# Datenkommunikation

Mobile IP und TCP

Wintersemester 2011/2012

# Überblick

1	Grundlagen von Rechnernetzen, Teil 1
2	Grundlagen von Rechnernetzen, Teil 2
3	Transportzugriff
4	Transportschicht, Grundlagen
5	Transportschicht, TCP (1)
6	Transportschicht, TCP (2) und UDP
7	Vermittlungsschicht, Grundlagen
8	Vermittlungsschicht, Internet
9	Vermittlungsschicht, Routing
10	Vermittlungsschicht, Steuerprotokolle und IPv6
11	Anwendungsschicht, Fallstudien
12	Mobile IP und TCP

#### Überblick

### 1. Einführung

#### 2. Mobile IP

- Mobilität und IP-Adressvergabe
- Dreiecksrouting
- Reverse Tunneling
- Handoff / Roaming
- Optimierungen
- Mobilitätsunterstützung bei IPv6

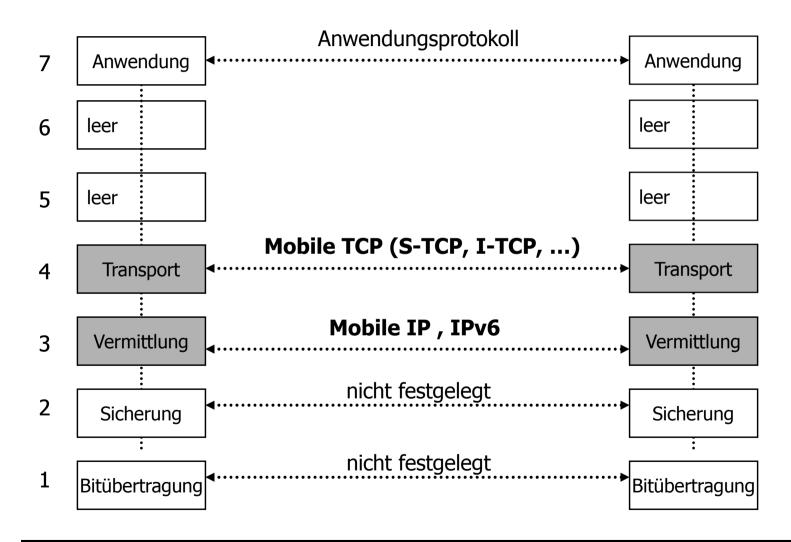
#### 3. Mobile TCP

- Wiederholung und Überblick
- PEP Performance Enhancing Proxy
- Indirektes TCP (I-TCP)
- Snooping TCP (S-TCP)

## Überblick – Beispiele mobiler Kommunikation

- Funk (Rundfunk, Richtfunk, Amateurfunk)
- Mobiltelefone (z.B. GSM, GPRS, HSCSD, UMTS)
- Wireless LAN
- Infrarot
- Bluetooth
- Im Gegensatz zur drahtgebundenen Kommunikation ermöglicht die mobile Kommunikation eine nahezu freie Bewegung während der Nutzung des Kommunikationsdienstes
- Was bedeutet mobil?

# Überblick Einordnung in die TCP/IP-Protokollfamilie

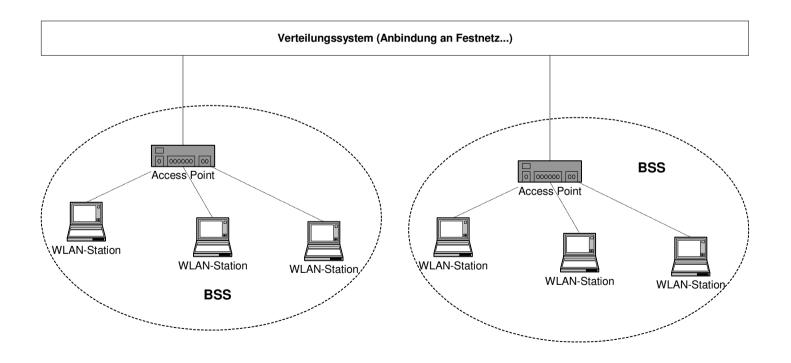


## Einschub: Wireless LAN (1)

- IEEE 803.11a-n (bis 600 Mbit/s) und weitere
- Nutzung in Hotels, Flughäfen, Restaurants, (Autos)
- Basisstationen (Access Points) erforderlich
- Infrastruktur-Modus und Ad-hoc-Modus
- Zugriff auf das Medium (Luft)
  - CSMA/CA: "CA" steht für Collision Avoidance, also (möglichst) Vermeiden von Kollisionen
    - Prinzip: "Listen before tak"
  - Medium wird hierzu abgehört und es wird erst übertragen, wenn es frei ist
  - Von einer Station wird vor dem Senden einer Nachricht zunächst eine kurze Steuernachricht abgeschickt, die vom Empfänger bestätigt wird
  - Erst nach dem Empfang der Bestätigung beginnt der Sender die eigentlichen Daten zu senden
- Problem: "Hidden Stations" (versteckte Endgeräte)

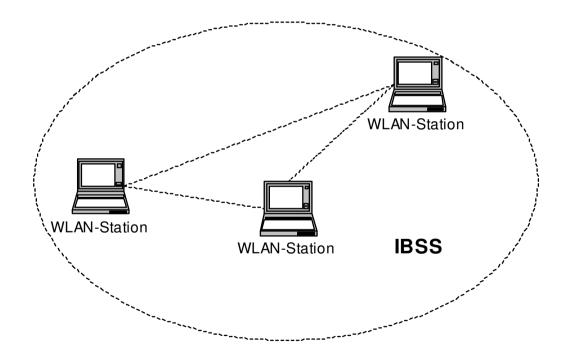
## Einschub: Wireless LAN: Infrastrukturmodus (2)

 Alle Stationen und der für sie zuständige Access-Point werden zusammen als Basic Service Set (BSS) bezeichnet



## Einschub: Wireless LAN: Ad-hoc-Modus (3)

IBSS = Independent Basic Service Set



### Überblick

#### 1. Mobile IP

- Mobilität und IP-Adressvergabe
- Dreiecksrouting
- Reverse Tunneling
- Handoff / Roaming
- Optimierungen
- Mobilitätsunterstützung bei IPv6

