



Mobilitätsverwaltung in Kommunikationsnetzen

SFB 627 Nexus

AK „Mobilität und Sicherheit“

Tutorial 1

Bernd Gloss, Paul J. Kühn

Institut für Kommunikationsnetze und Rechnersysteme

Universität Stuttgart

{[gloss](mailto:gloss@ikr.uni-stuttgart.de),[kuehn](mailto:kuehn@ikr.uni-stuttgart.de)}@ikr.uni-stuttgart.de

10. April 2003

Teil 1: Grundlagen der Mobilitätsverwaltung

- Einleitung
- Grundlagen der Telekommunikation und die Problemstellung „Mobilität“
- Lösungen

Teil 2: Realisierungsformen der Mobilitätsverwaltung

Teil 3: Mobilitätsmodelle

Teil 1: Grundlagen der Mobilitätsverwaltung

Einleitung



Motivation

„Netze, die Mobilität unterstützen, erlauben es Nutzern oder Endgeräten, zwischen verschiedenen Teilen des Netzes zu wechseln während die betroffenen Kommunikationsbeziehungen erhalten bleiben“

Grundvoraussetzung

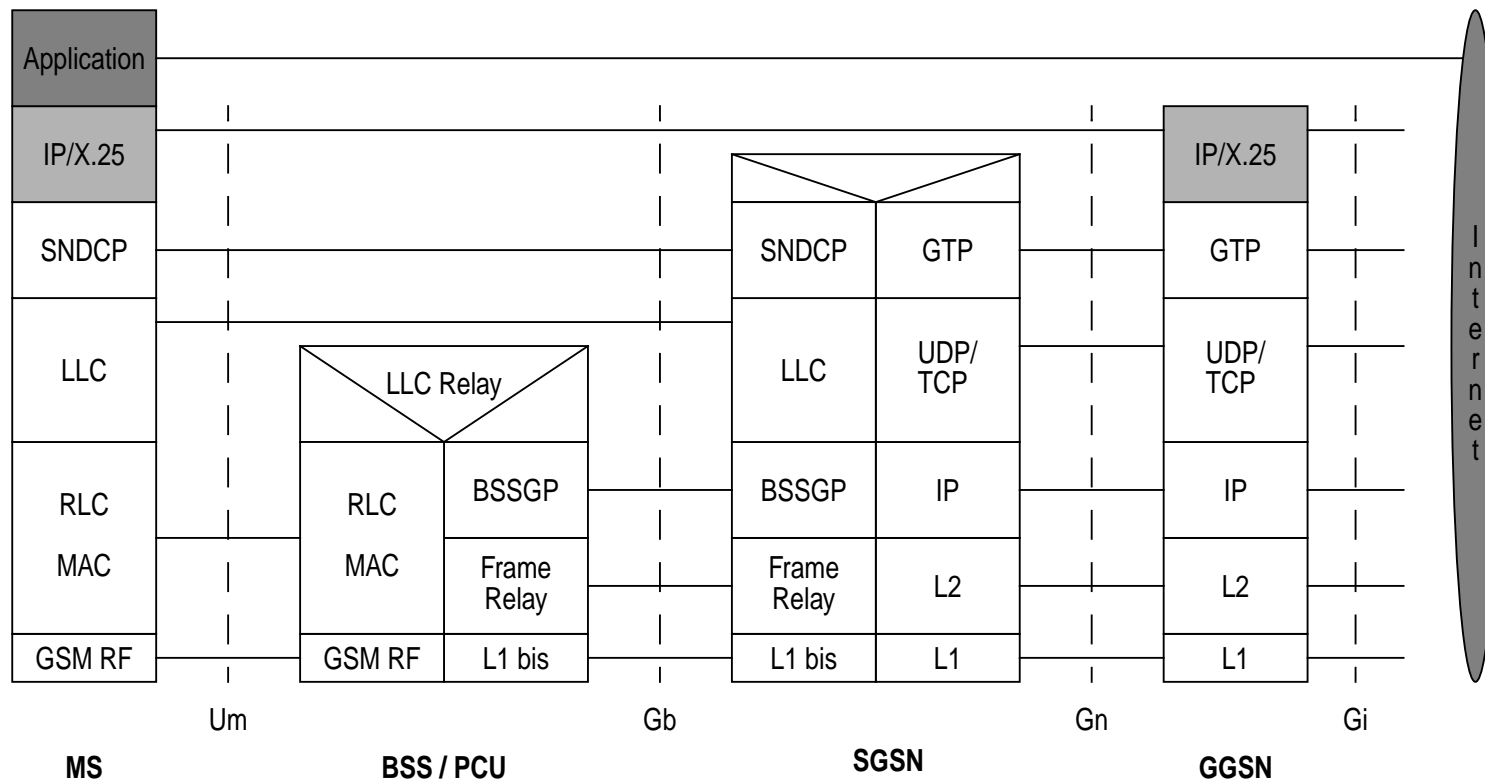
„Um Mobilitätsunterstützung bieten zu können, müssen Telekommunikationssysteme über Mechanismen verfügen, die Nutzerlokationen verwalten und Daten an den momentanen Aufenthaltsort eines Nutzers ausliefern“

Ziel des Tutorialbeitrags

- **Grundlegendes Verständnis für Komponenten der Mobilitätsunterstützung**
- **Baukasten für neu zu entwerfende Systeme**



- **Diverse Kommunikationssysteme zur Unterstützung von Endgerätemobilität (GSM, GPRS, UMTS, ...)**



LLC: Logical Link Control
 RLC: Radio Link Control
 MAC: Medium Access Control

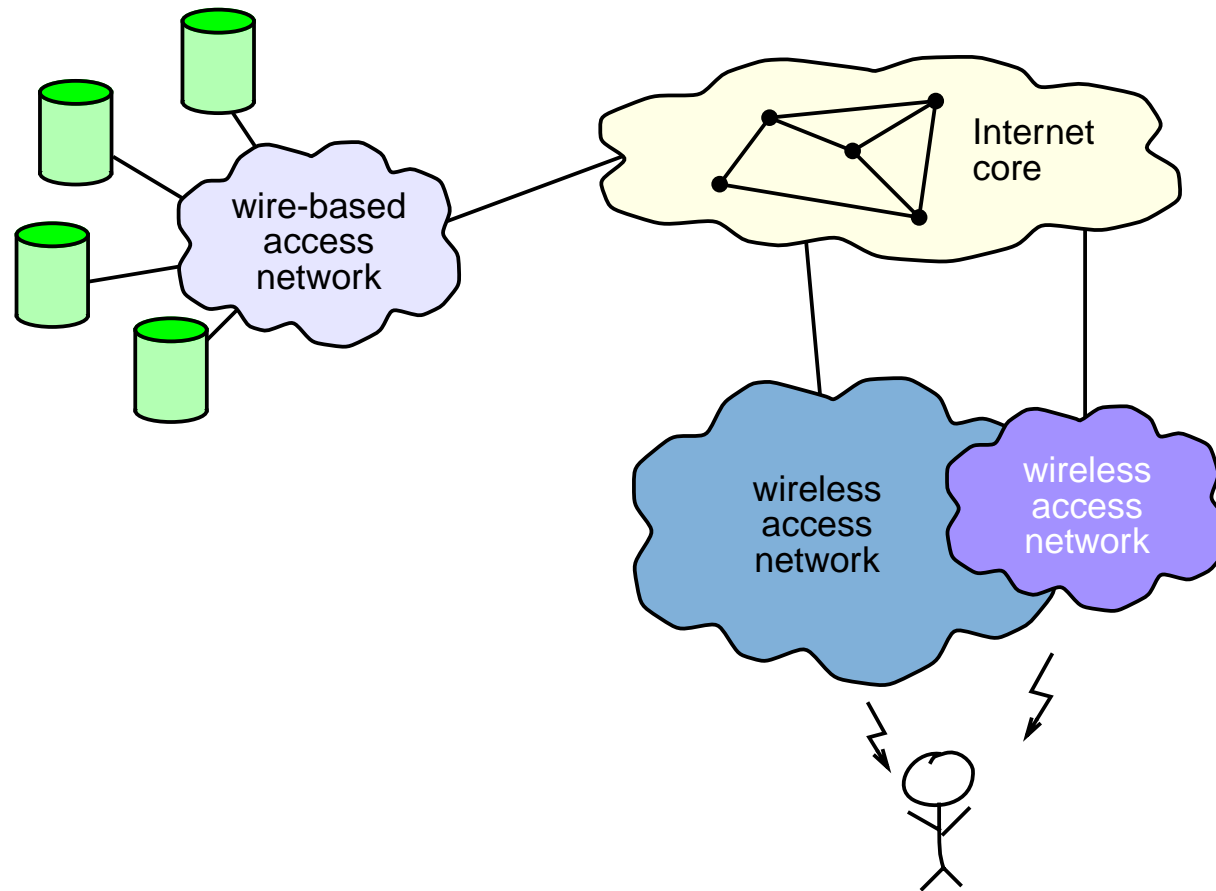
SNDCP: Subnetwork Dependent Convergence Protocol
 BSSGP: Base Station Subsystem GPRS Protocol
 GTP: GPRS Tunneling Protocol

