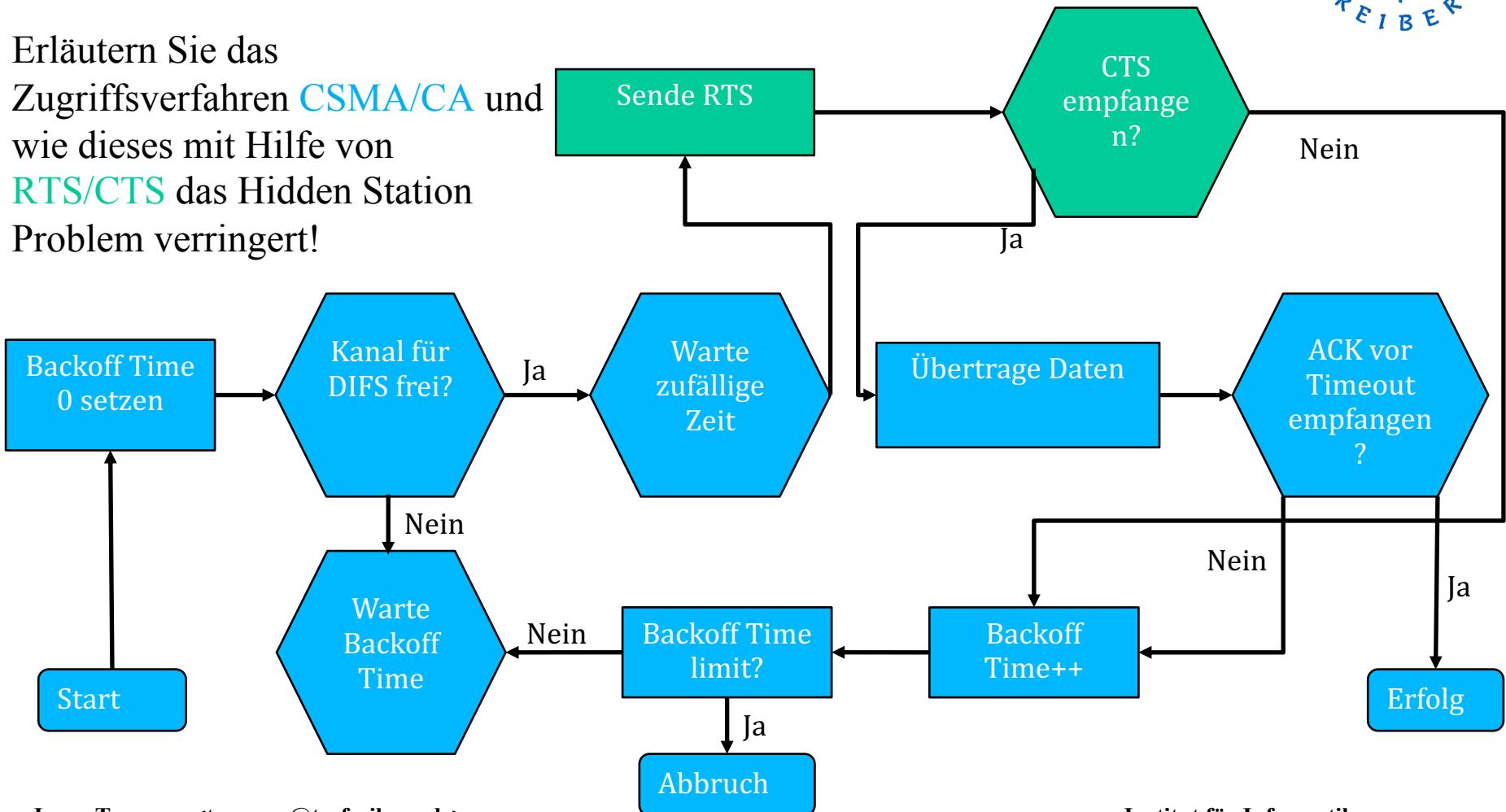
CSMA/CA

Erläutern Sie das Zugriffsverfahren **CSMA/CA** und wie dieses mit Hilfe von RTS/CTS das Hidden Station Problem verringert!