#### 2. Mobile TCP

## Wiederholung – Vermittlungsschicht insb. IP (1)

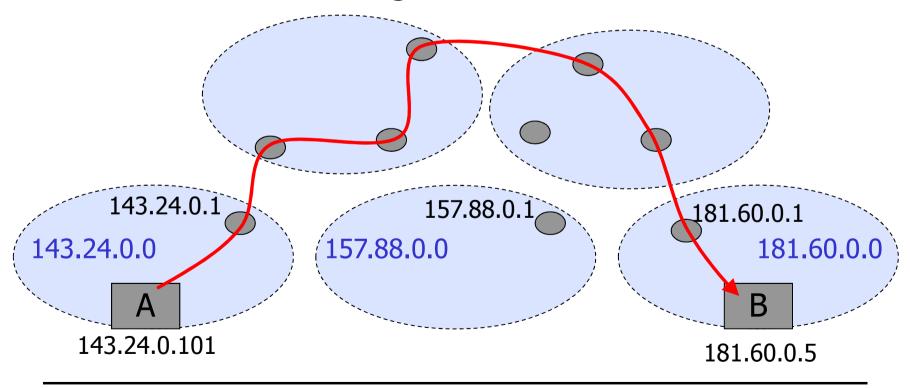
- Das Internet ist eine hierarchische Organisation bestehend aus Teilnetzen (Autonome Systeme)
- Eine grundlegende Aufgabe der Vermittlungsschicht ist die Wegewahl (Routing)
- IP ist ein paketvermittelndes und verbindungsloses
   Protokoll der Vermittlungsschicht
- Übertragungswege werden von Knoten zu Knoten bereitgestellt (Teilstrecken)
- Voraussetzung ist eine eindeutige Adressierung

## Wiederholung – Vermittlungsschicht, IP (2)

- IP (RFC 791) wurde 1981 spezifiziert und wurde für die drahtgebundene und stationäre Kommunikation konzipiert
- IP setzt zur Optimierung der Wegewahl hierarchisches
   Routing ein
- Aufteilung des Internets in Teilnetze
- IP-Adressen bestehen aus einem Netz- und Host-Anteil um die Teilnetze identifizieren zu können
- IP-Adresse ist nur innerhalb des entsprechenden Teilnetzes gültig

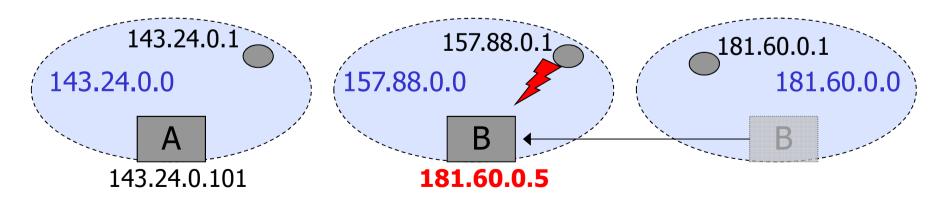
## Mobilität und IP-Adressvergabe (1)

- Kommunikation von Knoten A zu Knoten B
- Beide befinden sich in eigenen Teilnetzen
- Hierarchisches Routing



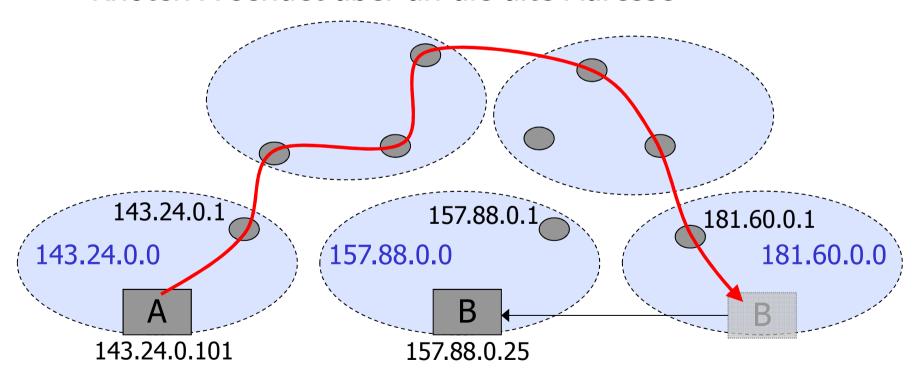
## Mobilität und IP-Adressvergabe (2)

- Knoten B bewegt sich in ein anderes Teilnetz
- Knoten B behält seine IP-Adresse (feste IP-Adresse)
- Adresse ist topologisch nicht korrekt!
- Knoten B kann keine Pakete empfangen



## Mobilität und IP-Adressvergabe (3)

- Knoten B bewegt sich in ein anderes Teilnetz
- Knoten B bekommt z.B. über DHCP neue Adresse
- Knoten A sendet aber an die alte Adresse



## Mobilität und IP-Adressvergabe (4)

- Die Mobilität kann einen Wechsel des Teilnetzes verursachen
- Topologisch korrekte IP-Adresse muss konfiguriert werden
- Kommunikationspartner sendet aber an die bekannte IP-Adresse
- Neue IP-Adresse könnte über DNS verteilt werden Aktualisierung der DNS-Einträge jedoch zu aufwändig
- Mobilität führt bei IP erst durch den Wechsel eines Teilnetzes zu Problemen

### Überblick

## 1. Einführung

#### 2. Mobile IP

- Mobilität und IP-Adressvergabe
- Dreiecksrouting
- Reverse Tunneling
- Handoff / Roaming
- Optimierungen
- Mobilitätsunterstützung bei IPv6

#### 3. Mobile TCP

### Mobilität und IP-Adressvergabe - Mobile IP

- Zur Version 4 des Internet Protokolls (IPv4) wurde eine Erweiterung zur Unterstützung der Mobilität beschrieben
- Die Erweiterung wird Mobile IP genannt und ist im wesentlichen im RFC 3344 spezifiziert.
- Mobile IP ist kompatibel zum normalen IPv4
- Mobile IP ermöglicht einen Teilnetzwechsel unter Beibehaltung einer festen IP-Adresse