UDP: User Datagram Protocol
 TCP: Transmission Control Protocol



IP-basierte Systeme

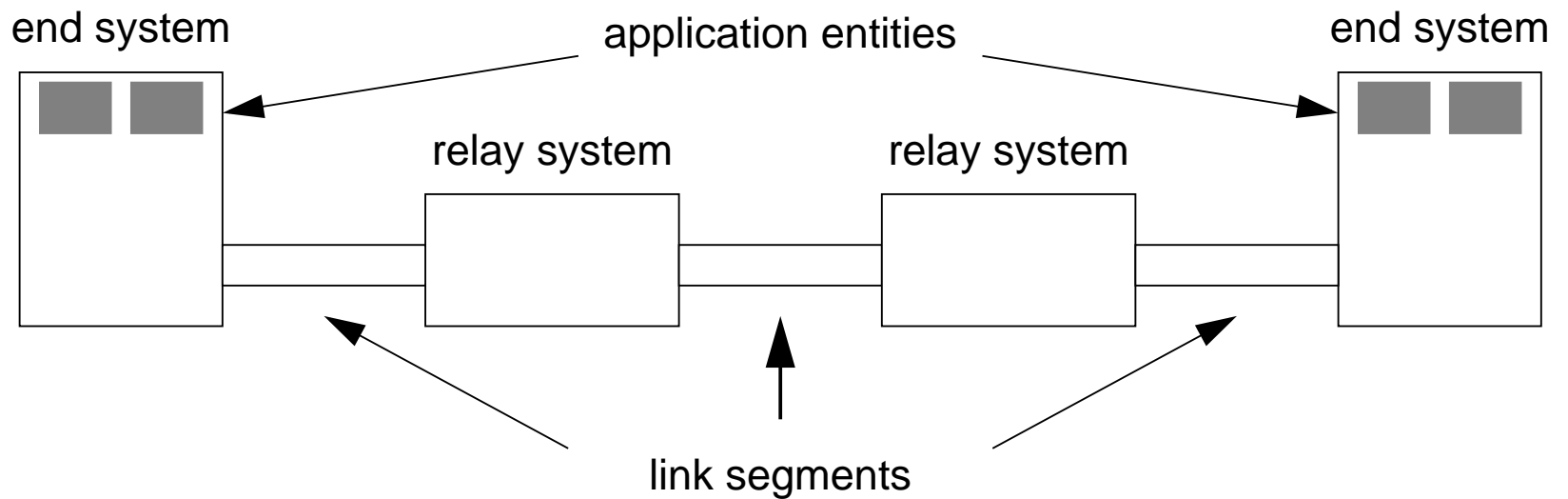
- Mobile IP, Cellular IP, ...



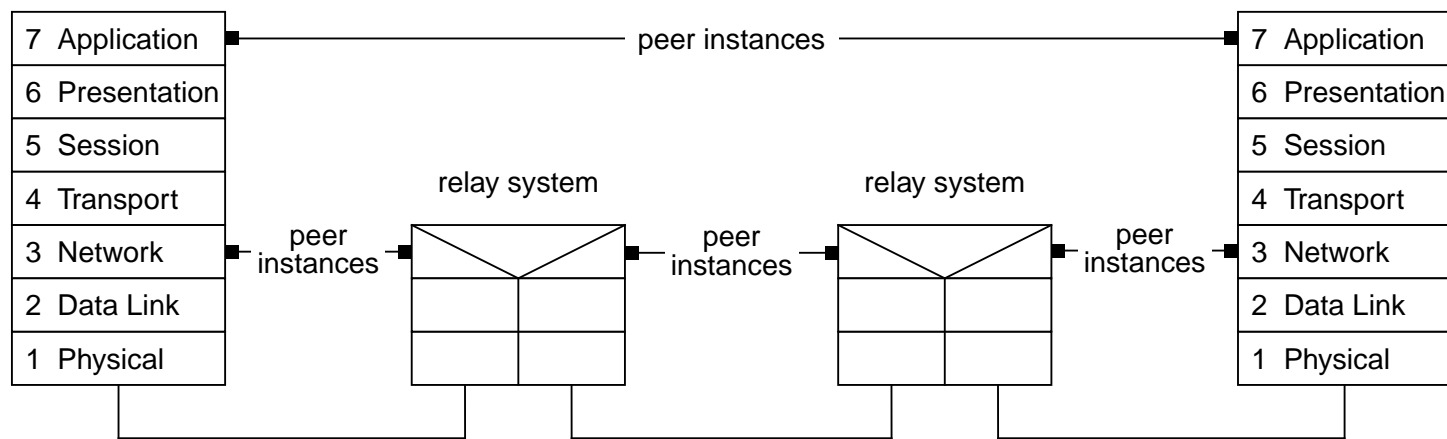
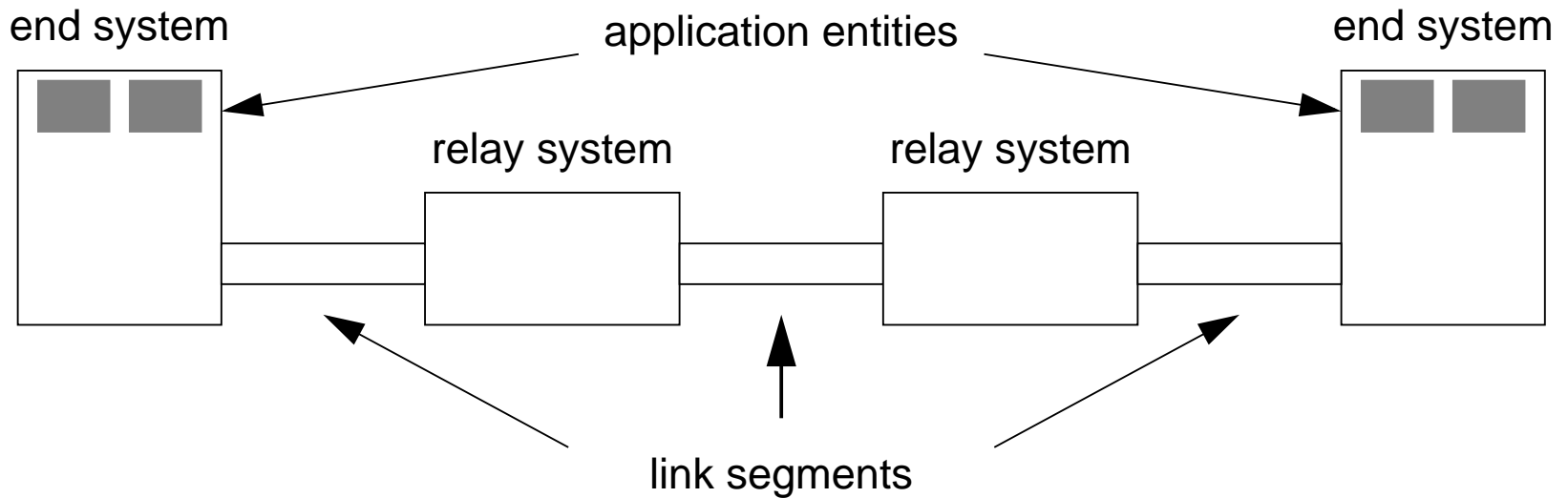
Grundlagen der Telekommunikation und die Problemstellung „Mobilität“



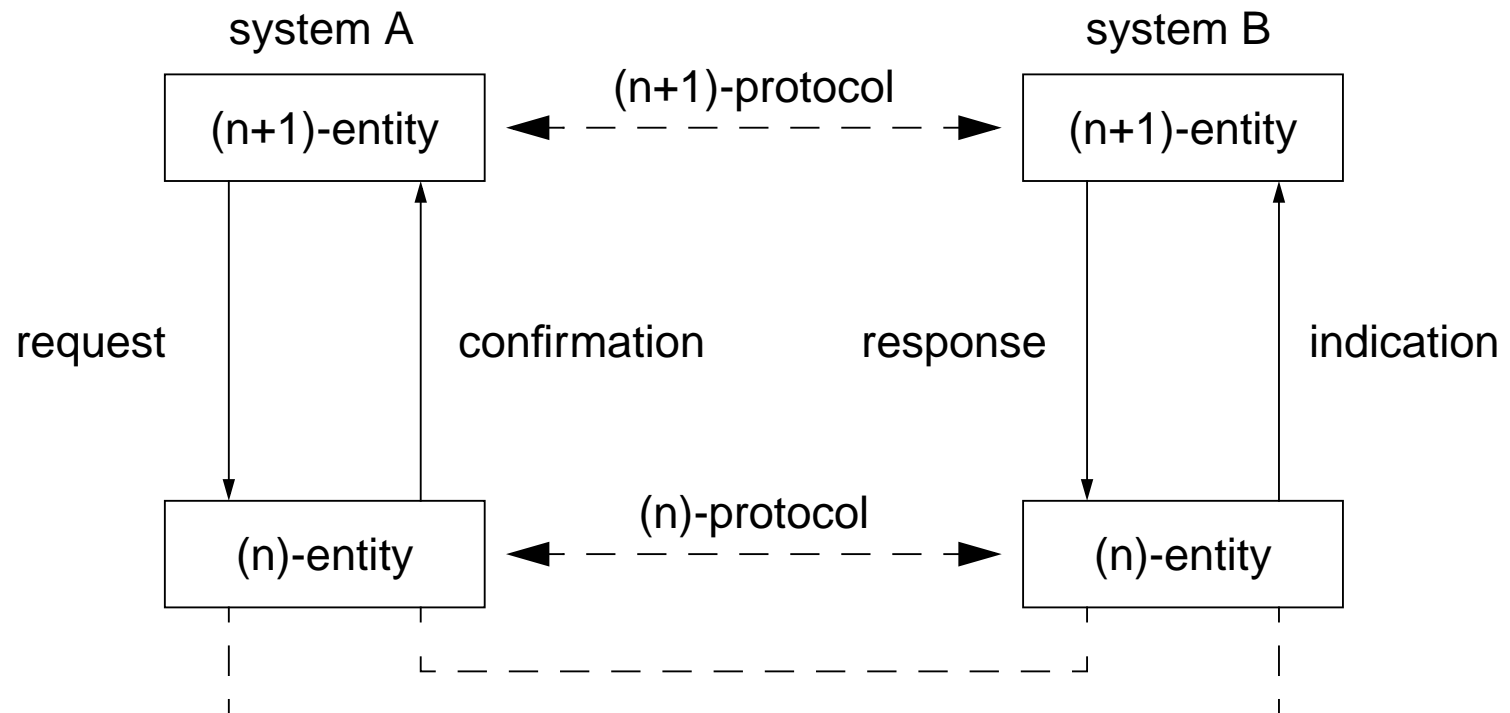
Beschreibung von Telekommunikationssystemen



