

# Seminar Informatik

## WS 04/05

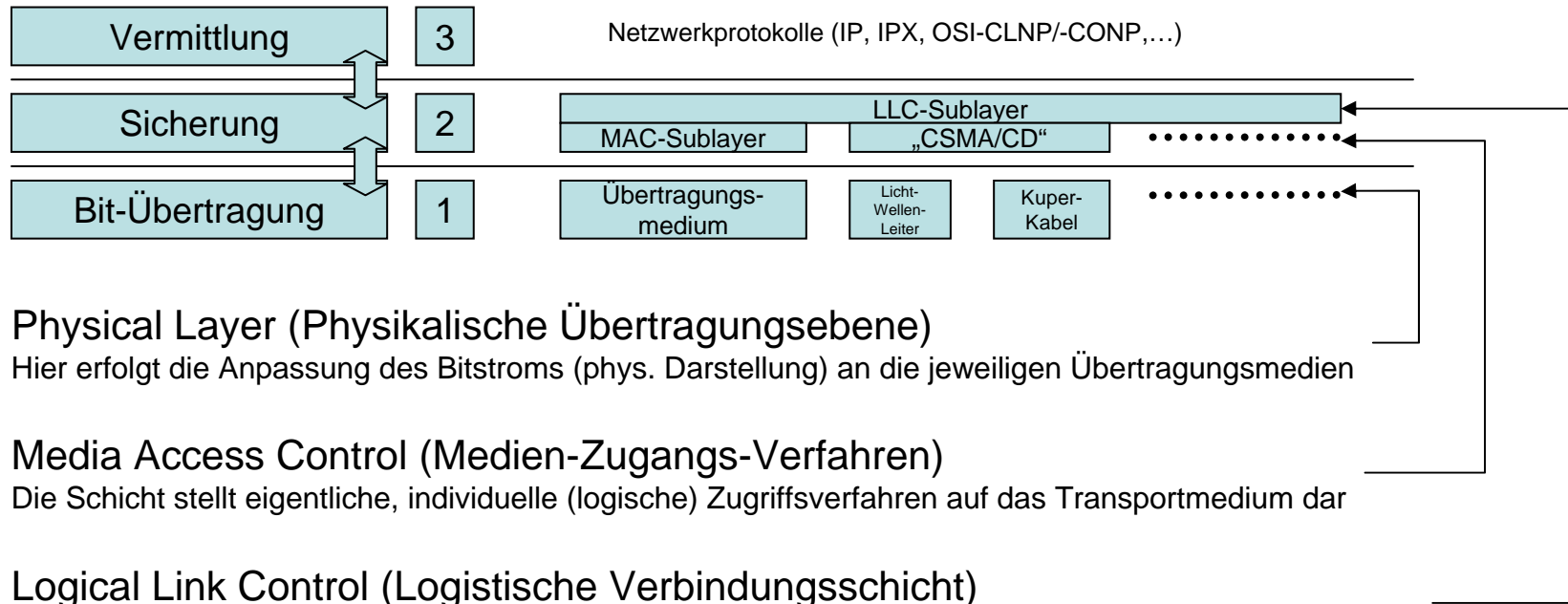
### Besonderheiten des mobilen Medienzugriffs

Björn Peters

## Gliederung:

1. Grundlagen
2. CSMA/CD
3. Probleme drahtloser Netze
  1. Versteckte Endgeräte
  2. Ausgelieferte Endgeräte
  3. Nahe und ferne Endgeräte
4. Multiplexverfahren
  1. Raummultiplex
  2. Frequenzmultiplex
  3. Zeitmultiplex
    1. Statisches TDMA
    2. Klassisches Aloha
    3. Slotted Aloha
    4. DAMA (Demand Assigned Multiple Access)
    5. PRMA (Packet Reservation Multiple Access)
    6. TDMA mit Reservierung
    7. MACA
    8. Polling
    9. Inhibit Sense Multiple Access
  4. Codemultiplex
    1. Codemultiplex angewendet
    2. Bandspreizung
    3. Codemultiplex mit Bandspreiztechnik nach DSSS-Verfahren
    4. SAMA (Spreaded Aloha Multiple Access)

# 1 Grundlagen



## Physical Layer (Physikalische Übertragungsebene)

Hier erfolgt die Anpassung des Bitstroms (phys. Darstellung) an die jeweiligen Übertragungsmedien

## Media Access Control (Medien-Zugangs-Verfahren)

Die Schicht stellt eigentliche, individuelle (logische) Zugriffsverfahren auf das Transportmedium dar

## Logical Link Control (Logistische Verbindungsschicht)

Die LLC stellt einen einheitlichen Zugriffsmechanismus für alle darunter liegenden Zugriffsverfahren dar.

Dipl. -Ing. I. Kaleck

## 2. CSMA/CD Carrier Sense – Multiple Access with Collision Detection

- dezentrales Konkurrenz-Verfahren
- Signalausbreitung gleichmäßig auf dem gesamten Bus
- gleichberechtigte Kommunikationspartner
- keine Vergabe von Prioritäten
- Duplex

## 2. CSMA/CD Carrier Sense – Multiple Access with Collision Detection

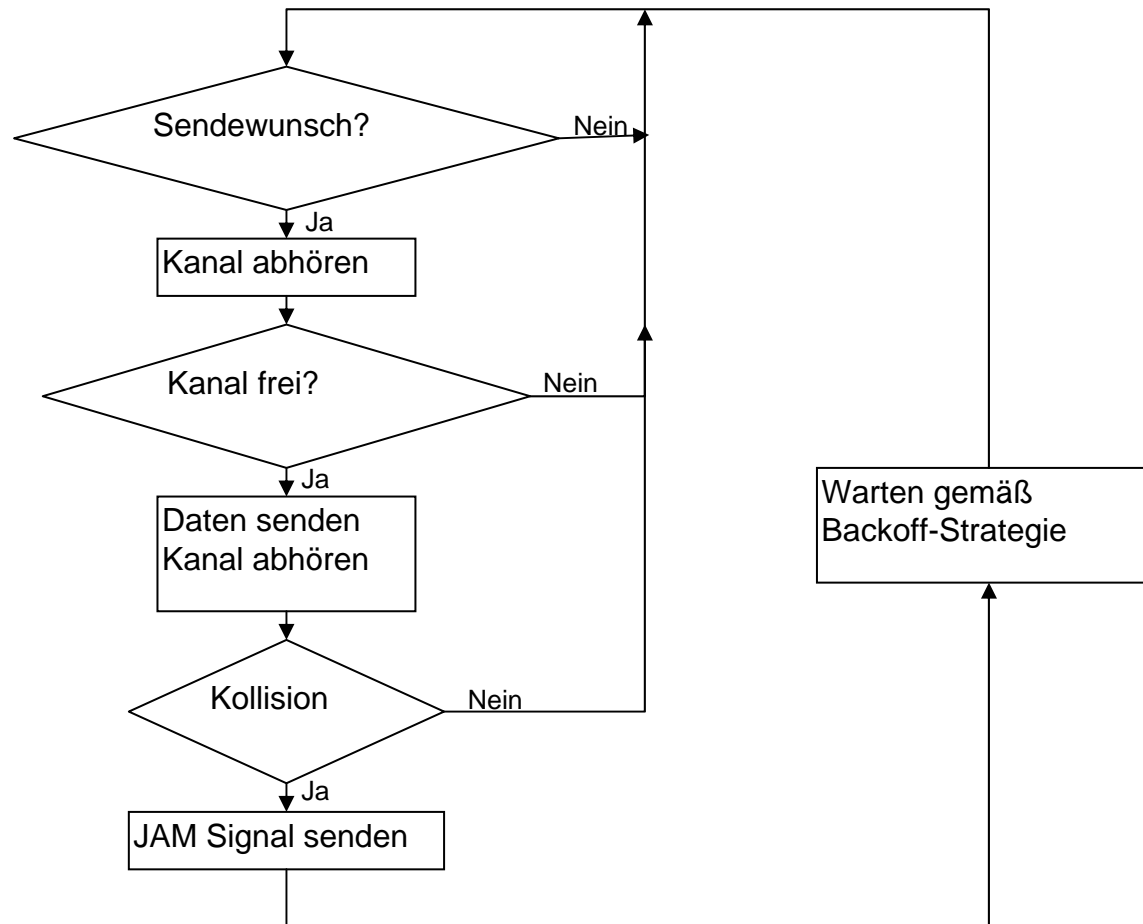
- Carrier Sense
  - Vor dem Senden wird das Übertragungsmedium auf Belegung abgehört
  - Wenn Kanal frei ist, wird der Sendevorgang bei Sendewunsch begonnen. Ansonsten warten
- Multiple Access
  - Jeder hat die Möglichkeit prinzipiell zu jedem Zeitpunkt zu senden
  - Gleichberechtigung
- Collision Detection
  - Während des Sendens wird der Kanal nach Kollisionen abgehört