## Dreiecksrouting – Terminologie (RFC 3344) (1)

- Mobile Node (MN): Ein Host (oder Router), der seinen Anschluss an ein Teilnetz wechselt
- Home Network: Ein Teilnetz, welches dem Mobile Node als ursprüngliches Netzwerk zugeordnet ist
- Home Address: Eine IP-Adresse, die einem Mobile Node, unabhängig von möglichen Teilnetzwechseln, fest zugeordnet ist. Die Netzwerknummer der Home Address muss der Identifikation des Heimnetzes (Home Network) entsprechen
- Home Agent (HA): Ein spezieller Router im Heimnetz (Home Network), der die Mobilitätsunterstützung ermöglicht

## Dreiecksrouting – Terminologie (RFC 3344) (2)

- Foreign Network (FN): Ein Teilnetz, ungleich dem Heimnetz (Home Network), in das der Mobile Node während der Kommunikation wechselt
- Care-of-Address (CoA): Eine topologisch korrekte IP-Adresse, die dem Mobile Node im Fremdnetz (Foreign Network) zugewiesen wird
- Foreign Agent (FA): Ein spezieller Router in einem Fremdnetz (Foreign Network), der die Mobilitätsunterstützung ermöglicht
- Correspondent Node (CN): Ein beliebiger Host, mit dem Mobile Node über IP kommuniziert

## Dreiecksrouting – Funktionsweise (1)

- 1. Mobile Node sendet Paket an Correspondent Node
- 2. CN antwortet an die Adresse aus dem Heimnetz
- 3. Home Agent leitet die Pakete an das Fremdnetz weiter

4. FA leitet das Paket an den MN weiter

CN

MN: Mobil Node
HA: Home Agend
FA: Foreign Agent
CN: Correspondent Node

## Dreiecksrouting – Funktionsweise, Nachrichtenfluss (2)

- MN benötigt eine CoA, wenn er in ein Fremdnetz kommt
- Dazu sendet MN eine Router-Solicitation-Nachricht (auf Basis von ICMP)
- FA antwortet mit einer Router Advertisement-Nachricht
  - (Erweitert um sog. Mobility Agent Advertisement Extension)
  - → CoA wird mitgeteilt
  - FA verwaltet "Visitor-Liste"
- MN muss dann CoA an HA melden (registrieren)
  - Information heißt auch "Mobility-Bindings"

## Dreiecksrouting – Funktionsweise, Nachrichtenfluss (3)

 Grober Kommunikationsablauf bei Eintritt eines MN in ein Fremdnetz

FA sendet zudem "Mobility Agent Advertisements", um

MN kommt in neues Fremdnetz

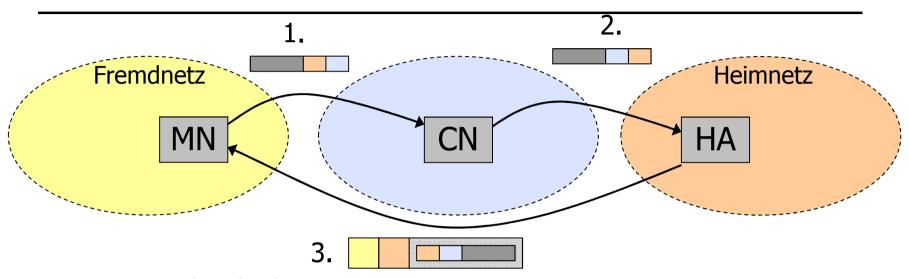
CoAs zu vergeben

Router Solicitation

Router Advertisement

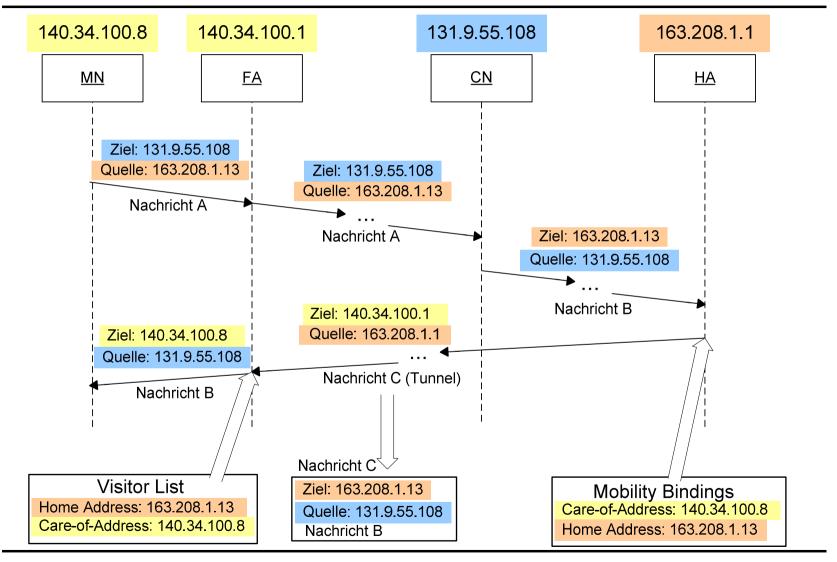
Registrieren

### Dreiecksrouting – Funktionsweise, Sendephase (4)



- MN sendet direkt an CN:
  - Quelladresse: IP-Adresse aus dem Heimnetz des MN
  - Zieladresse: IP-Adresse des CN
- 2. CN antwortet an MN (über HA)
  - Quelladresse: IP-Adresse des CN
  - Zieladresse: Quell-IP-Adresse von MN aus dem Heimnetz
- HA übermittelt Antwort an MN über IP-Tunnel an das Fremdnetz:
  - HA und FA sind die Endpunkte des Tunnels