Beschreibung von Telekommunikationssystemen



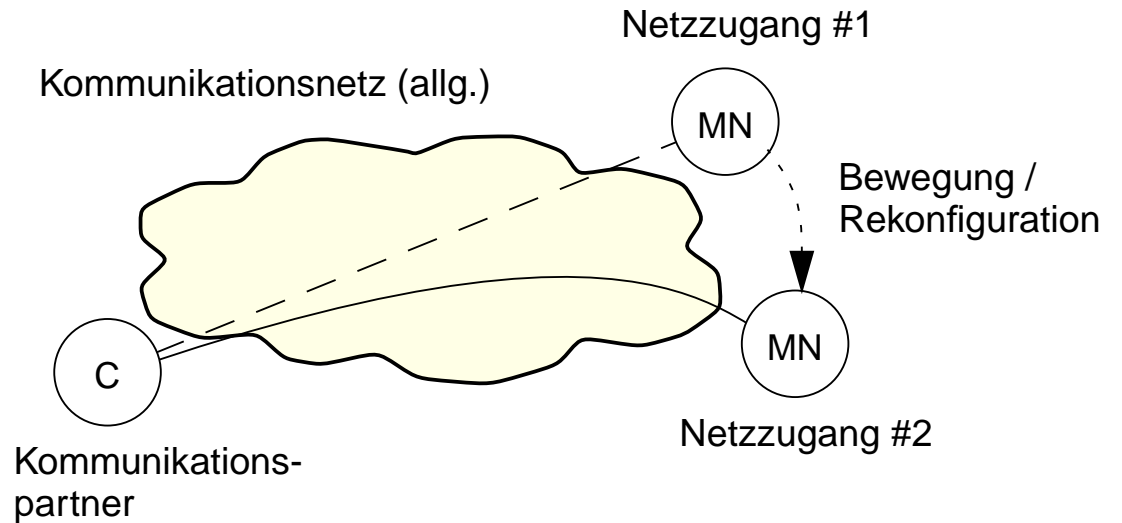
Beschreibungsform für Kommunikationssysteme



- Schichtung (z.B. OSI, Internet-Modell, ...)
- Adjacent Layer Protokolle und Dienstprimitive
- Peer-to-Peer Protokolle

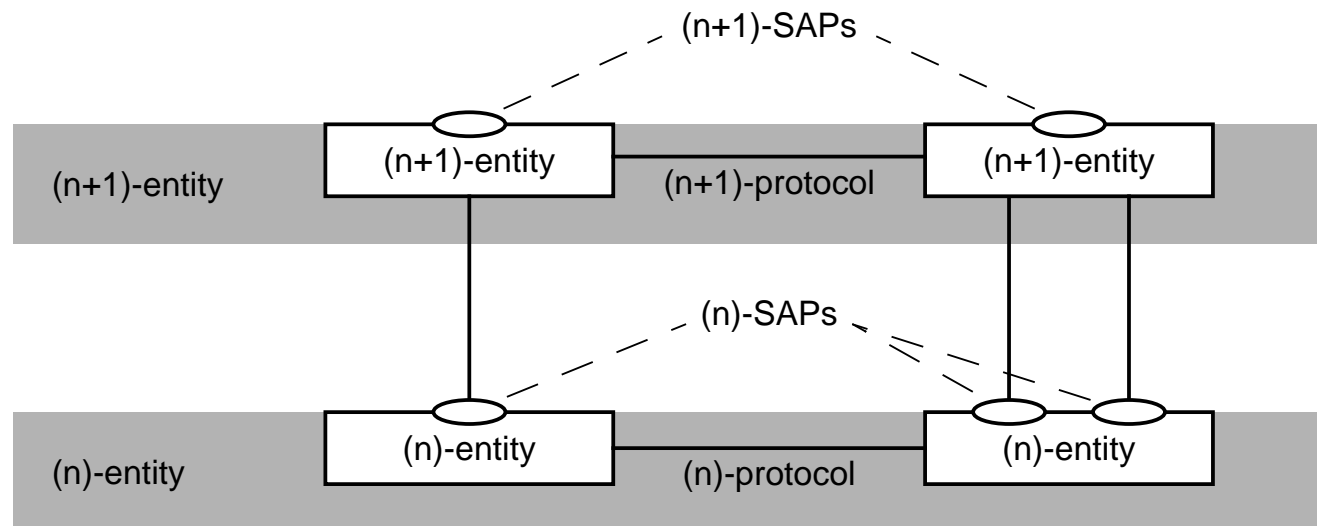
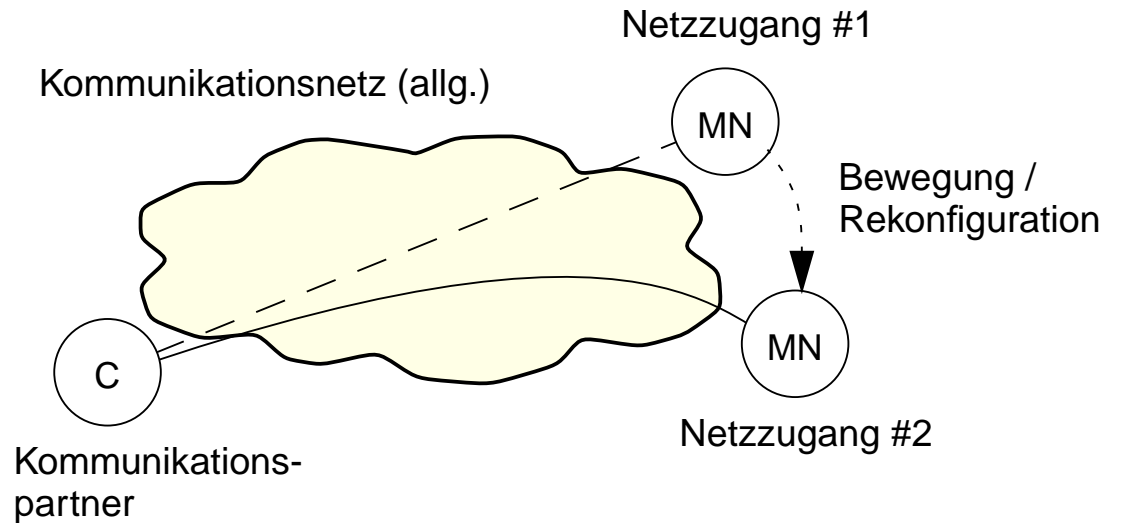
Problem

- **Mobiler Nutzer bzw. mobiles Endgerät wechselt den Netzzugangspunkt**
- **Rekonfiguration oder Austausch unterer Schichten**