CSMA/CA

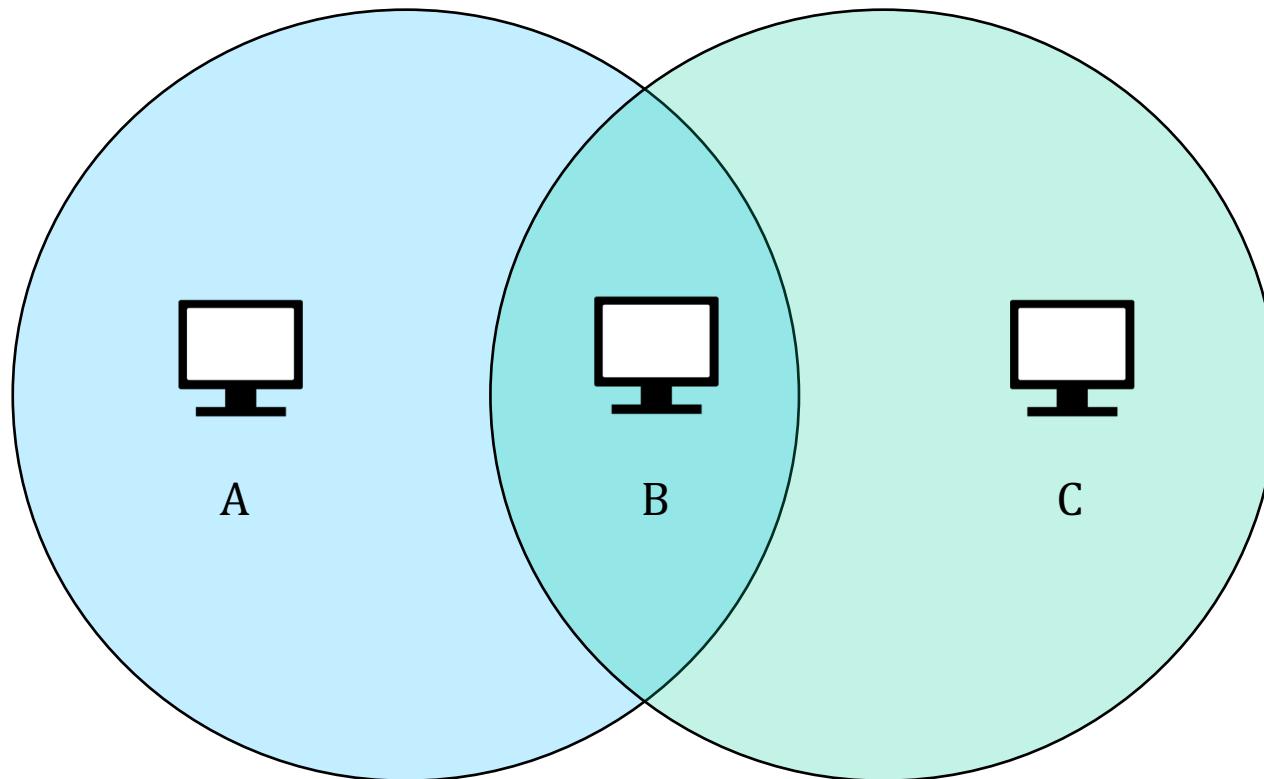
Erläutern Sie das Zugriffsverfahren **CSMA/CA** und wie dieses mit Hilfe von **RTS/CTS** das Hidden Station Problem verringert!