## 2. CSMA/CD Carrier Sense – Multiple Access with Collision Detection

### Kollision

- Wenn zwei Stationen zugleich auf das gleiche Medium zugreifen
- Konsequenz: Nach Entdecken d. K. Abbruch des Sendens und Senden eines JAM-Signals
- Warten gemäß Backoff Strategie

## 2. CSMA/CD Carrier Sense – Multiple Access with Collision Detection



## 2. CSMA/CD Carrier Sense – Multiple Access with Collision Detection

### Backoff-Strategie

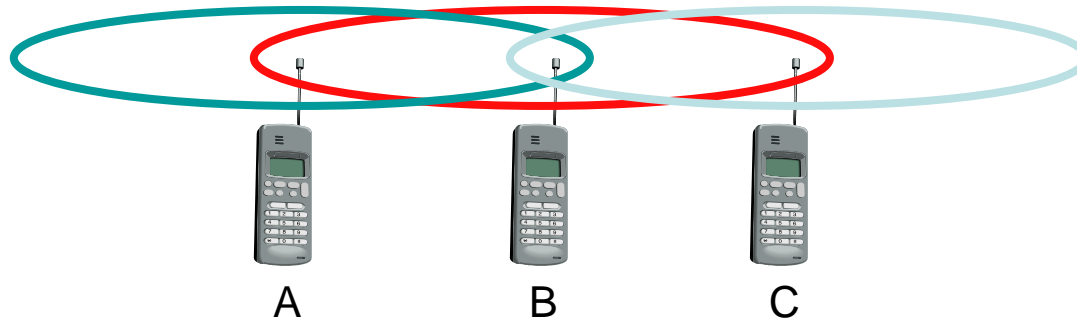
- Die Grundidee ist, eine zufällige Zeit zu warten, bis die Retransmission wieder aufgenommen werden kann.
- Bei einer weiteren Kollision wird der Zeitintervall verdoppelt, aus der zufällige Sendezeitpunkt berechnet.

### 3. Probleme drahtloser Netze

- Signalstärke nicht, wie bei kabelbasierten Netzen, auf Mindestniveau
- Signalstärke nimmt im freien Raum proportional zum Quadrat der Entfernung ab

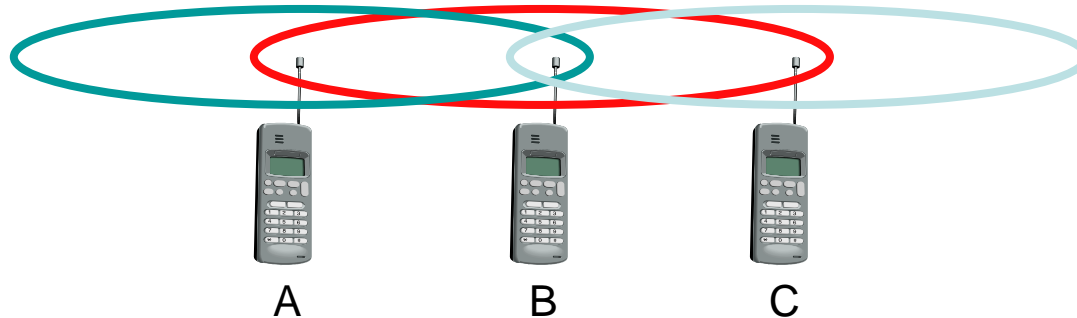
### 3. 1. Versteckte Endgeräte

- A Sendet, erreicht B, aber nicht C
- C Sendet, erreicht B, aber nicht A
- A und C bekommen nichts voneinander mit und wollen gleichzeitig senden
  - A hört ob Medium frei ist
  - Medium ist in Reichweite von A frei
  - A beginnt mit dem Senden
  - C parallel



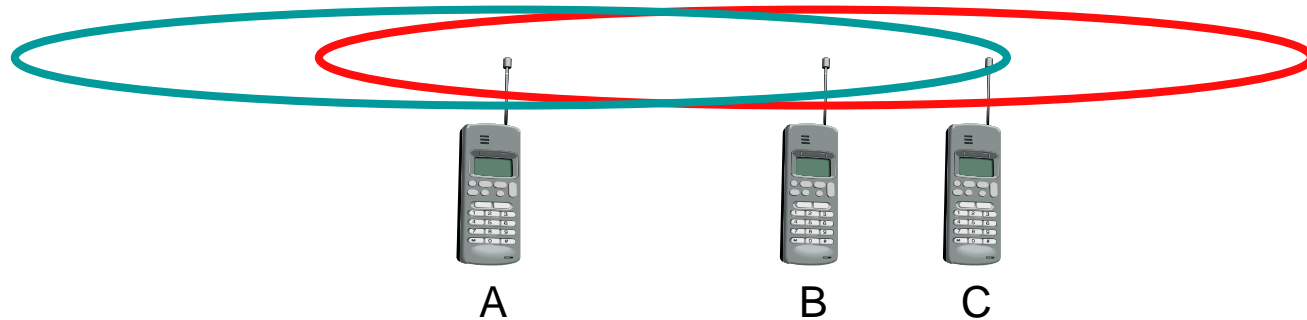
### 3. 2. ausgelieferte Endgeräte

- B sendet Daten zu A
- C will senden
- C ist ausgeliefert, weil B sendet
- C kann nicht senden



### 3. 3. Nahe und ferne Endgeräte

- Signalstärke nimmt quadratisch mit Entfernung ab
- B und A senden gleichzeitig
- A wird von B „übertönt“



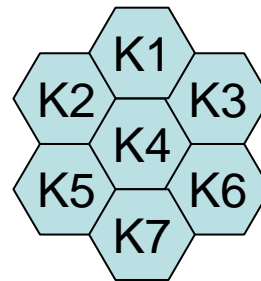
#### 4. Multiplexverfahren

- Probleme
  - Versteckte, ausgelieferte Endgeräte
  - Nahe und ferne Endgeräte
- Alle drahtlose Geräte teilen sich das gleiche Medium, die „Luft“
- Jeder kann potentiell jederzeit auf das Medium zugreifen
- Unterteilung es Mediums nach
  - Raum
  - Frequenz
  - Zeit
  - Signalcodierung
- Mischformen der Multiplexverfahren

## 4. 1. Raummultiplex

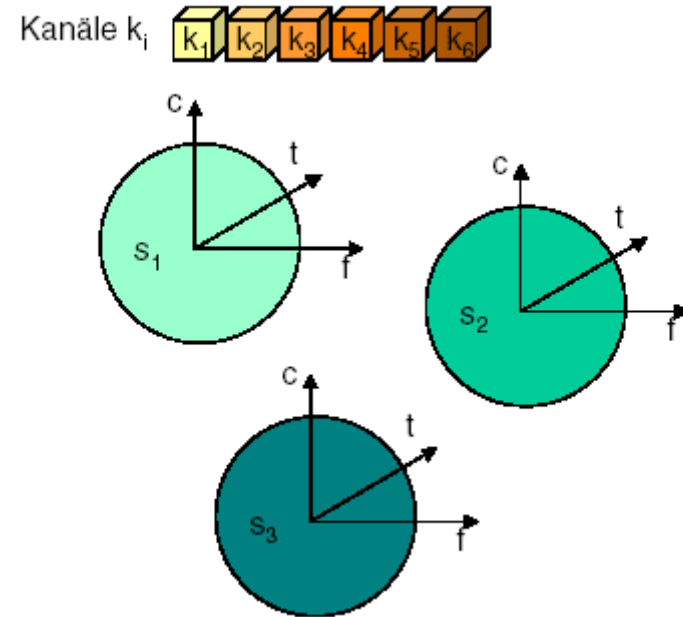
- SDMA (Space Division Multiple Access)
- Einteilung des Raums in Sektoren
- Zellenstruktur