## Dreiecksrouting – Funktionsweise, Sendephase (5)

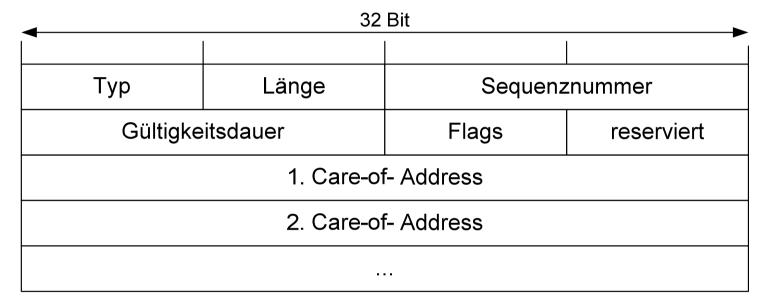


## Dreiecksrouting – Funktionsweise, Sendephase (6)

- Mobilitätsunterstützung für IPv4 -> RFC 3344
- Automatische Anpassungen der IP-Adresse an das aktuelle Teilnetz (Agent Erkennung)
- Aber Erreichbarkeit über eine feste IP-Adresse
- Router im Heimnetz (HA) leitet die Pakete an das aktuelle Teilnetz weiter
- Dem HA muss die aktuelle IP-Adresse mitgeteilt werden (Registrierung der Care-of-Adresse)
- Kommunikationspartner kennen nur die feste Adresse aus dem Heimnetz

### Dreiecksrouting – Agent-Erkennung

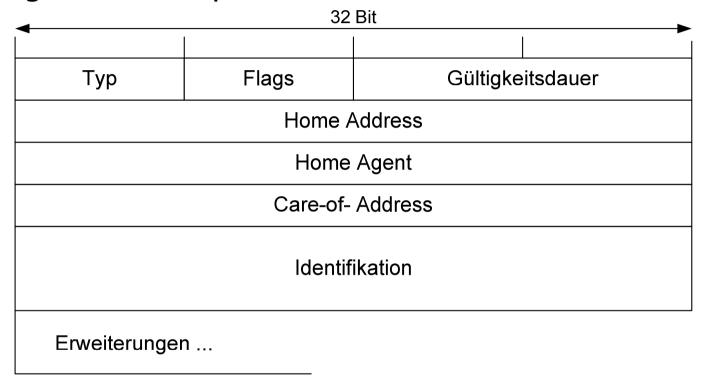
Mobility Agent Advertisement Extension nach RFC 3344



- Auf Basis von ICMP
- MN erkennt am Netz-Anteil der Absenderadresse das aktuelle Teilnetz und somit auch einen Teilnetzwechsel

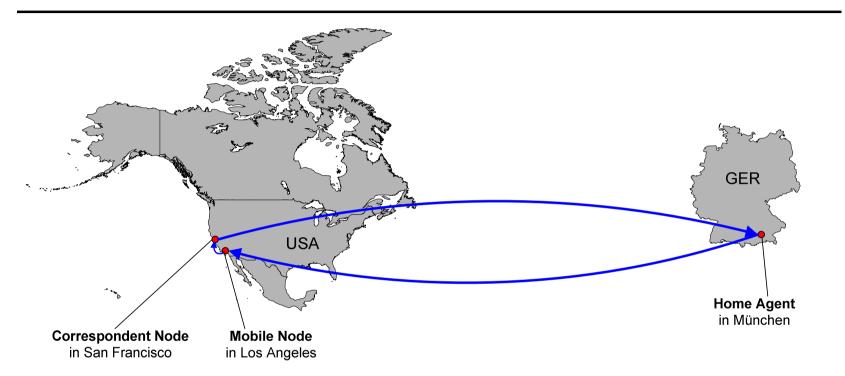
## Dreiecksrouting – Registrierung der Care-of-Adresse

Registration Request nach RFC 3344



- MN meldet dem HA seine Care-of-Adresse
- HA speichert diese "Mobility-Bindings"

## Dreiecksrouting – Probleme – ineffizienter Pfad



- Pakete vom CN zum MN müssen über den HA weitergeleitet werden
- Im Vergleich zur direkten Route kann dies ein deutlich ineffizienterer Pfad sein

### Dreiecksrouting – weitere Probleme

- Alle Pakete vom Correspondent Node zum Mobile Node werden über den Home Agent geroutet
- Neben der ineffizienten Route wird der Home Agent somit zum kritischen Punkt (Single-Point-of-Failure)
- Fällt der Home Agent aus ist keine Kommunikation zum Mobile Node möglich
- Der MN verwendet auch in Fremdnetzen die IP-Adresse aus dem Heimnetz als Quelladresse
- Eine Firewall im Fremdnetz kann dies als Fälschung (IP-Spoofing) erkennen und das Paket verwerfen

### Überblick

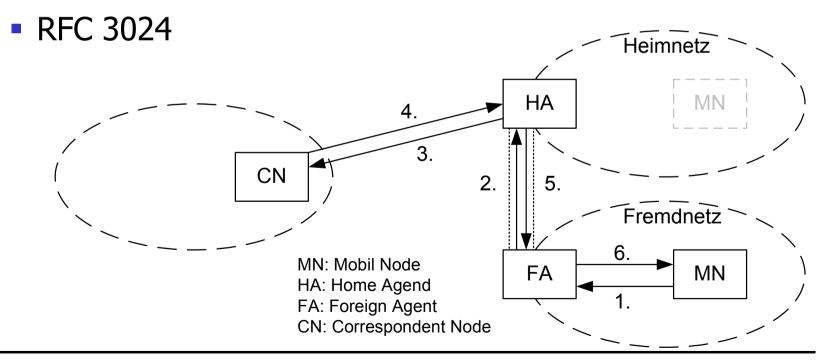
## 1. Einführung

#### 2. Mobile IP

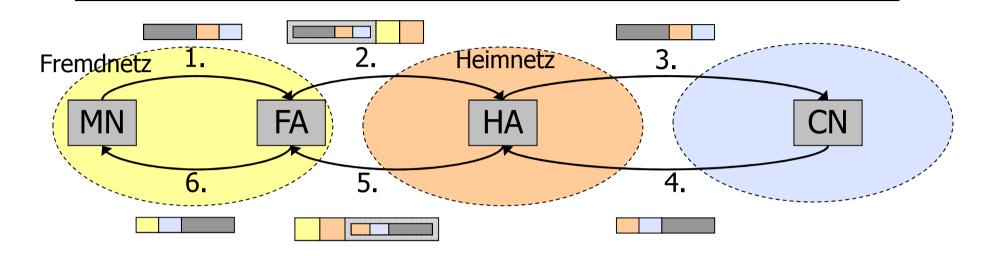
- Mobilität und IP-Adressvergabe
- Dreiecksrouting
- Reverse Tunneling
- Handoff / Roaming
- Optimierungen
- Mobilitätsunterstützung bei IPv6
- 3. Mobile TCP