CSMA/CA

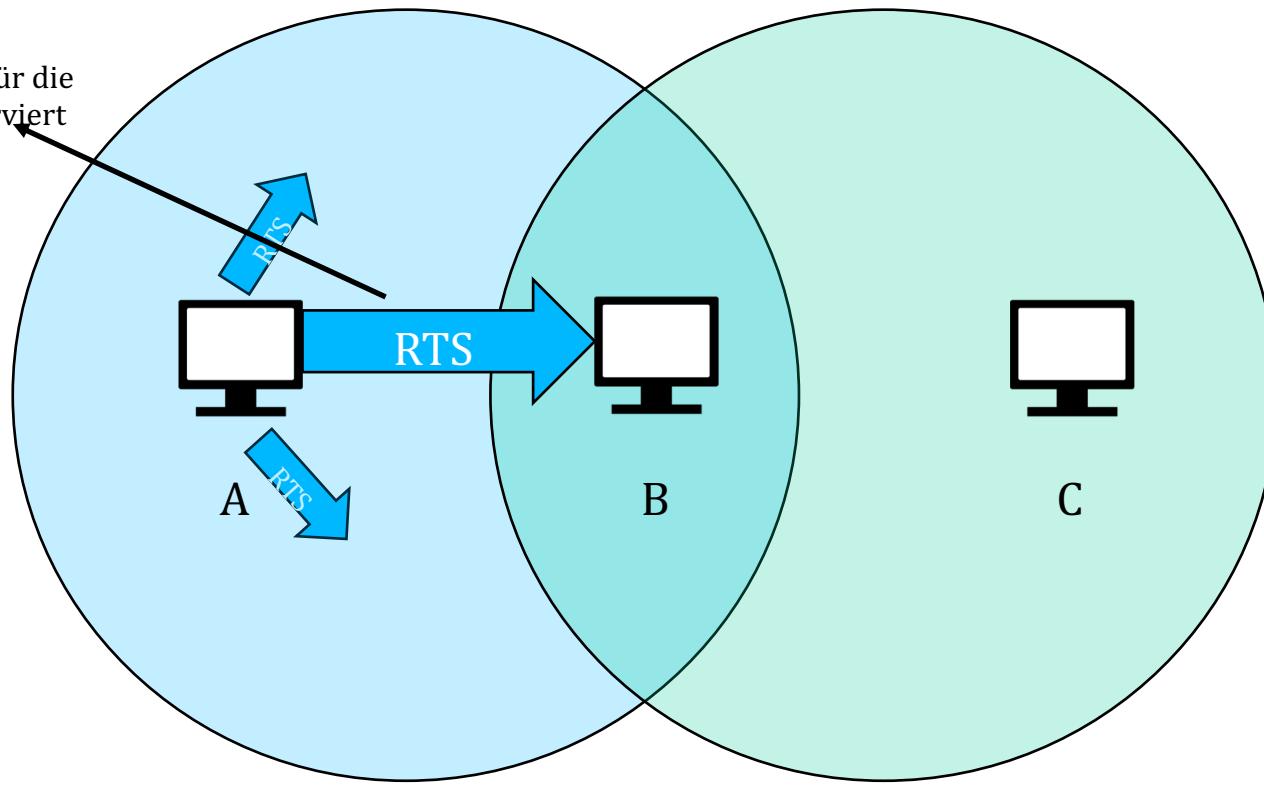
Hidden Station Problem



CSMA/CA

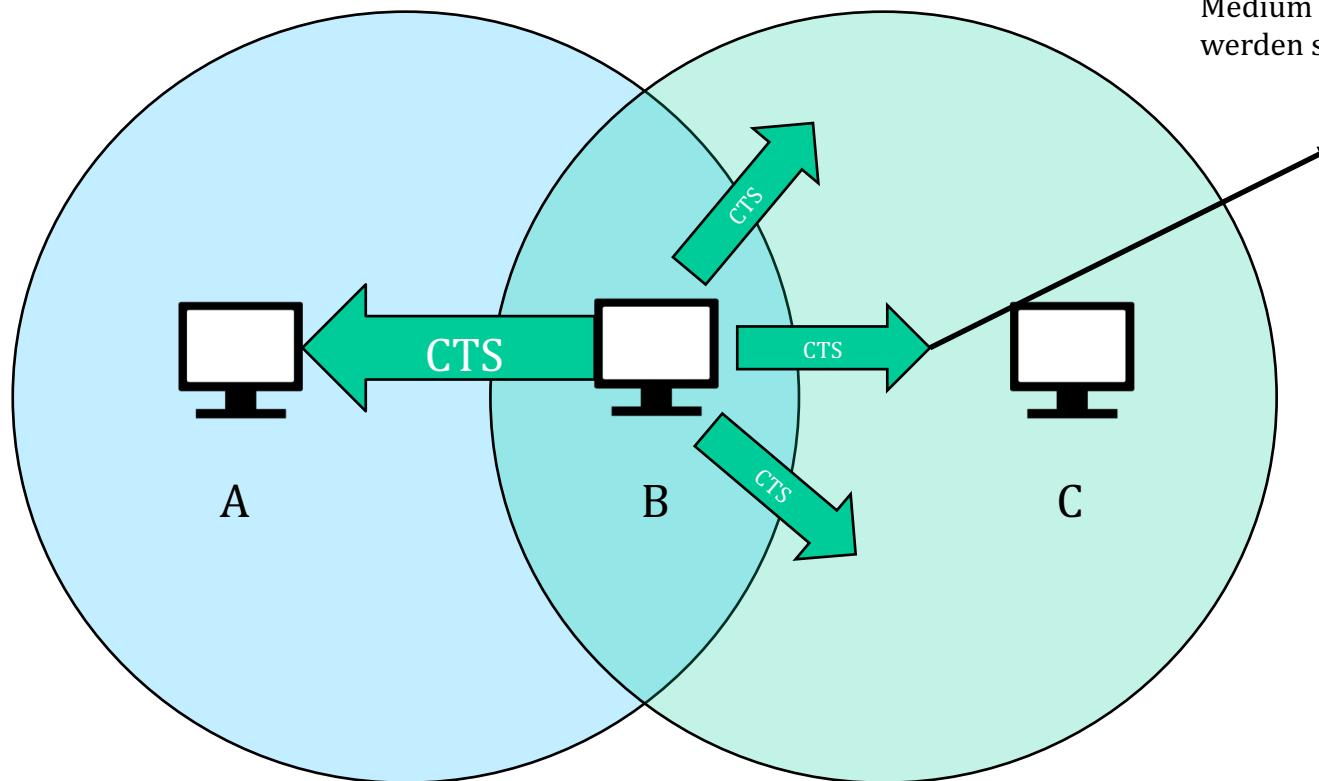
Hidden Station Problem

Enthält Zeit, für die Medium reserviert werden soll