- + Robuster gegen Ausfälle
- + überschaubare Zellen
- + mehr Kapazität



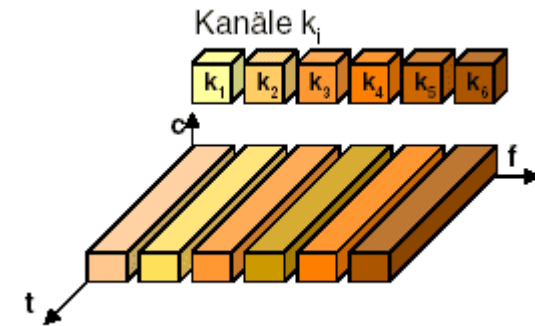
- + Weniger Sendeleistung notwendig

- Große Schutzabstände und Handover notwendig (Übergang zwischen den Zellen)
- Störungen durch andere Zellen
- Verbinden der Basisstationen



## 4. 2. Frequenzmultiplex

- FDMA (Frequency Division Multiple Access)
  - Bandbreite in Frequenzabschnitte unterteilt
    - Bestimmte Anzahl an Kanäle
    - Zwischen Kanälen Puffer
- 
- + keine dynamische Koordination notwendig
  - + auch für analoge Signal geeignet
  - Bandbreitenverschwendung bei ungleichmäßiger Belastung
  - Unflexibel



Bsp. FDMA + TDMA: Folge von Frequenzen nach einem bestimmten Muster; vorher verhandelt

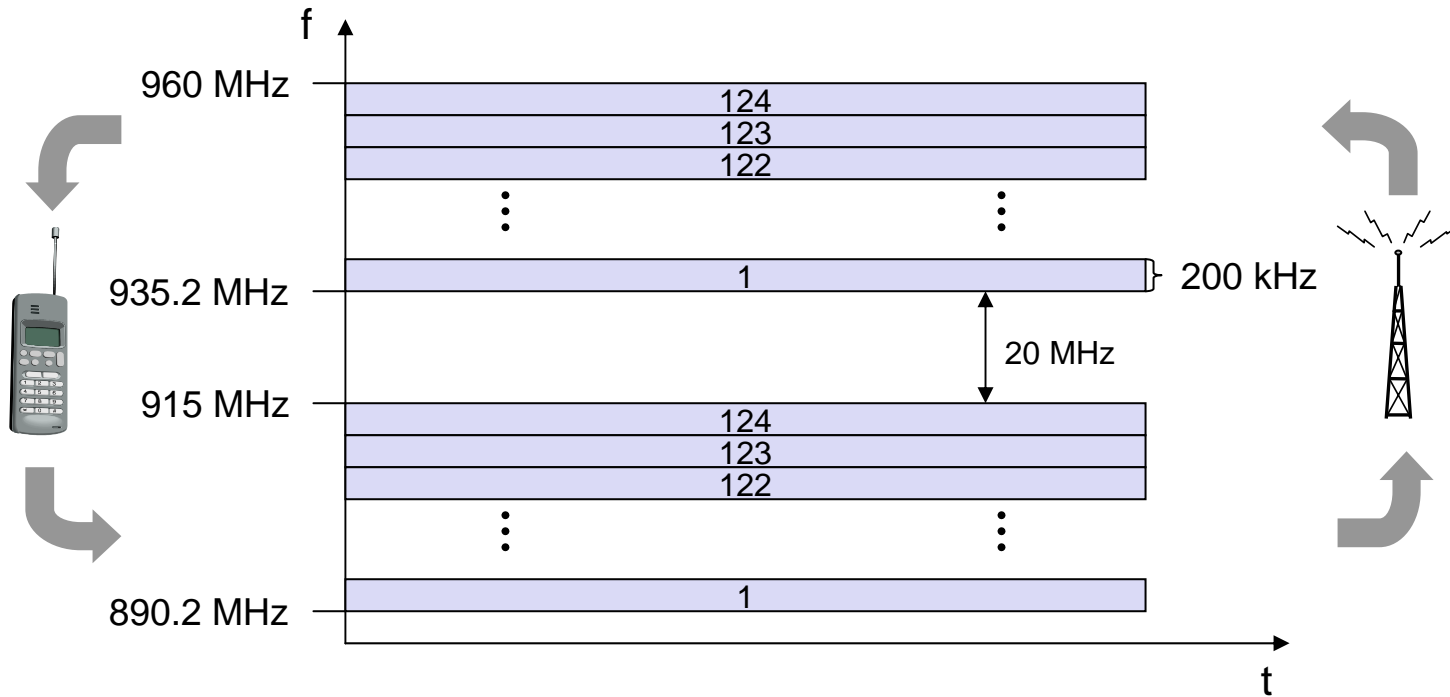
Duplexkanal

## 4. 2. Frequenzmultiplex

### GSM-Standard 900 Mhz

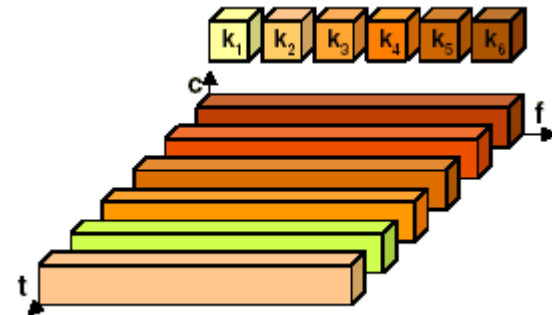
- FDM + FDD
- Uplink zwischen 890,2 und 915 Mhz
- Downlink zwischen 935,2 und 960 Mhz
- Kanalbandbreite 0,2 Mhz
- Kanalanzahl  $(915-890,2)/0,2=124$
- Frequenzberechnung
  - Uplink:  $890 + i*0,2$
  - Downlink:  $935 + i*0,2$

## 4. 2. Frequenzmultiplex



### 4. 3. Zeitmultiplex

- TDMA (Time Division Multiple Access)
- Kanal belegt gesamten Frequenzraum für einen gewissen Zeitabschnitt

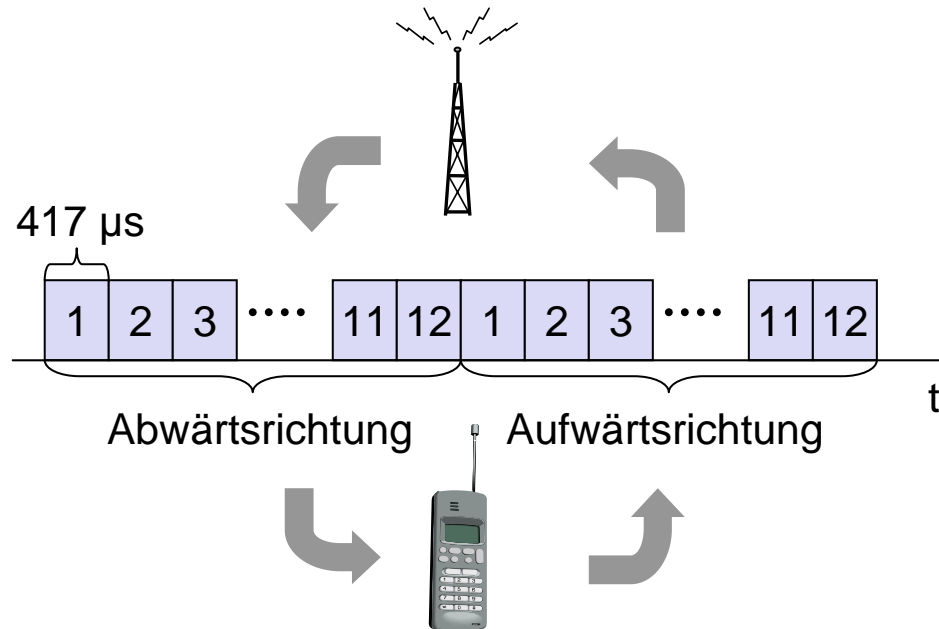


- + pro Zeitabschnitt nur ein Sender
- + Durchsatz bleibt auch bei vielen Sendern gleich
- Genaue zeitliche Synchronisation notwendig