## Reverse Tunneling – Funktionsweise (1)

- Kommunikation zwischen MN und CN wird in beiden Richtungen über den HA geroutet
- Bidirektionaler IP-Tunnel zwischen HA und FA
- Keine IP-Spoofing-Erkennung



### Reverse Tunneling – Funktionsweise (2)



#### Nachricht 1 und 3:

Quelladresse: IP-Adresse aus dem Heimnetz

Zieladresse: IP-Adresse der CN

#### Nachricht 2 und 5:

Bidirektionaler IP-Tunnel zwischen FA und HA

#### Nachricht 4 und 6:

Quelladresse: IP-Adresse der CN

Zieladresse: IP-Adresse aus dem Heimnetz oder CoA

### Reverse Tunneling – Probleme

- Kommunikation in beide Richtungen wird über den HA geroutet
- Die Probleme einer ineffizienten Route und einer möglichen Überlastung des HA (SpoF) werden somit noch verschärft
- Es besteht die Gefahr eines "Reverse-Tunnel Hijackings" (RFC 3024) und somit eine Gefährdung des Heimnetzes. Ausreichende Authentifizierung ist notwendig

### Überblick

## 1. Einführung

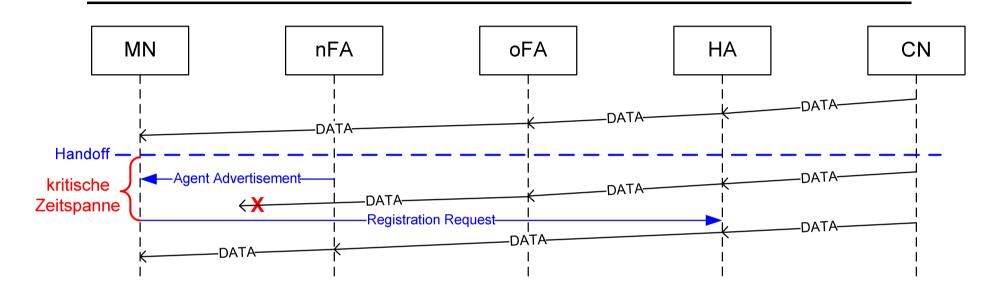
#### 2. Mobile IP

- Mobilität und IP-Adressvergabe
- Dreiecksrouting
- Reverse Tunneling
- Handoff / Roaming
- Optimierungen
- Mobilitätsunterstützung bei IPv6
- 3. Mobile TCP

## Handoff / Roaming - Überblick

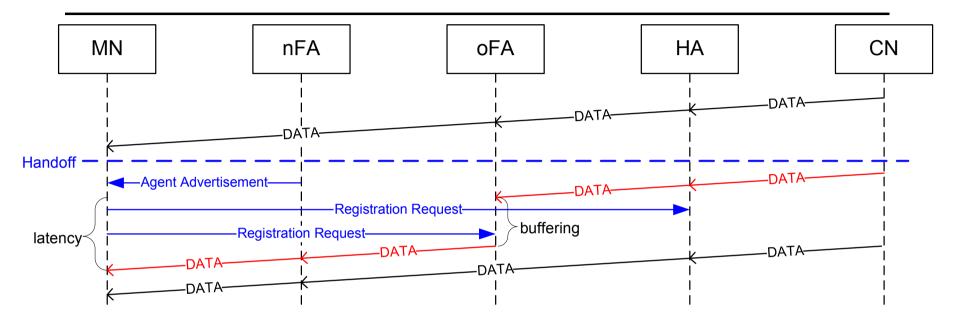
- Wechsel eines Teilnetzes während einer aktiven
   Kommunikation wird als Handoff / Roaming bezeichnet
- Kritische Zeitspanne zwischen dem Abmelden beim alten Teilnetz und dem Anmelden beim neuen Teilnetz
- Während der kritischen Zeitspanne ist der MN nicht erreichbar – es droht **Datenverlust**
- Höhere Schichten (z.B. Transportschicht) müssen den Datenverlust erkennen und beheben – dies führt zu einer schlechteren Übertragungsleistung

### Handoff / Roaming – kritische Zeitspanne



- Teilnetzwechsel ohne speziellen Handoff-Verfahren
- Nach dem Handoff muss der MN eine neue CoA zugewiesen bekommen und beim HA registrieren
- In der Zwischenzeit leitet der HA Pakete für den MN noch an den alten FA weiter -> Datenverlust

## Handoff / Roaming – Post-Registration-Handoff



- Nachsenden der Pakete vom alten FA zum neuen FA
- Neue CoA muss auch beim alten FA registriert werden
- Alter FA muss bis zur Registrierung eintreffende Pakete zwischenspeichern
- Beim Handoff kann es zu einer Verzögerung kommen

### Überblick

## 1. Einführung

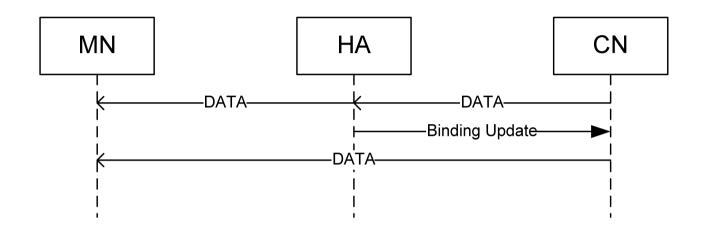
#### 2. Mobile IP

- Mobilität und IP-Adressvergabe
- Dreiecksrouting
- Reverse Tunneling
- Handoff / Roaming
- Optimierungen
- Mobilitätsunterstützung bei IPv6
- 3. Mobile TCP

## Optimierung - Encapsulation in der Mobile Node

- Der MN kann Aufgaben des FA übernehmen
- Der MN bezieht dazu (z.B. DHCP) eine gültige IP-Adresse für das Fremdnetz
- MN übernimmt die Registrierung der neuen IP-Adresse (co-located Care-of Address) beim HA
- MN wird auch zum Endpunkt des IP-Tunnels (Encapsulation in der MN)
- Es muss keinem FA Vertrauen entgegen gebracht werden
- Handoff-Verfahren benötigen jedoch einen FA