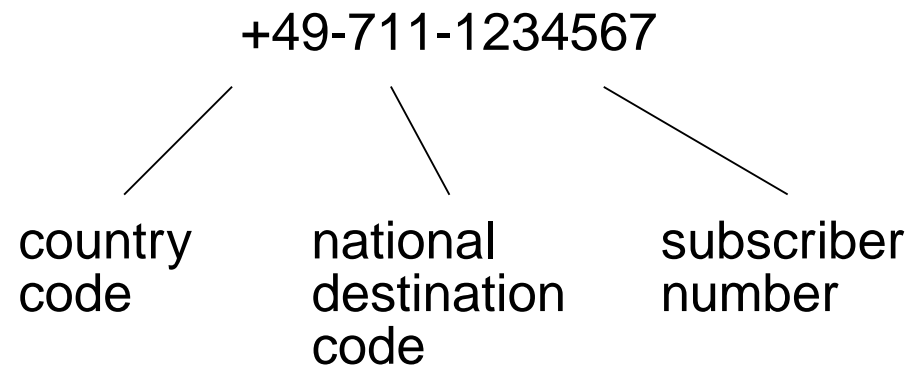


Problem

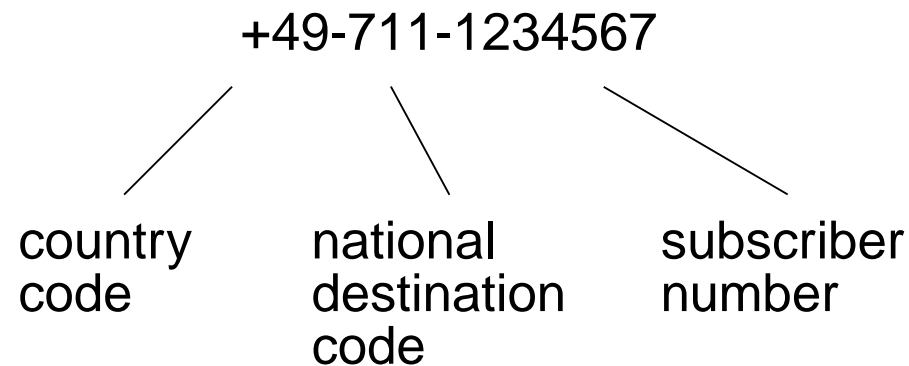
- **Mobiler Nutzer bzw. mobiles Endgerät wechselt den Netzzugangspunkt**
- **Rekonfiguration oder Austausch unterer Schichten**



Hierarchische Nummerierung



Hierarchische Nummerierung



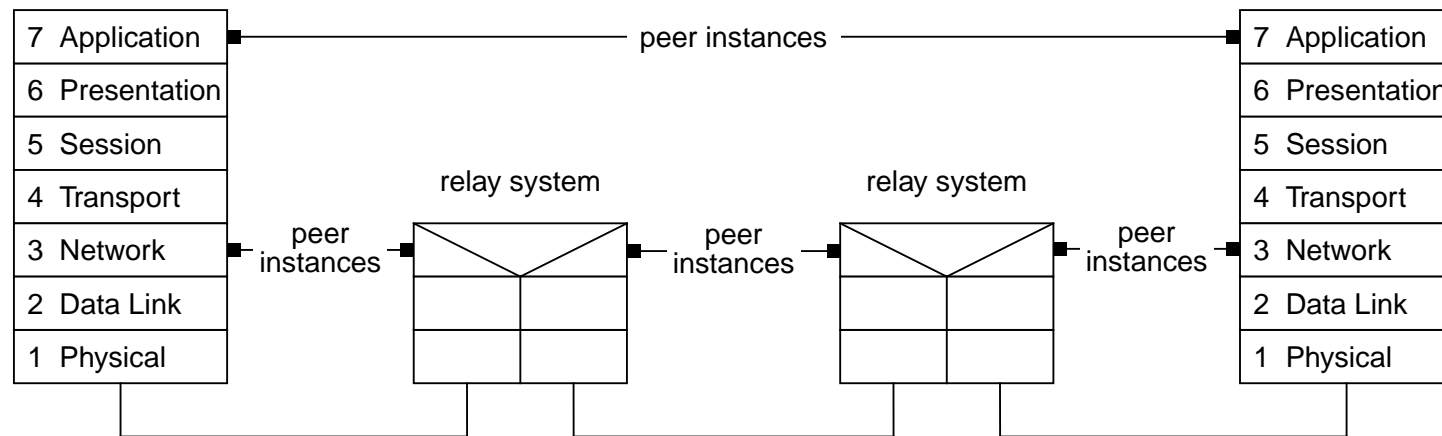
class A	0	network (7 bit)	local address (24 bit)
class B	10	network (14 bit)	local address (16 bit)
class C	110	network (21 bit)	local address (8 bit)
class D	1110	multicast-address (28 bit)	
future	1111	yet not defined	

Lösungen



Zielsetzung der Mobilitätsunterstützung

„Beibehalten der Kommunikationsbeziehungen der n obersten Instanzen des Kommunikationssystems“



Fazit: Mobilitätsunterstützung kann in unterschiedlichen Schichten der Kommunikationsarchitektur oder in neuen Zwischenschichten erbracht werden.

Umfang der Mobilitätsunterstützung eines Nutzers im mobilen Zustand

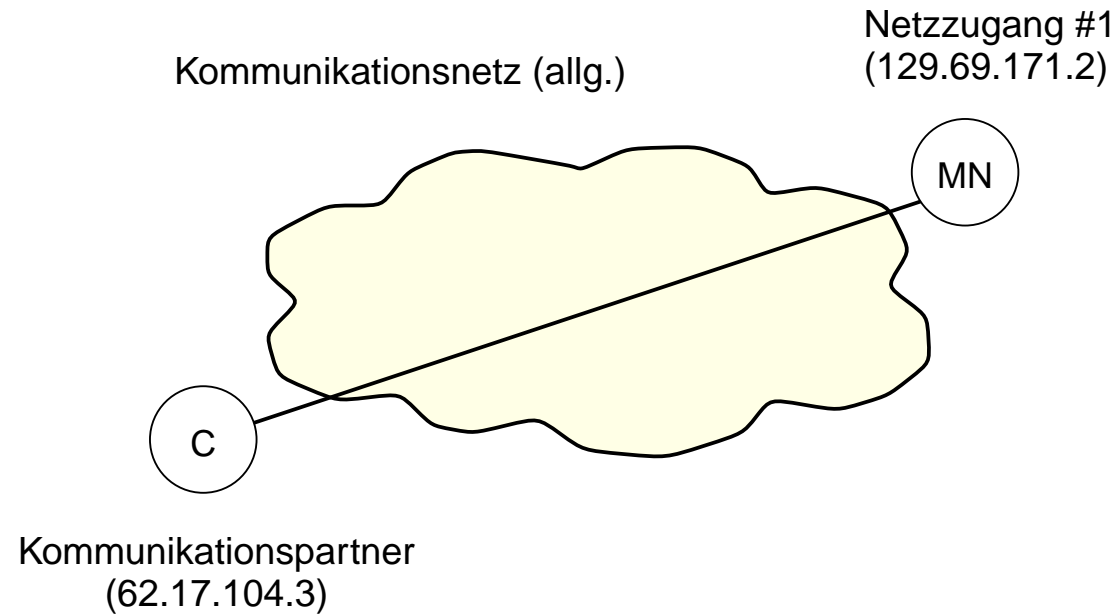
- **Kommunikationsfähigkeit**
- **Erreichbarkeit und Kommunikationsfähigkeit**
- **volle Kommunikationsunterstützung mit Weiterführung laufender Kommunikationsvorgänge**



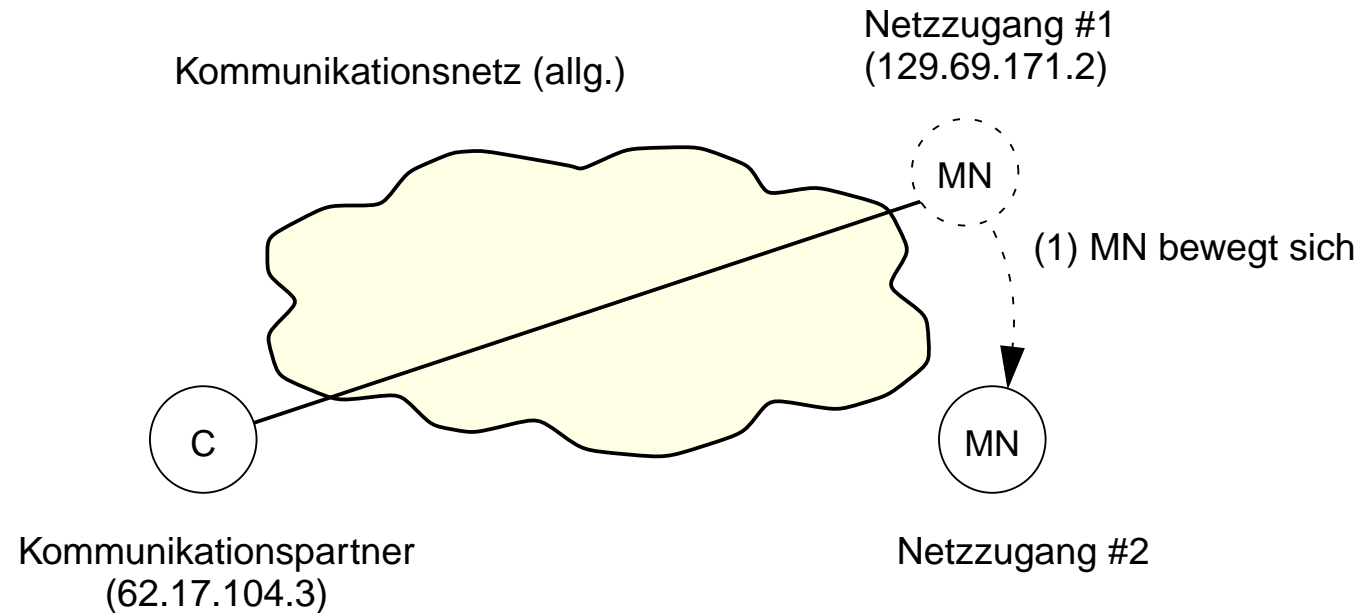
Weitere Aspekte

- **nur einer der beiden Kommunikationspartner ist mobil**
- **beide Kommunikationspartner sind mobil**