#### 4. 3. 1. statisches TDMA

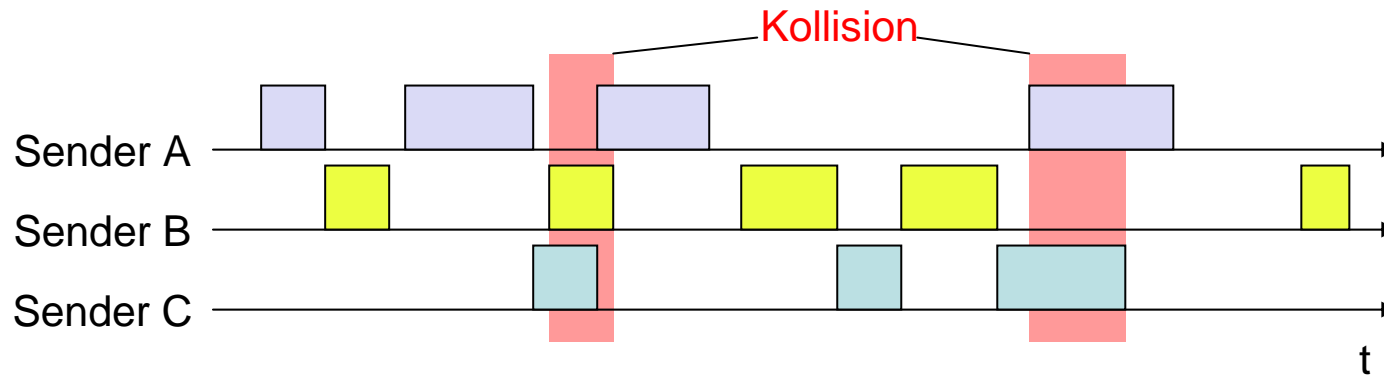
- Feste Zeitschlitz
  - Vorgegebener Start und Endzeitpunkt fürs Senden
  - Keine Kollisionen
- Zuweisung der Zeitschlitz im Mobilfunkbereich über die Basisstationen
- Duplexing über weitere Zeitschlitz möglich

### 4. 3. 1. statisches TDMA



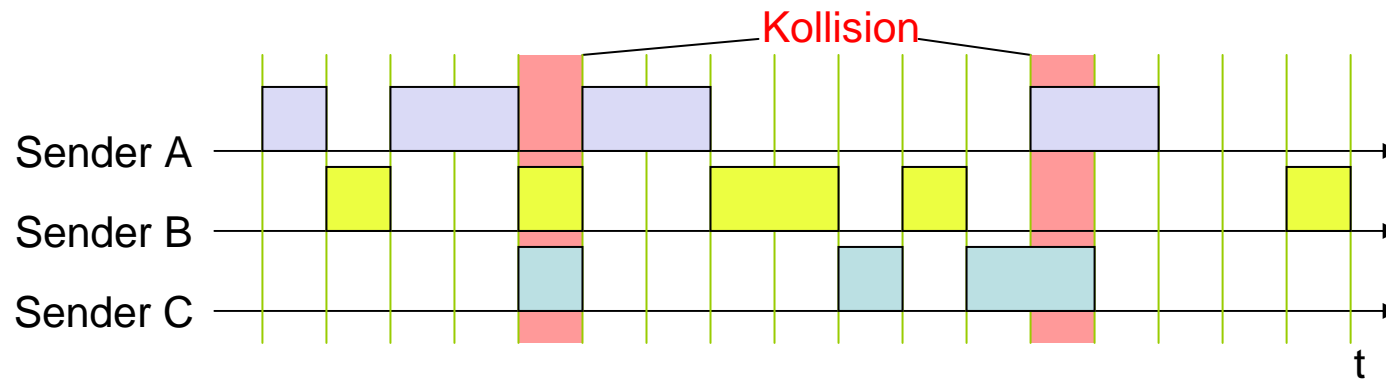
### 4.3.2 klassisches Aloha

- Vgl.: Steuerung der Zugriffe beim statischen TDMA
- Zugriff, wenn Sendewunsch besteht
  - Kollisionen treten auf
  - Verlust der gesendeten Daten



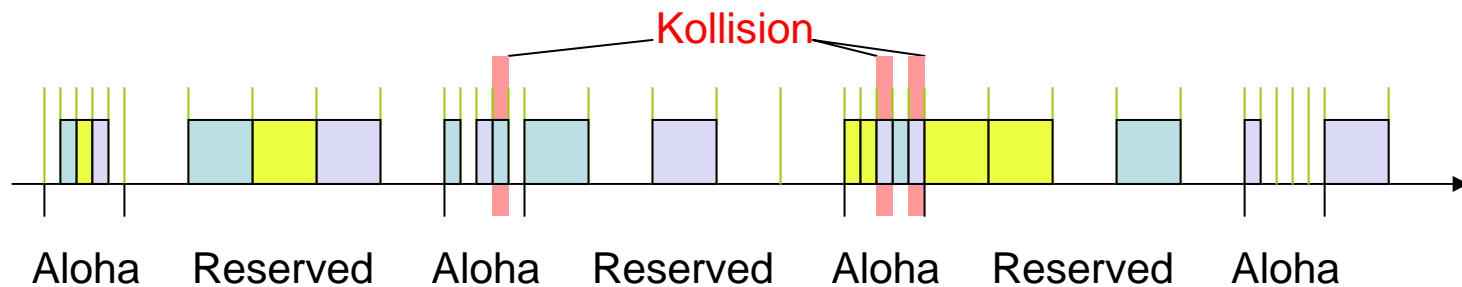
### 4.3.3 Slotted Aloha

- Einführung von Zeitschlitzen
  - Sendebeginn nur am Anfang eines Zeitschlitzes möglich



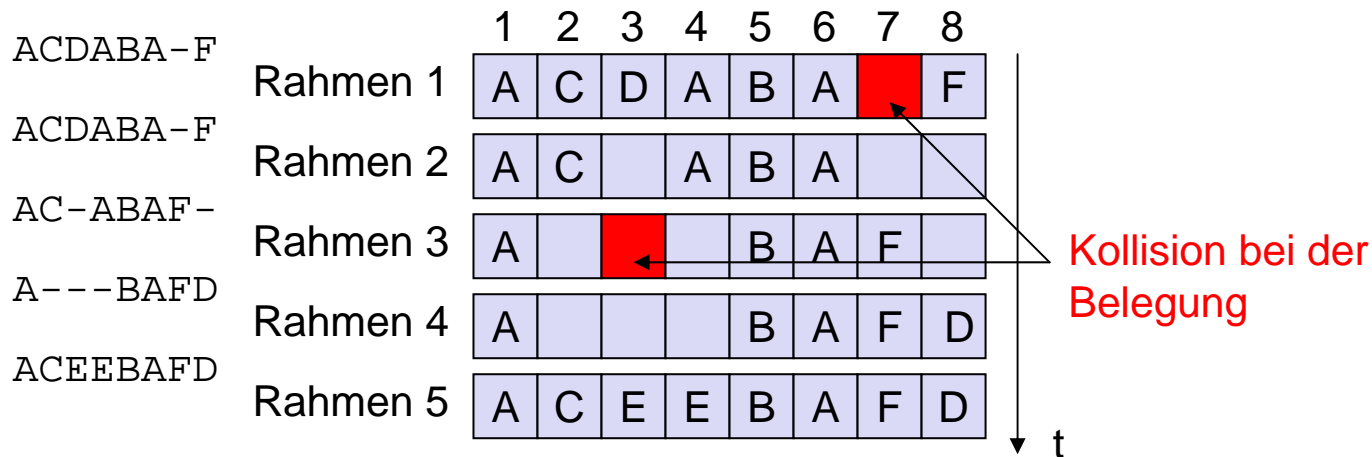
#### 4.3.4 DAMA (Demand Assigned Multiple Access)