## Optimierung – HA Redirects



- CN antwortet zunächst an die Adresse aus dem Heimnetz
- HA leitet die Nachricht weiter und teilt der CN die aktuelle CoA der MN mit
- CN kann weitere Pakete direkt an die CoA senden

### Optimierung – HA Redirects - Bewertung

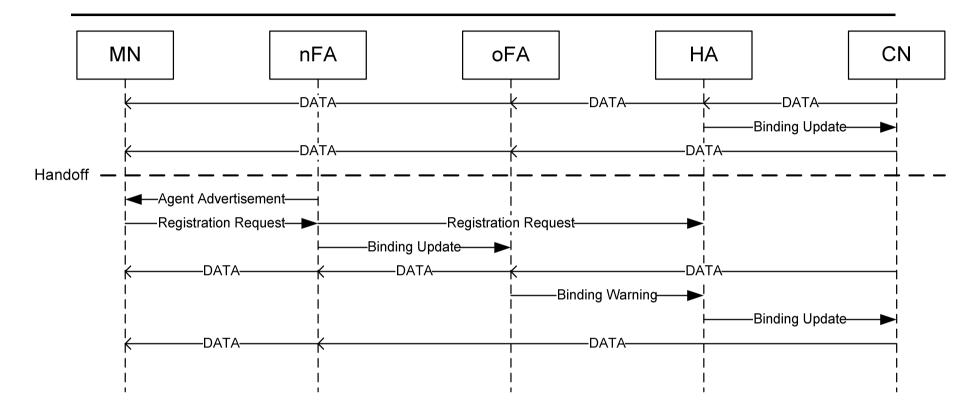
#### Vorteile

- Direktes und somit effizienteres Routing
- Entlastung des Home Agents

#### **Nachteile**

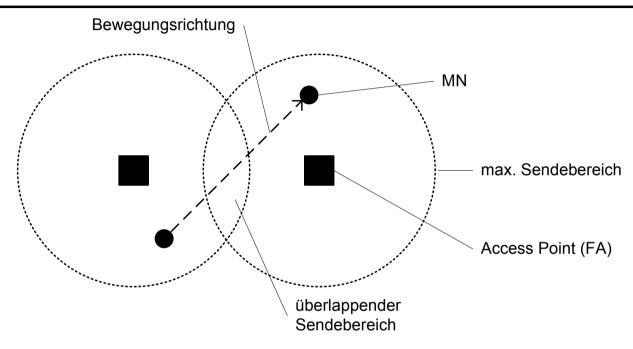
- CN muss Binding-Updates verwalten
- CN muss IP-Tunneling unterstützen
- Mit den Binding-Udates wird dem CN die aktuelle IP-Adresse des MN mitgeteilt. Es können Bewegungsdaten zu einer MN aufgezeichnet werden

## Optimierung – HA Redirects - Handoff



- "Alter" FA sende Binding Warning an HA
- HA sendet die neue CoA als Bindung Update an CN

## Optimierung – Handoffverfahren



- Beim Handoff ist oft eine Verbindung zu zwei FAs möglich
- Überlappender Sendebereich ermöglicht eine Optimierung
- RFC 4881 schlägt vor, die klare Trennung zur Schicht 2 aufzuheben und so Latenzzeiten zu verringern

## Optimierung – Handoffverfahren

- Ereignisse der Schicht 2 (z.B. Empfang einer neuen BSSID) werden an die Schicht 3 (IP) weitergegeben
- Ereignisse der Schicht 2 können von allen Beteiligten (MN, oFA, nFA) erkannt werden
- Nach Registrierung des Schicht 2 Ereignisses kann bevorstehender Handoff vorbereitet werden

## z.B. Post-Registration-Handoff

 IP-Tunnel zum Weiterleiten der Nachrichten (von oFA zu nFA) wird vorbereitet

### Überblick

## 1. Einführung

#### 2. Mobile IP

- Mobilität und IP-Adressvergabe
- Dreiecksrouting
- Reverse Tunneling
- Handoff / Roaming
- Optimierungen
- Mobilitätsunterstützung bei IPv6
- 3. Mobile TCP

## Mobility Support in IPv6 - Überblick

- Bei der Entwicklung von IPv6 wurde auch die Mobilitätsunterstützung berücksichtigt
- Die als Erweiterung zu IPv4 entworfenen Verfahren und deren Optimierung wurden in den IPv6 Standard integriert
- Die neuen Möglichkeiten von IPv6 wurden dabei berücksichtigt
- Siehe dazu: RFC 3775 (Mobility Support in IPv6)

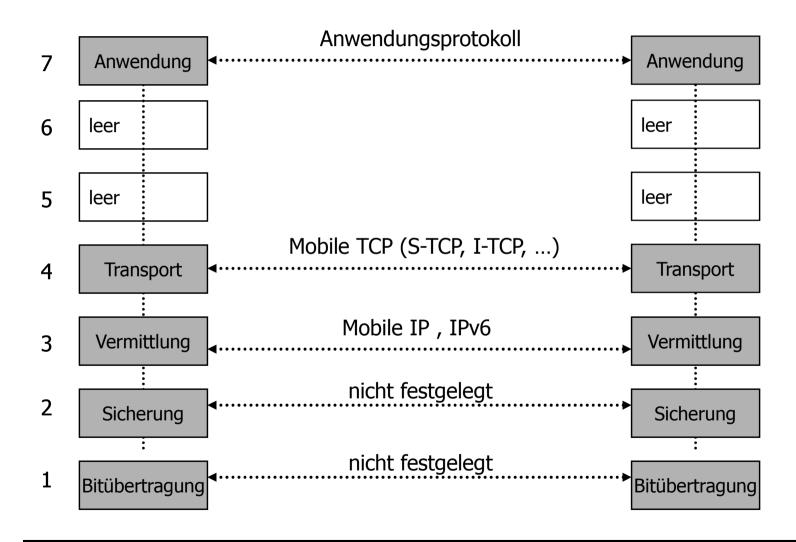
### Mobility Support in IPv6 – Vergleich zu IPv4