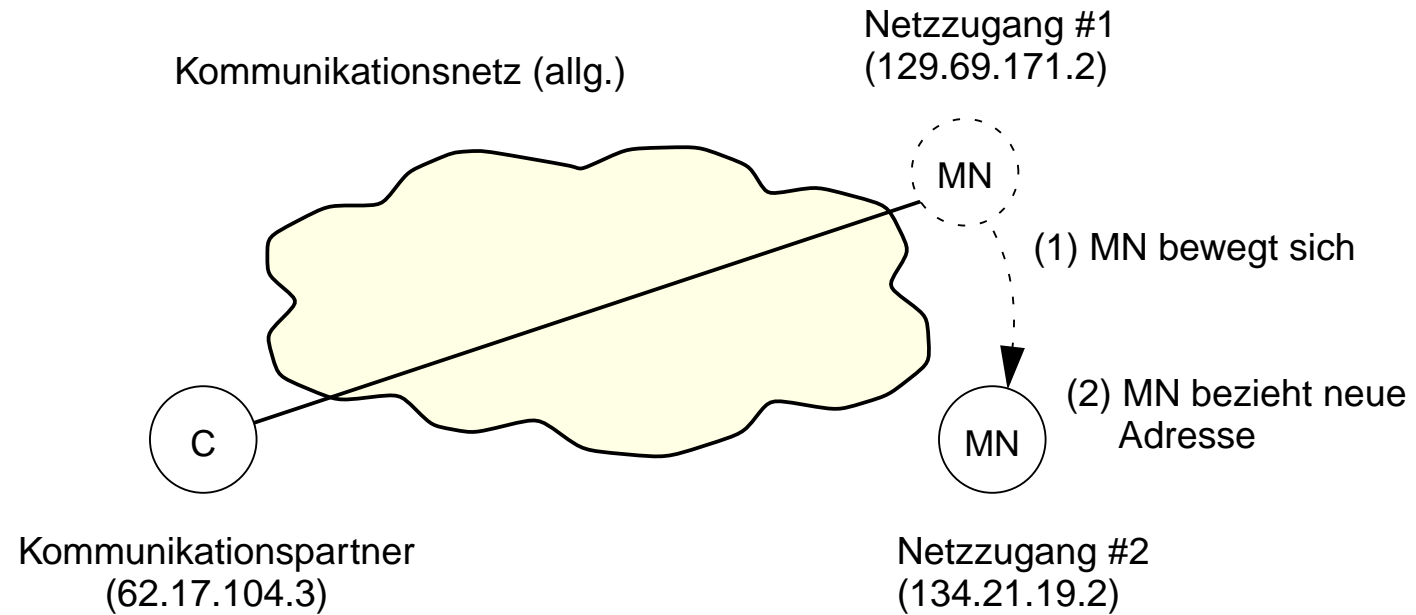
Grundverfahren #1: Änderung der Adresse



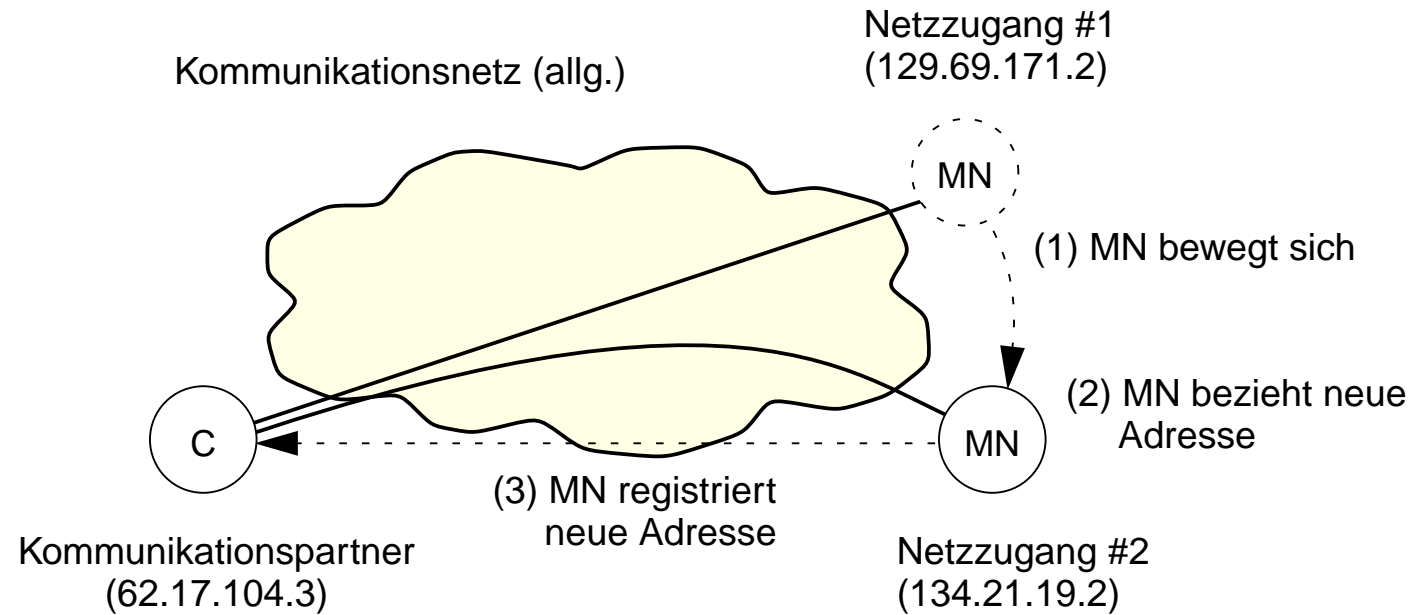
Grundverfahren #1: Änderung der Adresse



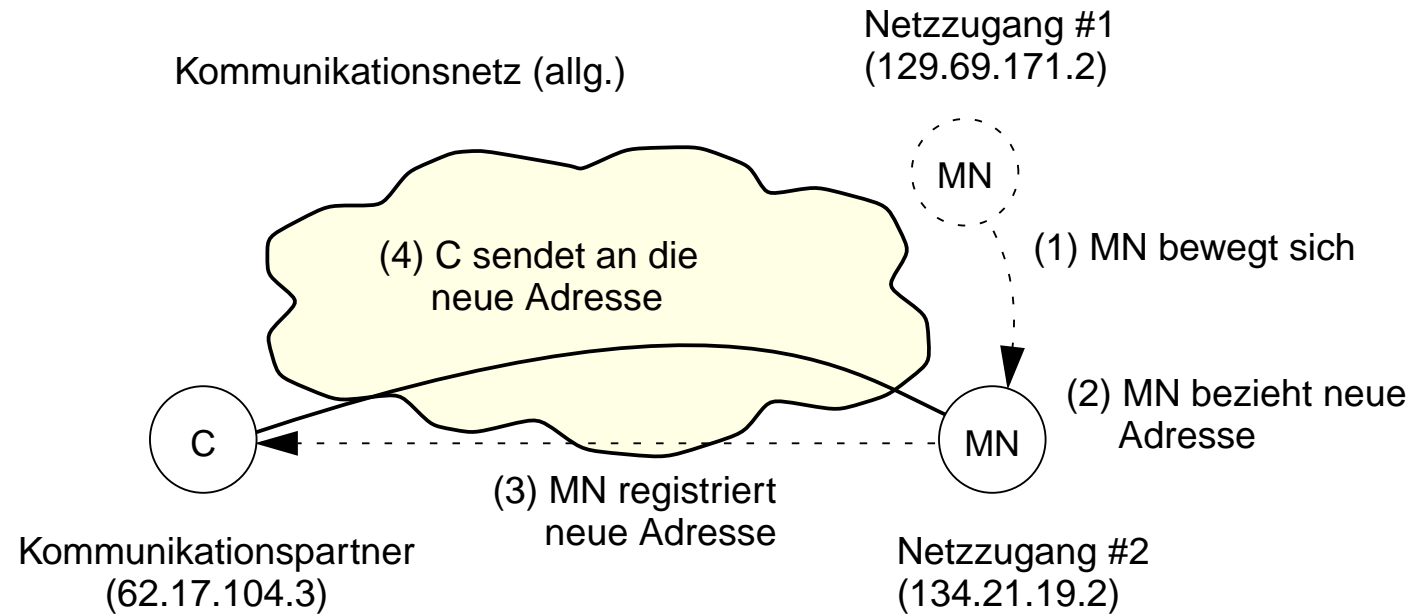
Grundverfahren #1: Änderung der Adresse



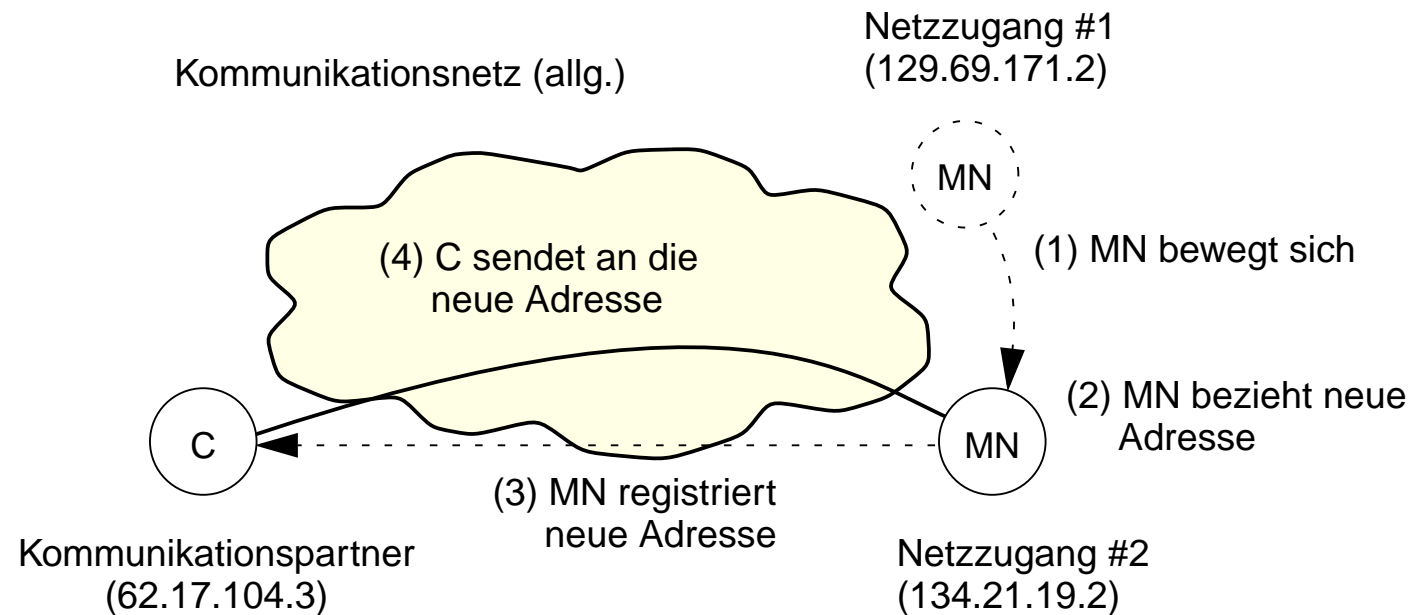
Grundverfahren #1: Änderung der Adresse



Grundverfahren #1: Änderung der Adresse