- Aloha und Slotted Aloha haben sehr geringen Ausnutzungsgrad
- Reservierungsphase und Datenübertragungsphase
- Kollisionen nur während Reservierungsphase
- Reservierungsphase arbeitet nach Slotted Aloha Verfahren
- Durch Vorabreservierung auf 80% erhöhen
  - Sender reserviert zukünftigen Zeitschlitz
  - Innerhalb der Zeitschlitzes Senden ohne Kollision
  - Höhere Gesamtverzögerung
- Explizites Reservierungsschema



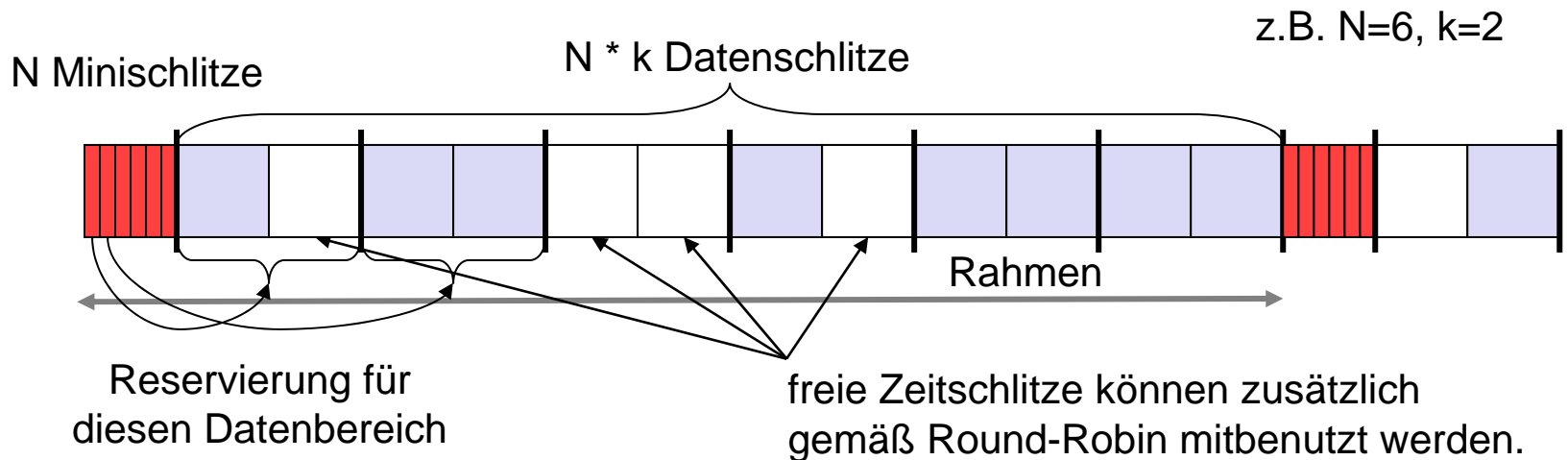
### 4. 3. 5. PRMA (Packed Reservation Multiple Access)

- Implizierte Reservierung
- Belegungsvektor wird periodisch gesendet
- Reservierung per Slotted Aloha möglich
- PRMA arbeitet im Duplexbetrieb



### 4. 3. 6. TDMA mit Reservierung

- Reservierungsphase und Datenübertragungsphase
- Zusätzlich Spontanzugriffs
- Kein Sendewunsch einer Station → anderen Stationen können sich um freien Zeitschlitz bewerben
- Garantierte Mindestbandbreite
- isochrone Datenströme mit festen Bandbreitenanforderungen mgl.



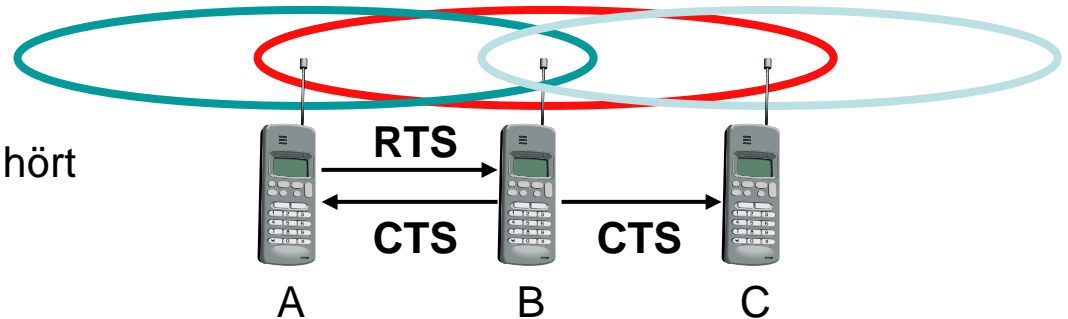
#### 4. 3. 7. MACA (Multiple Access with Collision Avoidance)

- Kollisionsvermeidung durch Senden eines Sendewunsches (RTS – Request To Send)
- Bestätigung des gewünschten Empfängers durch Senden des CTS (Clear To Send)
- Vgl. CSMA/CD
  
- RTS
  - Senderadresse
  - Gewünschte Sendedauer
- CTS
  - Senderadresse
  - Empfängeradresse
  - Gewünschte Sendedauer

### 4. 3. 7. MACA (Multiple Access with Collision Detection)

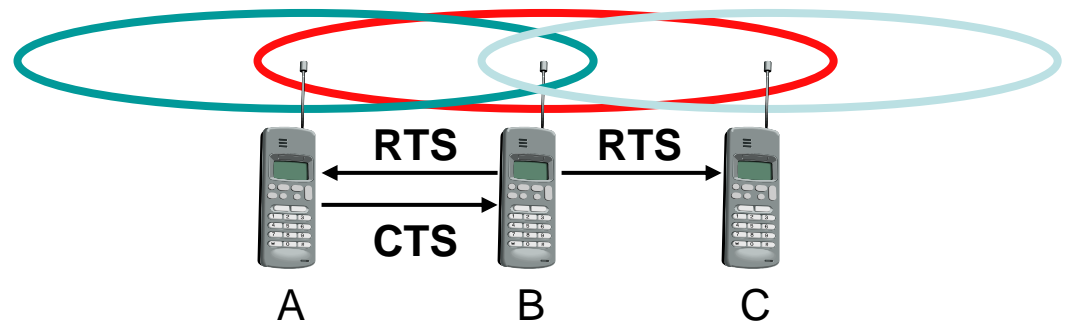
#### Versteckte Endgeräte

- A und C wollen zu B senden
- A sendet zuerst RTS
- C wartet, da es das CTS von B hört



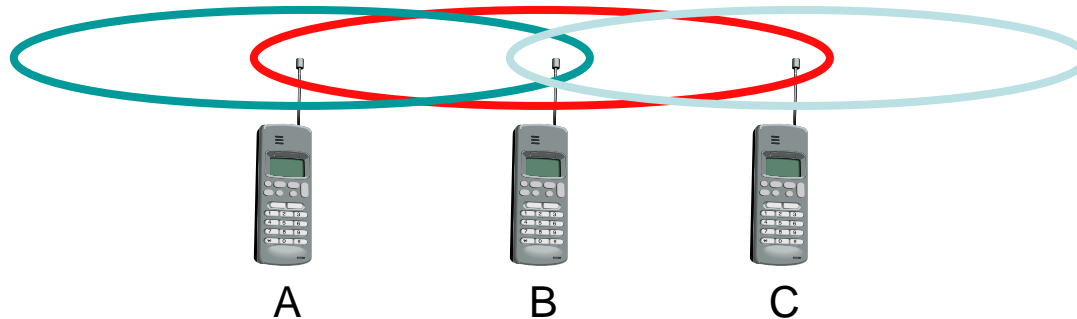
#### Ausgelieferte Endgeräte

- B will zu A,  
C irgendwohin senden
- C wartet nicht unnötig, da es nicht CTS von A empfängt