- IPv6 Router unterstützen Mobilität keine speziellen FAs nötig
- Routing-Optimierung ist fester Bestandteil von IPv6
- Nutzung spezielle IPv6-Erweiterungsheader (z.B. Vermeidung von IP-Spoofing)
- Authentifizierung ist Bestandteil von IPv6 und erhöht somit die Sicherheit

### Überblick

- 1. Einführung
- 2. Mobile IP
- 3. Mobile TCP
  - Wiederholung und Überblick
  - PEP Performance Enhancing Proxy
  - Indirektes TCP (I-TCP)
  - Snooping TCP (S-TCP)

# Überblick Einordnung in die TCP/IP-Protokollfamilie

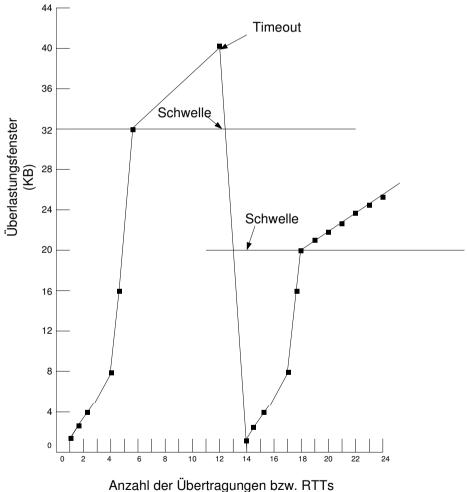


### Wiederholung – Transportschicht insb. TCP

- Transportschicht (z.B. TCP) nutzt die Dienste der Vermittlungsschicht (z.B. IP)
- Aufgabe der Transportschicht ist eine zuverlässige
   Datenübertragung sicherzustellen:
  - Quittierung
  - Übertragungswiederholung
  - Fluss- und Staukontrolle
- Fehler aus den unteren Schichten müssen von der Transportschicht behandelt werden
- TCP ist wie IP auf eine stationäre und drahtgebundene Kommunikation ausgelegt

## Wiederholung – TCP Staukontrolle (1)

- Erste TCP-Segmentlänge 1 KB
- 1. Schwellwert bei 32 KB
- Timeout bei Segmentlänge von 40 KB
- Schwellwert wird dann auf 20 KB gesetzt



## Wiederholung – TCP Staukontrolle (2)

- TCP bemerkt einen Paketverlust oder eine deutliche Verzögerung durch das Ausbleiben der Quittierungen
- Drahtgebundene Datenübertragung sehr stabil
- TCP geht bei einem Paketverlust daher zunächst von einer Stausituation aus
- TCP reagiert mit einer drastischen Reduzierung der Übertragungsleistung um den Stau aufzulösen

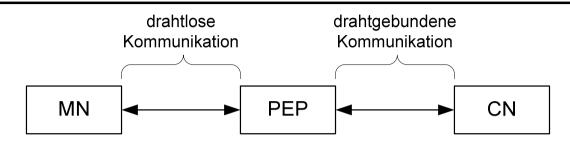
#### Überblick – Probleme bei Mobilität

- Drahtlose Datenübertragung ist fehleranfälliger
- Die Übertragungsleistung kann stark schwanken und bis zum Paketverlust führen
- Teilnetzwechsel (Handoff) kann zu deutlichen Verzögerungen bei der Übertragung führen
- Reduzierung der Übertragungsleistung ist bei Paketverlust nicht hilfreich (nur bei Stausituationen angemessen)
- Bei mobiler Kommunikation ist ein schnelles Nachsenden der fehlenden Pakete wichtig
- TCP-Standardverfahren zur Stau- und Flusskontrolle müssen für die Mobilität angepasst werden

### Überblick

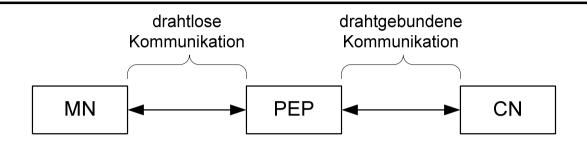
- 1. Einführung
- 2. Mobile IP
- 3. Mobile TCP
  - Wiederholung und Überblick
  - PEP Performance Enhancing Proxy
  - Indirektes TCP (I-TCP)
  - Snooping TCP (S-TCP)

## PEP – Performance Enhancing Proxy



- Die im Internet verwendeten Übertragungstechnologien (Schicht 1 und 2) unterscheiden sich zum Teil wesentlich
- Mit einem PEP (siehe RFC 3135) können Netze an der Stelle des Medienwechsels aufgeteilt werden
- Es entstehen medieneinheitliche Teilstrecken
- Auf den Teilstrecken können optimierte Protokolle für die spezielle Technologie eingesetzt werden
- PEP stellt die Kompatibilität sicher

### PEP – Optimiertes TCP



- Beispielsweise kann ein Access-Point als PEP arbeiten
- Zwischen MN und Access-Point wird drahtlose Kommunikation eingesetzt
  - Dabei Einsatz einer optimierten Stau- und Flusskontrolle
- Ab dem Access-Point bis zum CN drahtgebundenen Kommunikation
  - Dabei Einsatz der normalen TCP-Stau- und -Flusskontrolle

### Überblick

- 1. Einführung
- 2. Mobile IP

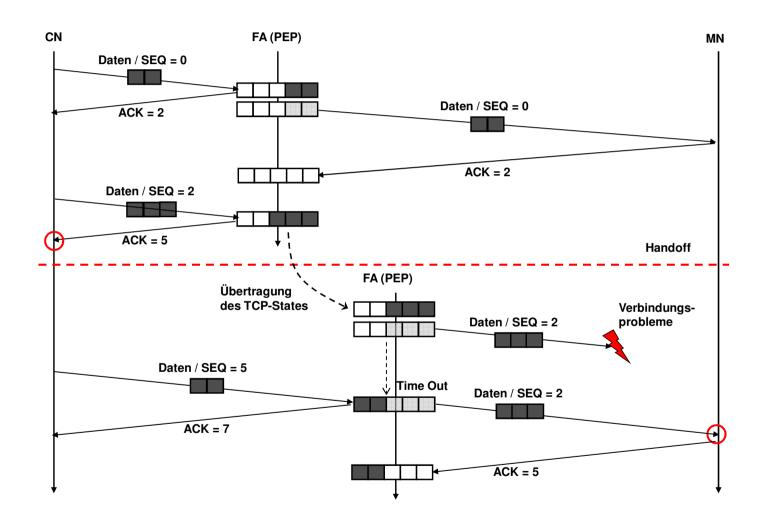
#### 3. Mobile TCP

- Wiederholung und Überblick
- PEP Performance Enhancing Proxy
- Indirektes TCP (I-TCP)
- Snooping TCP (S-TCP)