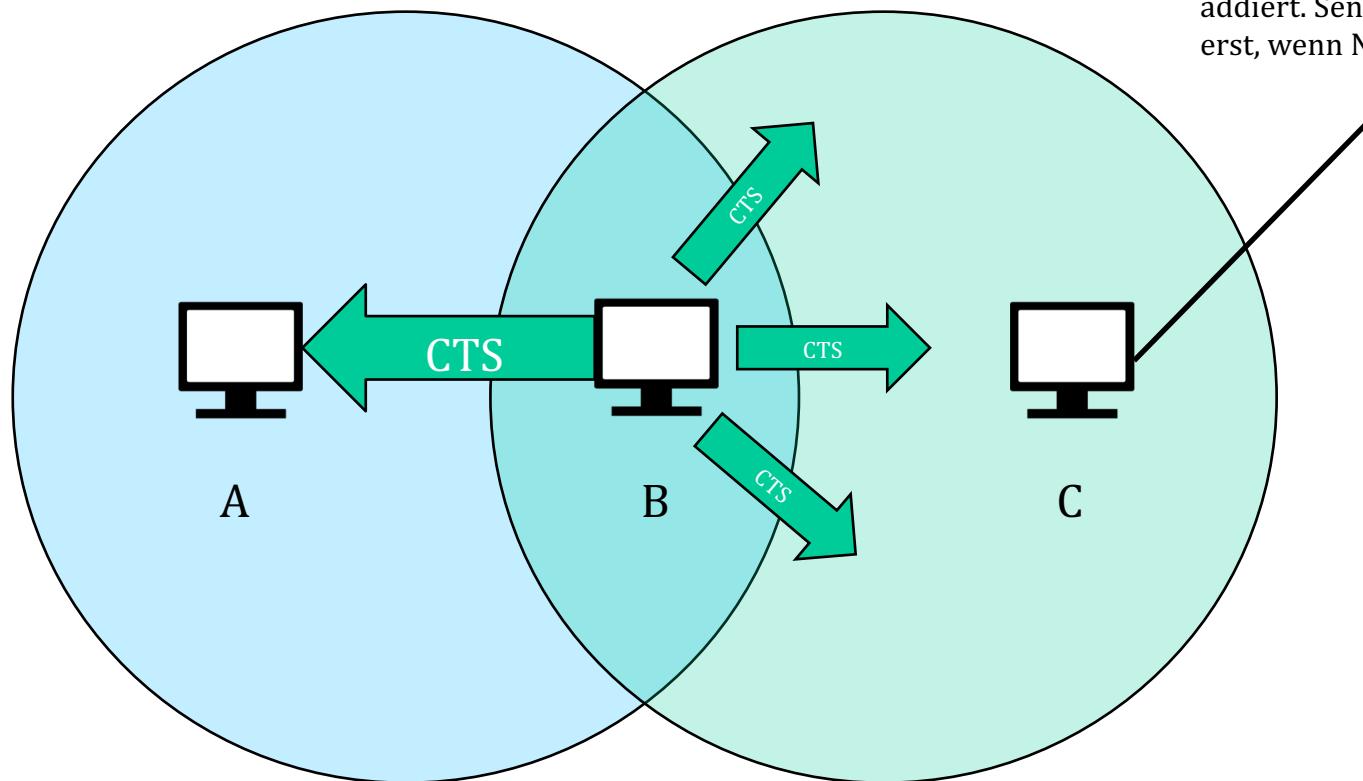
CSMA/CA

Hidden Station Problem



CSMA/CA

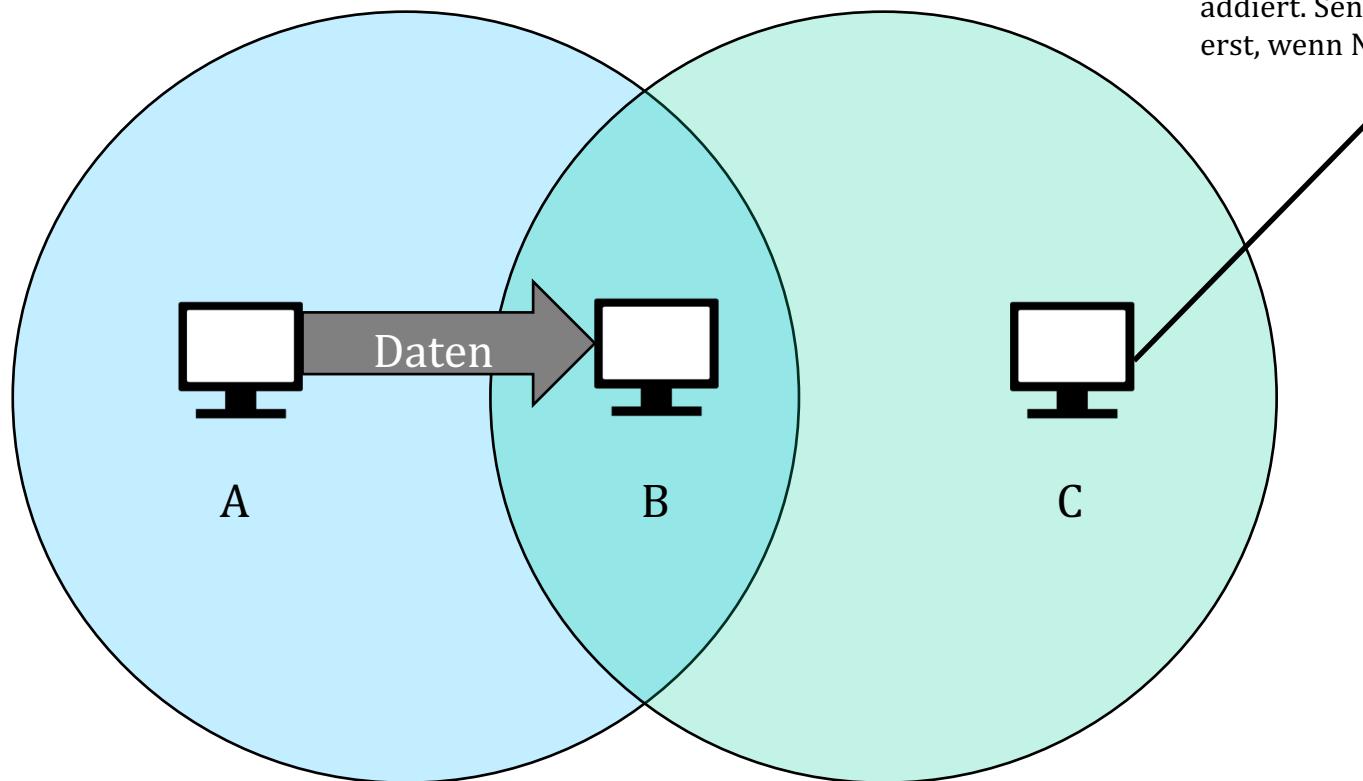
Hidden Station Problem



Zeit aus CTS wird auf NAV addiert. Sendevorschuss