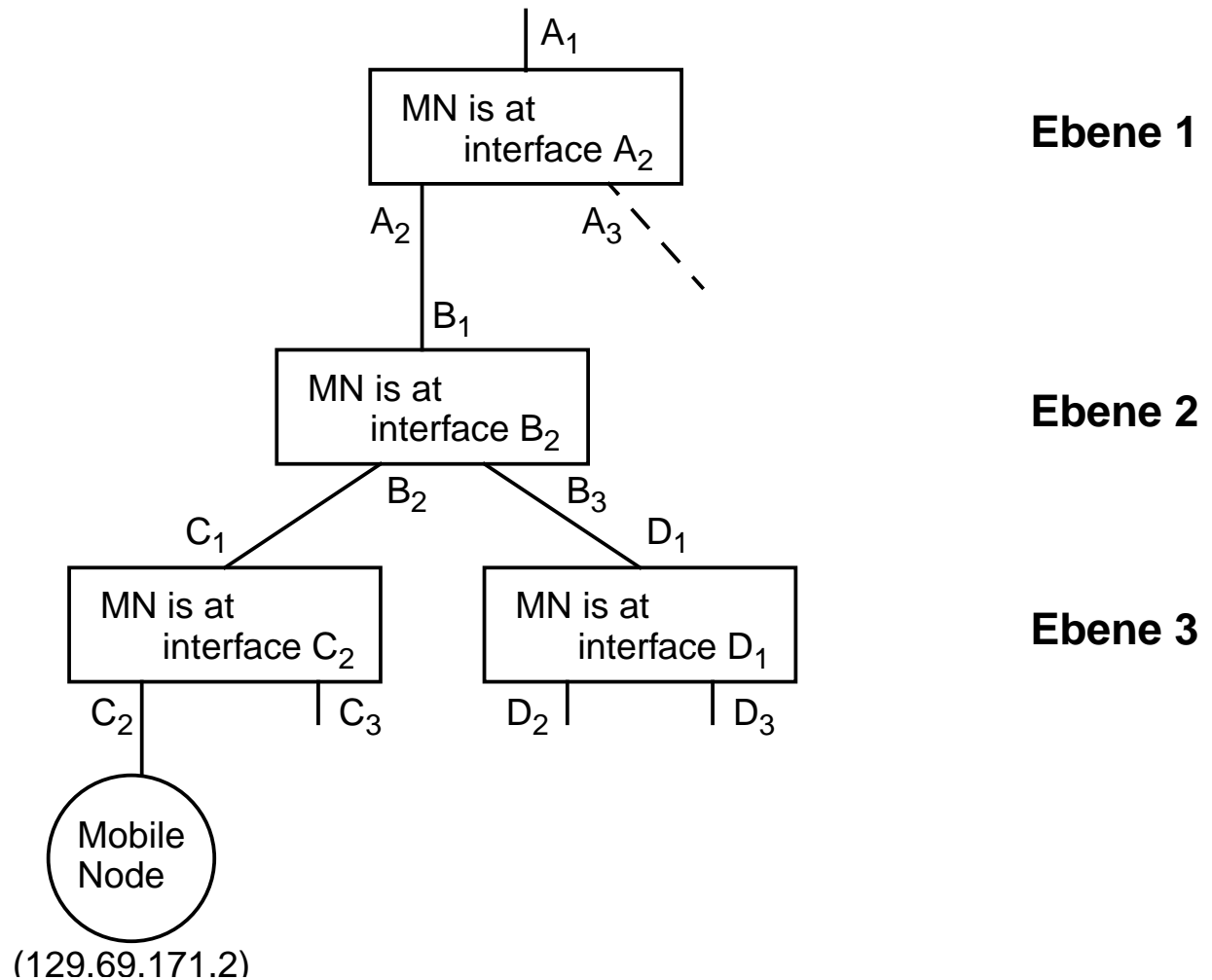


Grundverfahren #1: Änderung der Adresse

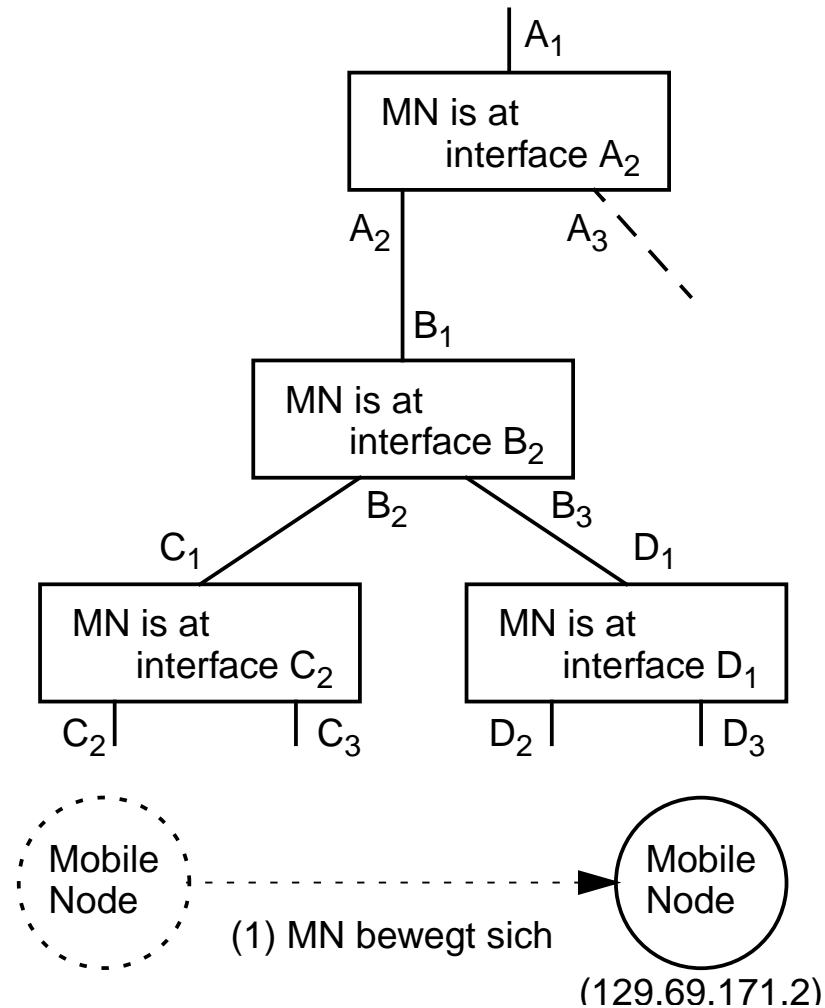


- **Rekonfiguration der Schichten 1 bis n**
- **Betroffen sind die Schichten 1 bis (n+1)**
- **Erste nicht-betroffene Schicht ist die Schicht (n+2)**
- **Pro: gute Skalierbarkeit; Contra: hohe Signalisierungslaufzeiten**