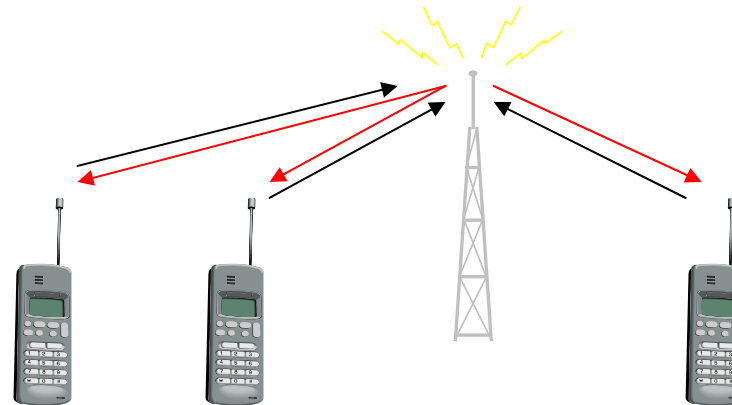
### 4. 3. 9. Polling

- Sendebereich einer Station überschneidet Empfangsbereich aller anderen Stationen
- Zentralstation übernimmt Aufgabe der Basisstation
- Basisstation fragt mobile Endgeräte nach bestimmten Schema ab



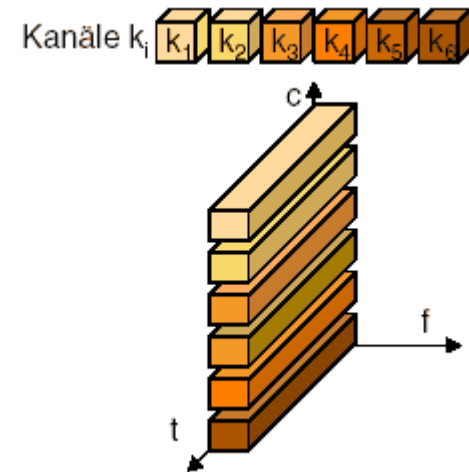
#### 4. 3. 10. ISMA (Inhibit Sense Multiple Access)

- Medium belegt: „Besetzt“ Zeichen wird gesendet
- Wenn Besetzt darf keine Station senden
- Wenn kein „Besetzt“ Zeichen
  - Unkoordinierter Zugriff
  - Kollisionen über Bestätigungspakete an Endgeräte gemeldet



#### 4. 4. Codemultiplex

- CDMA (Code Division Multiple Access)
  - Alle Stationen operieren auf derselben Frequenz
  - Sender codiert Nachricht
  - Empfänger kann Nachricht decodieren mit Hilfe des Codes des Senders
- 
- + alle Sender können zur gleichen Zeit auf der gleichen
  - + Bandbreiteneffizienz
  - + sehr großer Coderaum
  - + Störung nicht codiert
  - + Vorwärtskorrektur und Verschlüsselung leicht integrierbar
  - Höhere Komplexität der Implementierung (Signalgenerierung)
  - Alle Signale müssen beim Empfänger gleich stark sein



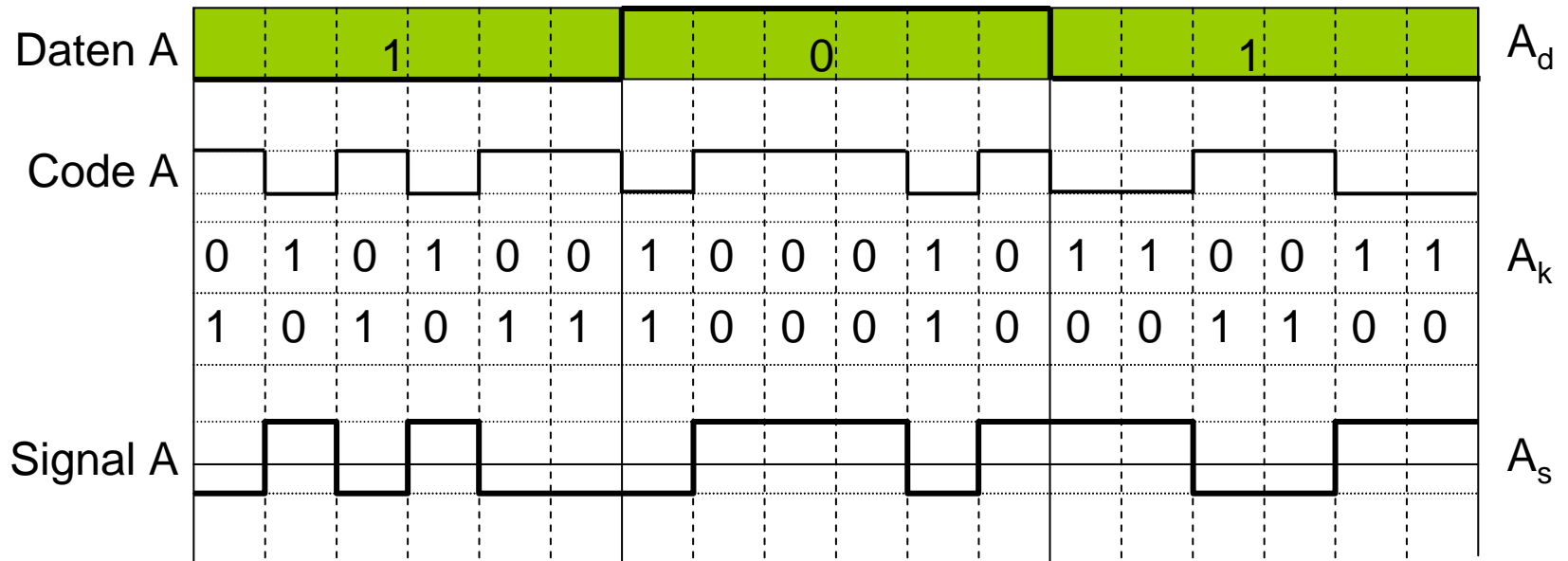
#### 4. 4. 1. Codemultiplex angewendet

- Sender A
  - sendet  $A_d = 1$ , Schlüssel  $A_k = 010011$  (setze: „0“= -1, „1“= +1)
  - Sendesignal  $A_s = A_d * A_k = (-1, +1, -1, -1, +1, +1)$
- Sender B
  - sendet  $B_d = 0$ , Schlüssel  $B_k = 110101$  (setze: „0“= -1, „1“= +1)
  - Sendesignal  $B_s = B_d * B_k = (-1, -1, +1, -1, +1, -1)$
- Beide Signale überlagern sich additiv in der Luft
  - Störungen hier vernachlässigt (Rauschen etc.)
  - $A_s + B_s = (-2, 0, 0, -2, +2, 0)$
- Empfänger will Sender A hören
  - wendet Schlüssel  $A_k$  bitweise an (inneres Produkt)
    - $A_e = (-2, 0, 0, -2, +2, 0) \bullet A_k = 2 + 0 + 0 + 2 + 2 + 0 = 6$
    - Ergebnis ist größer 0, daher war gesendetes Bit eine „1“
  - analog B
    - $B_e = (-2, 0, 0, -2, +2, 0) \bullet B_k = -2 + 0 + 0 - 2 - 2 + 0 = -6$ , also „0“