erst, wenn NAV wieder 0.

CSMA/CA

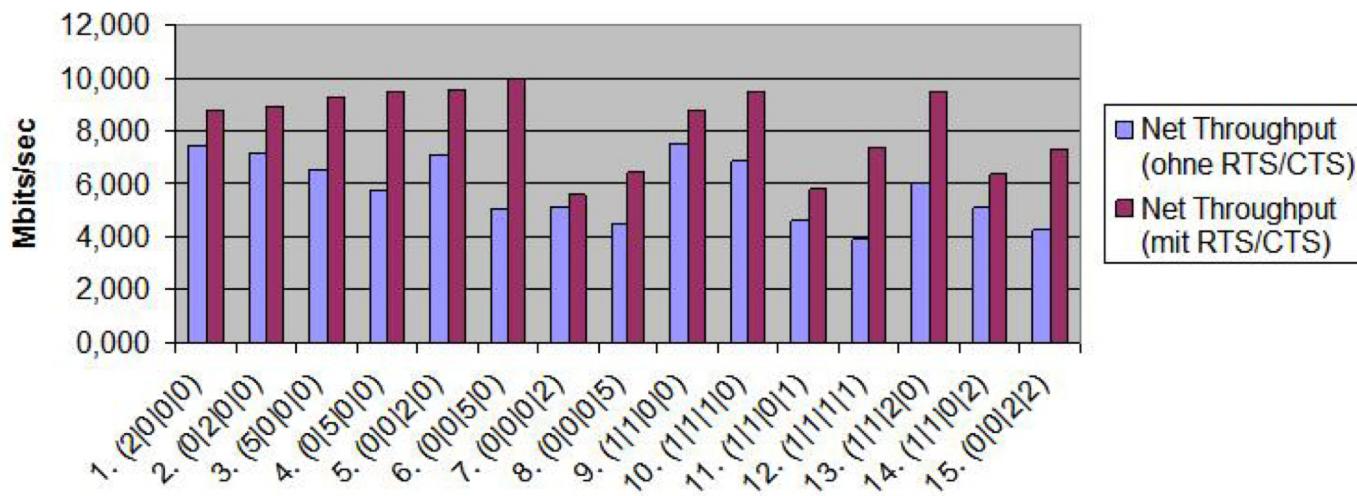
Hidden Station Problem



Zeit aus CTS wird auf NAV addiert. Sendevorschuss erst, wenn NAV wieder 0.

CSMA/CA

Durchschnittlicher Net Throughput (ohne/mit RTS/CTS, Hidden Stations) mit gleichen und verschiedenen Verkehrsklassen



- CSMA/CA mit RTS/CTS trotz Overhead besser
- Exposed Station Problem bleibt ungelöst