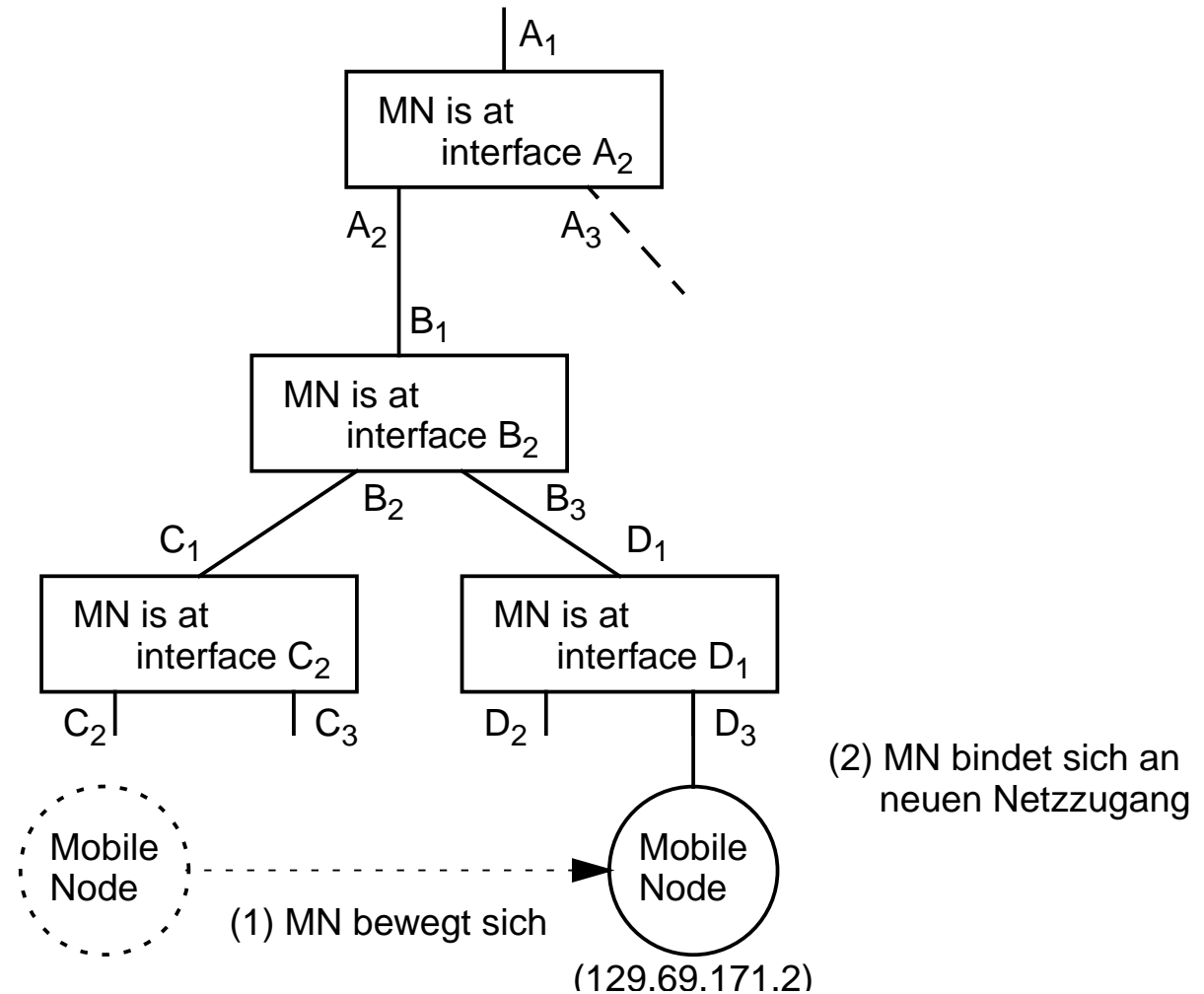
Grundverfahren #2: Änderung der Route



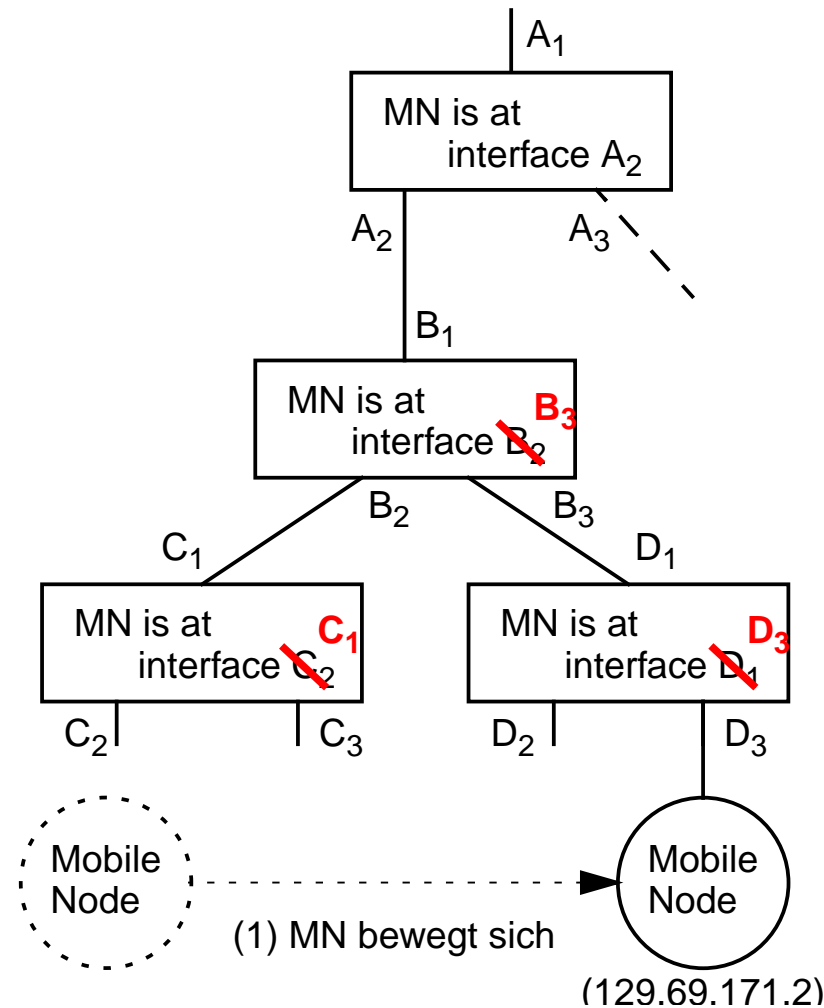
Grundverfahren #2: Änderung der Route



Grundverfahren #2: Änderung der Route



Grundverfahren #2: Änderung der Route



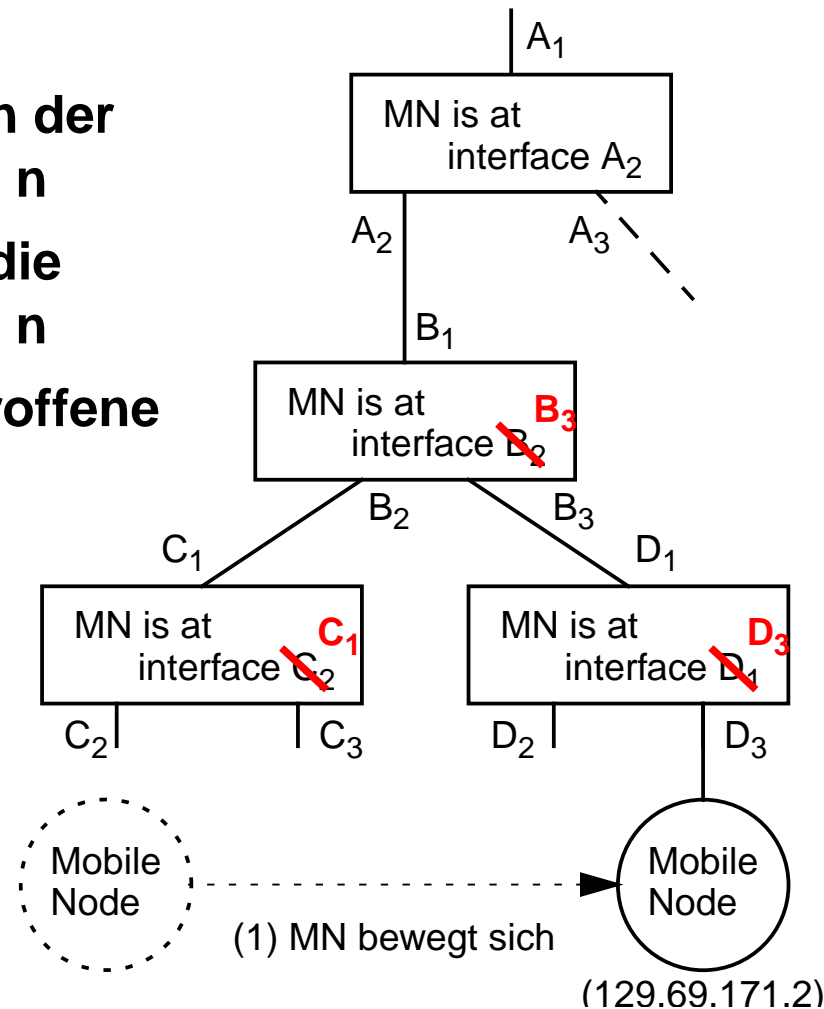
(3) Routing-Änderungen werden aktiviert

(2) MN bindet sich an neuen Netzzugang

(1) MN bewegt sich

Grundverfahren #2: Änderung der Route

- **Rekonfiguration der Schichten 1 bis n**
- **Betroffen sind die Schichten 1 bis n**
- **Erste nicht-betroffene Schicht ist die Schicht (n+1)**