#### 4. 4. 2. Bandspreizung

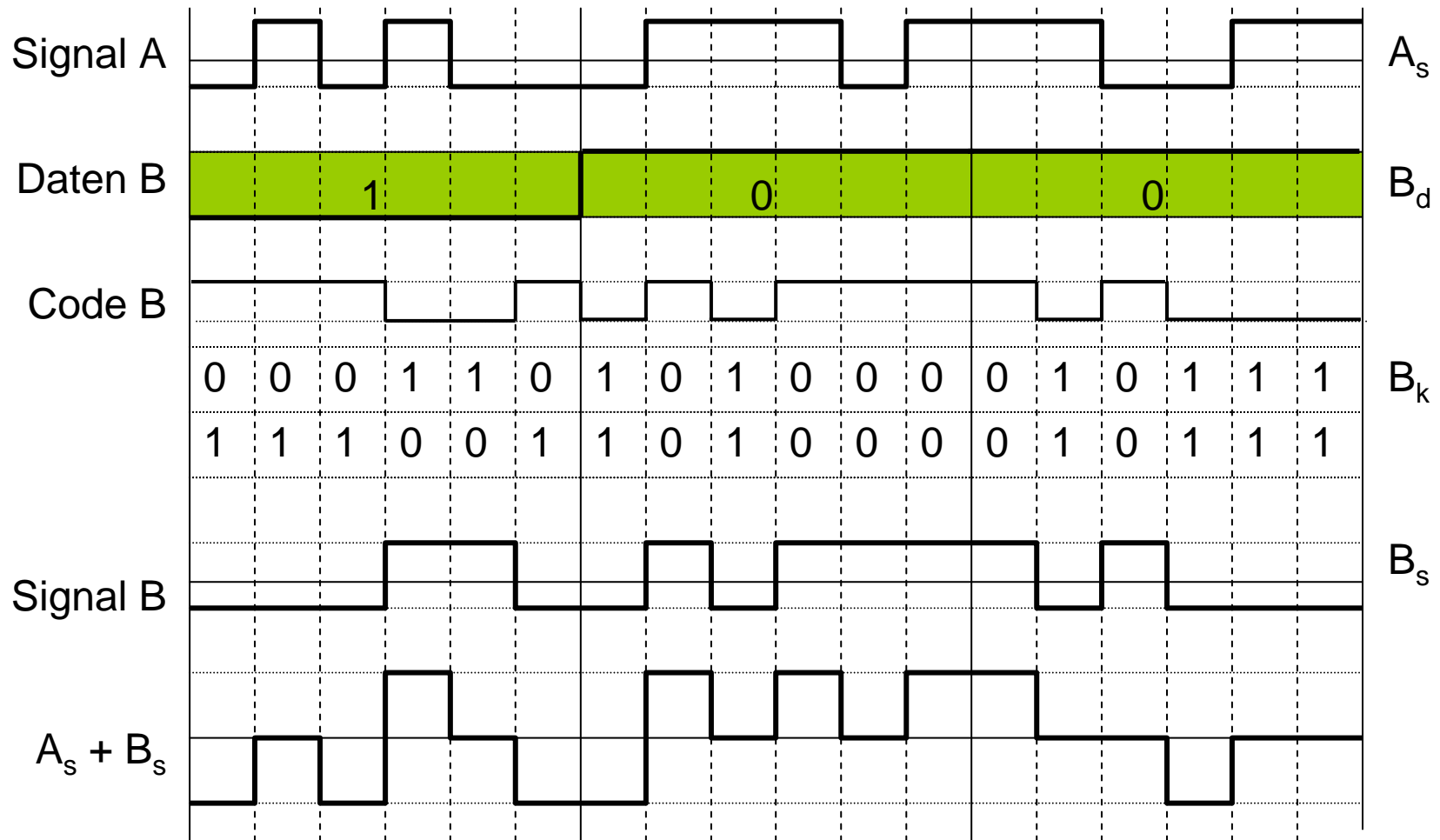
- Codes müssen orthogonal und unabhängig voneinander sein
- Zwei Vektoren eines n-Dimensionalen Raumes sind orthogonal, wenn ihr inneres Produkt gleich null ist
- $(4, 5, 0) * (0, 0, 8) = (0, 0, 0); 0 + 0 + 0 = \underline{0}$
- $(2, 2, 1) * (-1, 3, 4) = (-2, 6, -4); -2 + 6 - 4 = \underline{0}$
- DSSS → Codierung mit Chipping Sequence durch XOR