#### I-TCP - Überblick

- Umsetzung der PEP-Technologie zur Optimierung von TCP für mobile Kommunikation
- Die TCP-Verbindung zwischen den Kommunikationspartner wird am PEP aufgetrennt
- Da somit keine direkte TCP-Verbindung zwischen den Kommunikationspartnern besteht wird, dieser Vorschlag Indirektes-TCP genannt
- PEP verknüpft die beiden TCP-Verbindungen und stellt so die Kompatibilität sicher
  - → keine echte End-zu-End-Semantik bei I-TCP!

## I-TCP – Beispiel (CN sendet an MN)



#### I-TCP – Funktionsweise

- PEP empfängt Segmente, speichert diese in einem
   Zwischenspeicher und versendet Quittierungen
- Die zwischengespeicherten Segmente werden dann an das eigentliche Ziel weitergeleitet
- PEP erwartet für die weitergeleiteten Segmente Quittierungen
- Treffen die Quittierungen nicht ein, wird das Senden wiederholt
- Der eigentliche Kommunikationspartner merkt die Übertragungsfehler und das wiederholte Senden nicht, da er schon eine Quittierung erhalten hat

## I-TCP – Optimierung (Beispiel: CN sendet an MN)

- Zwischen dem PEP und dem MN optimierte Sendewiederholung
- Ausbleibende Quittierungen werden schnell erkannt, da meist keine weiteren Knoten zwischen PEP und MN
- Übertragungsleistung wird bei erkannten Fehlern nicht reduziert – Segmente werden schnell nachgesendet
- Der Sender (CN) bemerkt Übertragungsprobleme zwischen PEP und CN nicht
- Zwischen CN und PEP kann das Standard-TCP verwendet werden

### I-TCP – Probleme (Beispiel: CN sendet an MN)

- Bei Übertragungsproblemen zwischen PEP und MN wird der CN nicht benachrichtigt
- Evtl. erhält der Sender (CN) eine Bestätigung bevor der Empfänger (MN) die Daten tatsächlich erhalten hat
- Somit keine echte End-zu-End-Verbindung zwischen CN und MN!
- Auch bei TCP führt ein Handoff zu Problemen
- Die noch zwischengespeicherten Nachrichten müssen bei I-TCP zum neuen PEP übertragen werden

### Überblick

- 1. Einführung
- 2. Mobile IP

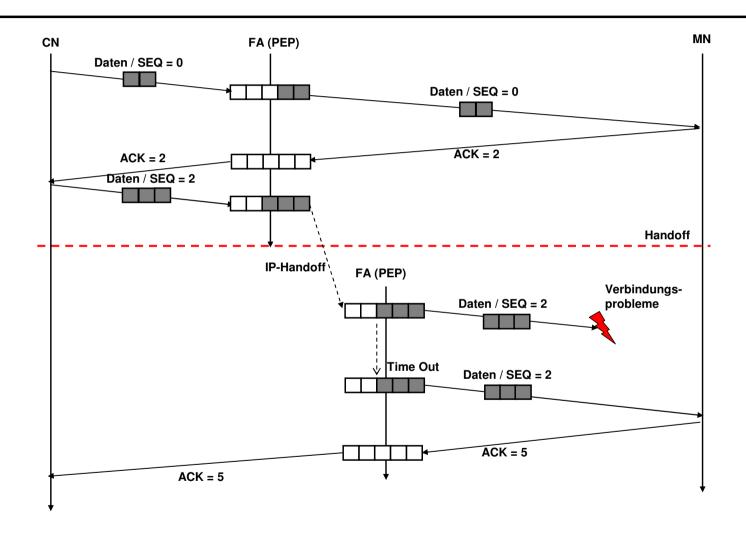
#### 3. Mobile TCP

- Wiederholung und Überblick
- PEP Performance Enhancing Proxy
- Indirektes TCP (I-TCP)
- Snooping TCP (S-TCP)

#### S-TCP - Überblick

- Weitere Umsetzung der PEP-Technologie zur Optimierung von TCP für mobile Kommunikation
- PEP ohne Verlust der End-zu-End-Verbindung
- Pakete zwischen den Kommunikationspartner werden vom PEP "abgehört"
- PEP sendet bei S-TCP selbst keine Quittierung
- Doppelte Quittierung (um fehlende Segmente anzuzeigen) werden jedoch unterdrückt
- Verfahren unterscheidet sich je nach Senderichtung

## S-TCP – Beispiel (CN sendet an MN)



## S-TCP – Funktionsweise (Beispiel: CN sendet an MN)

- PEP liest Segmente mit und speichert diese vorübergehend
- Auch Quittierungen werden nur mitgelesen und gespeichert
- Treten Verbindungsprobleme zwischen PEP und MN auf werden Nachrichten nachgesendet
- Doppelte Quittierungen werden vom PEP unterdrückt
- Sendet der MN an den CN ist das Verfahren ähnlich
- Bei fehlenden Segmenten sendet der PEP doppelte
   Quittierungen um die Fehler schnell zu beheben

#### Rückblick

### Einführung

#### Mobile IP

- Mobilität und IP-Adressvergabe
- Dreiecksrouting
- Reverse Tunneling
- Handoff / Roaming
- Optimierungen
- Mobilitätsunterstützung bei IPv6

#### 3. Mobile TCP

- Wiederholung und Überblick
- PEP Performance Enhancing Proxy
- Indirektes TCP (I-TCP)
- Snooping TCP (S-TCP)

#### **Anmerkungen:**

- Mobile IP und TCP tun sich in der Praxis noch schwer
  - → Komplizierte Verfahren
- Meist nur reine DHCP-Nutzung vorzufinden
- Neuer Standard für Mobile IP nun verabschiedet