### 4. 4. 3. Codemultiplex mit Bandspreiztechnik nach DSSS-Verfahren

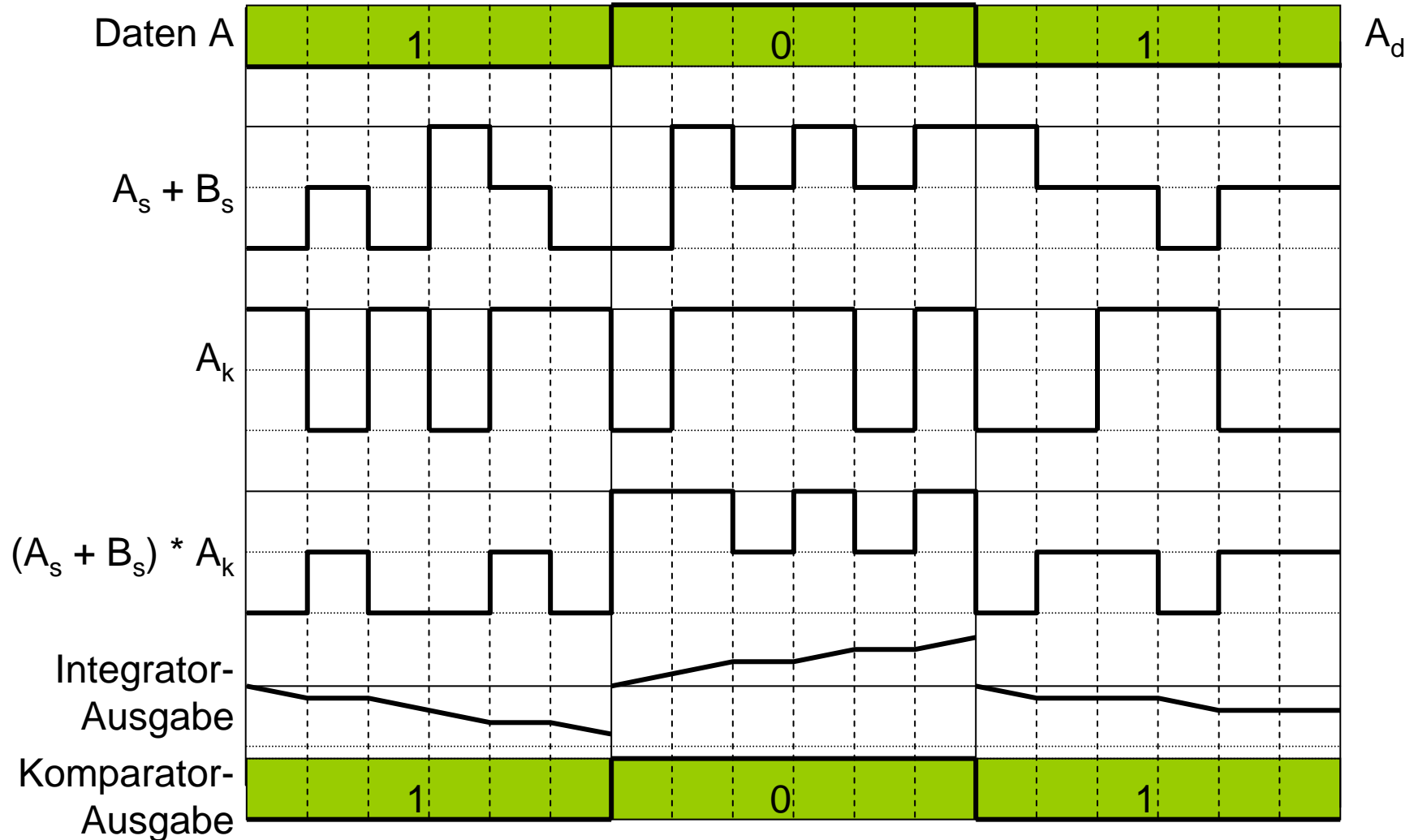


$$A_d \text{ XOR } A_k = A_s$$

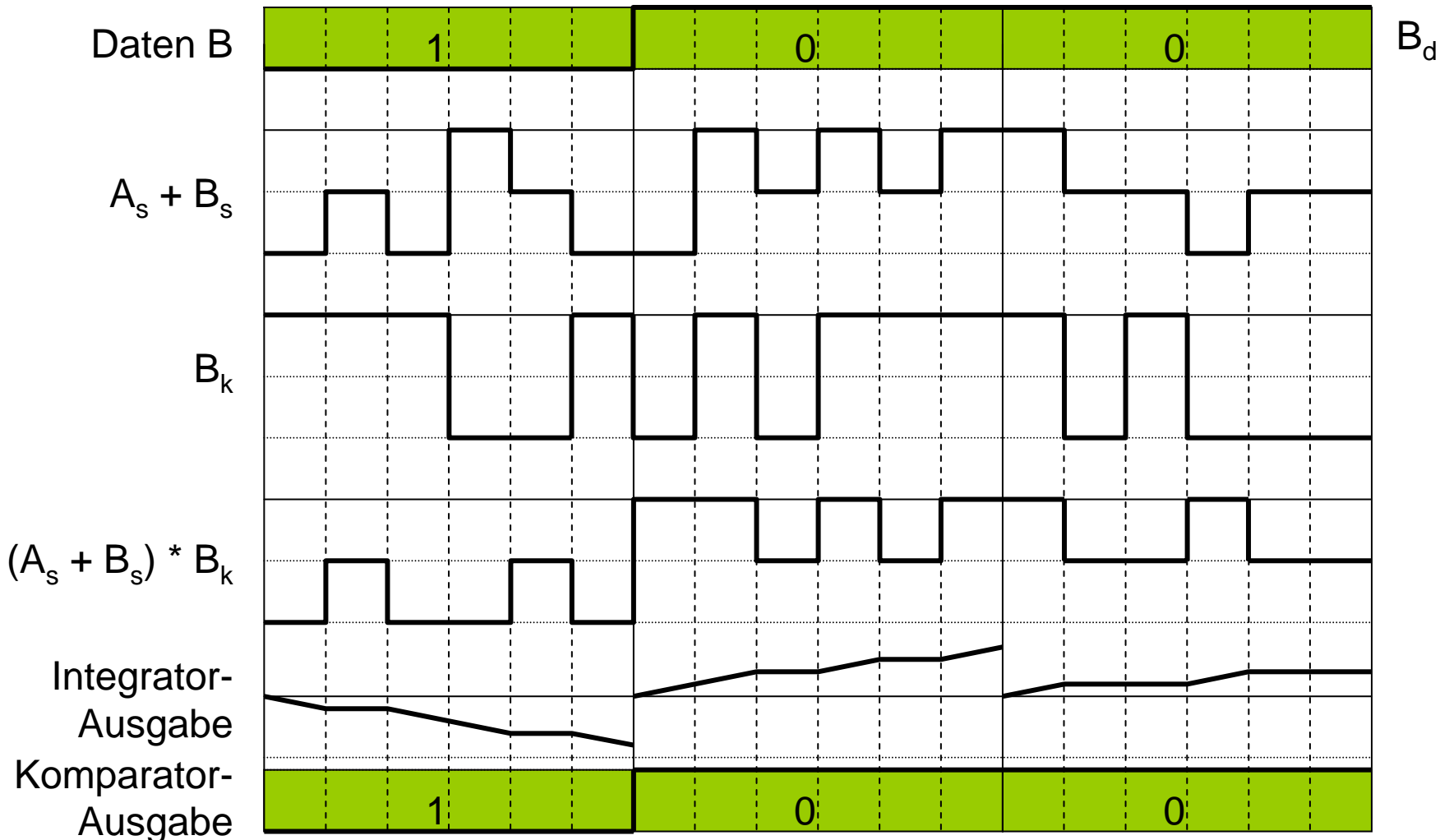
### 4. 4. 3. Codemultiplex mit Bandspreiztechnik nach DSSS-Verfahren



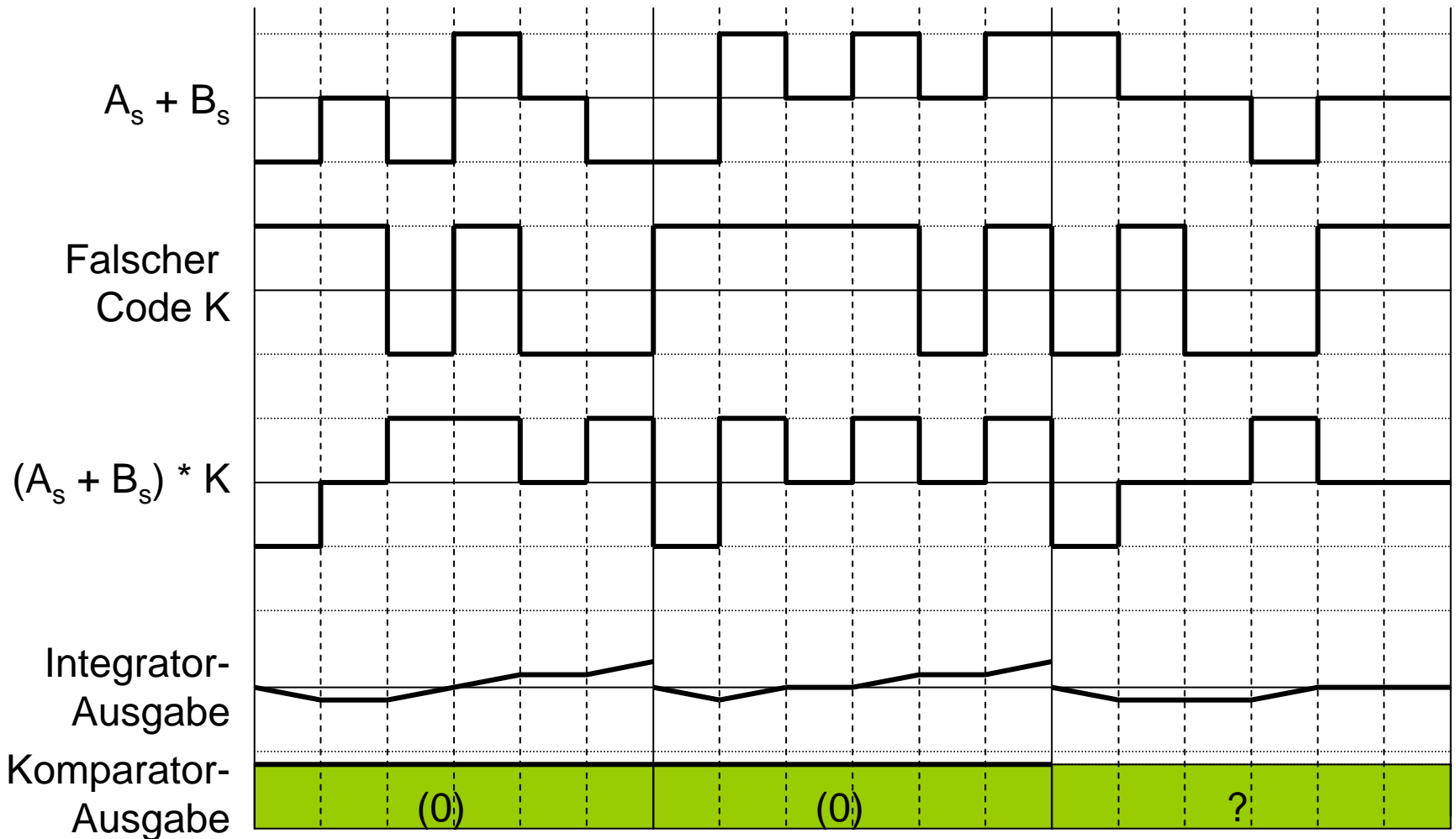
### 4. 4. 3. Codemultiplex mit Bandspreiztechnik nach DSSS-Verfahren



### 4. 4. 3. Codemultiplex mit Bandspreiztechnik nach DSSS-Verfahren



### 4. 4. 3. Codemultiplex mit Bandspreiztechnik nach DSSS-Verfahren



#### 4. 4. 4. SAMA (Spread Aloha Multiple Access)

- CDMA und TDMA Kombination
- Alle Sender ein Code zum codieren