(3) Routing-Änderungen werden aktiviert

(2) MN bindet sich an neuen Netzzugang

(1) MN bewegt sich

- **Pro: lokale Signalisierung; Contra: schlechte Skalierbarkeit**

Architekturen zur Mobilitätsunterstützung

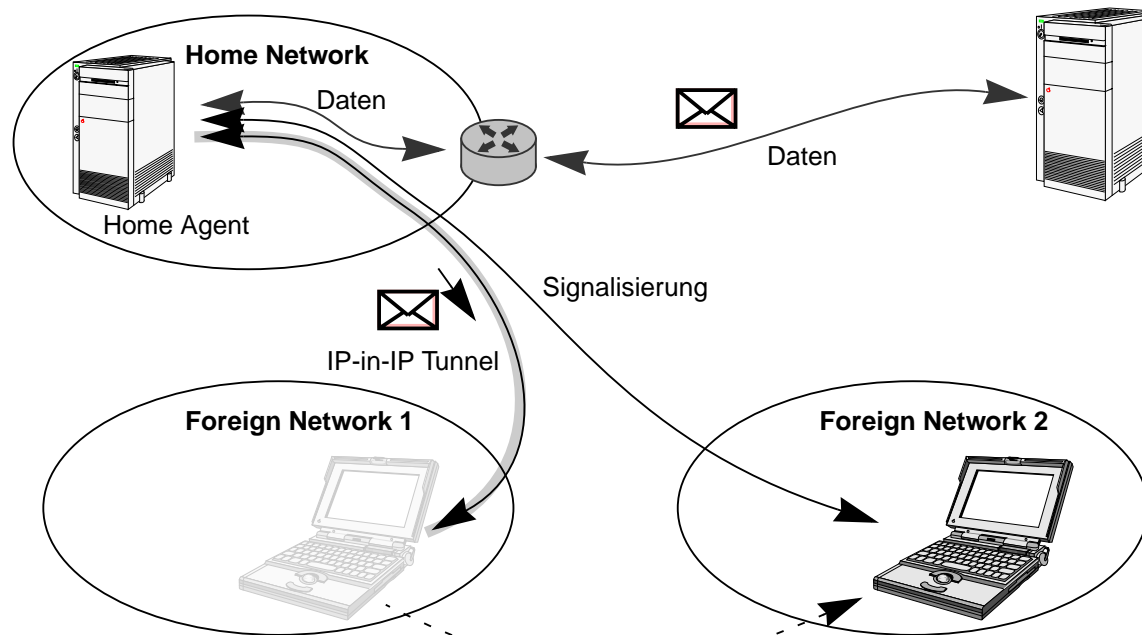


Problem: Abhängige Nummerierung

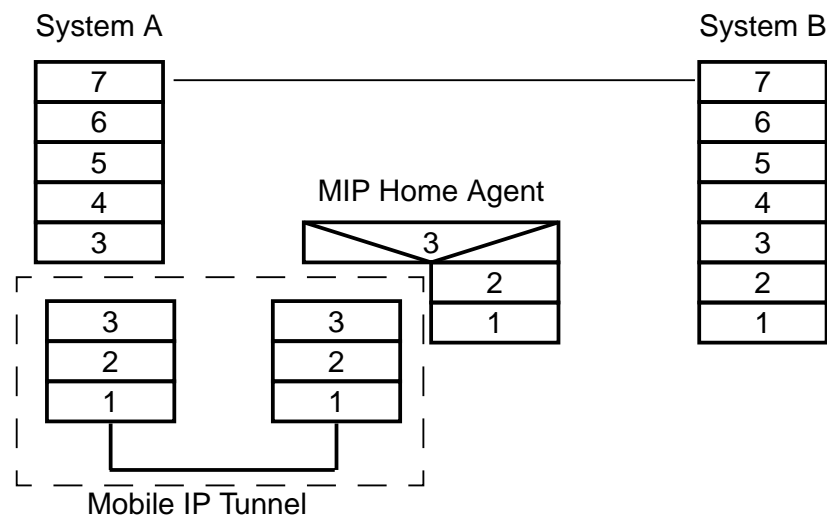
- Bisher nur Nummerierung innerhalb einer Schicht betrachtet
- Nummern werde teilweise aus Nummern tieferer Schichten abgeleitet

P-address:	P-selector, S-selector, T-selector, N-address
S-address:	S-selector, T-selector, N-address
T-address	T-selector, N-address
N-address	N-address
DL-address:	DL-address

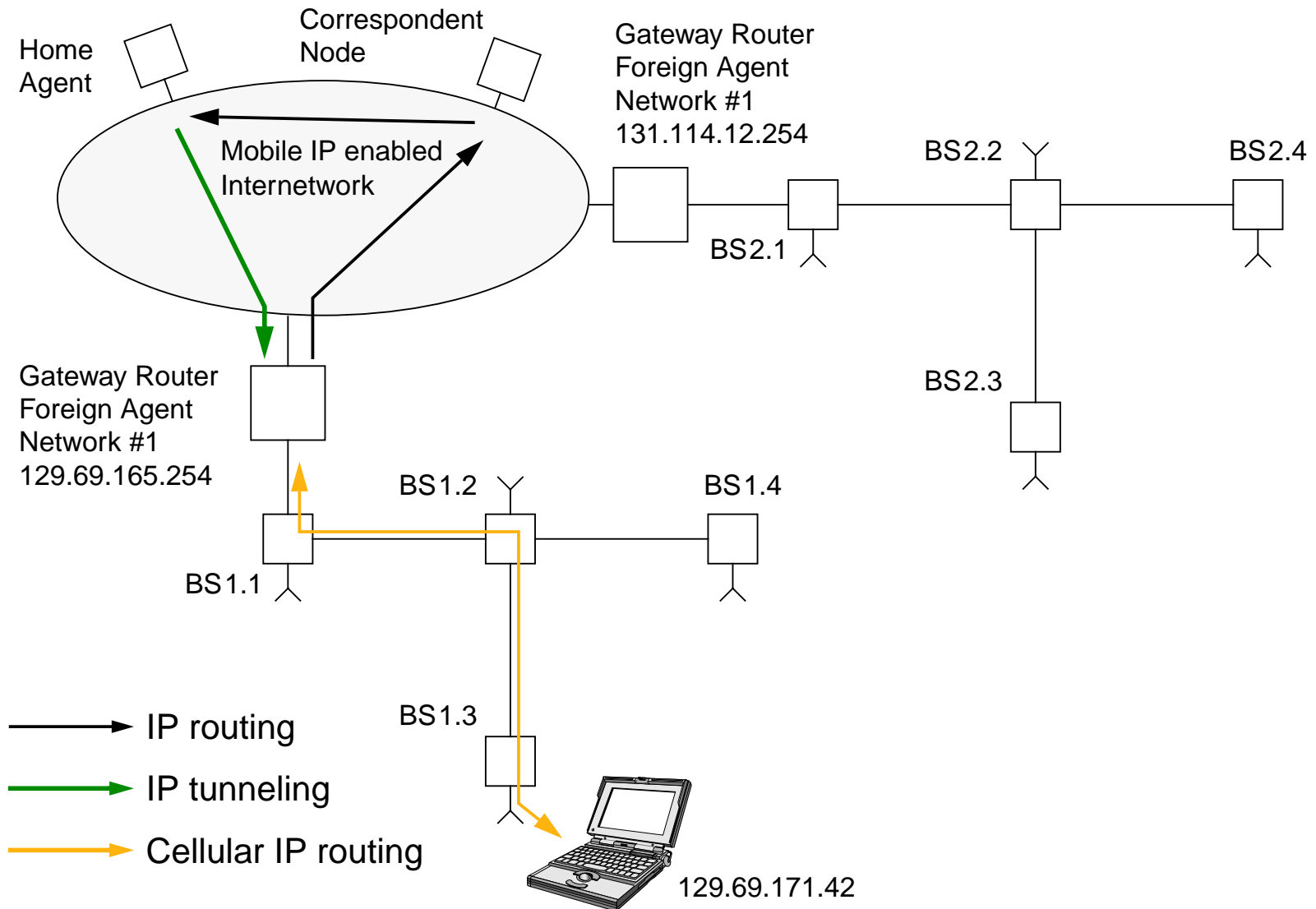
Fazit: Systemrekonfigurationen wirken sich in mehr als einer Schicht des Protokollstapels aus



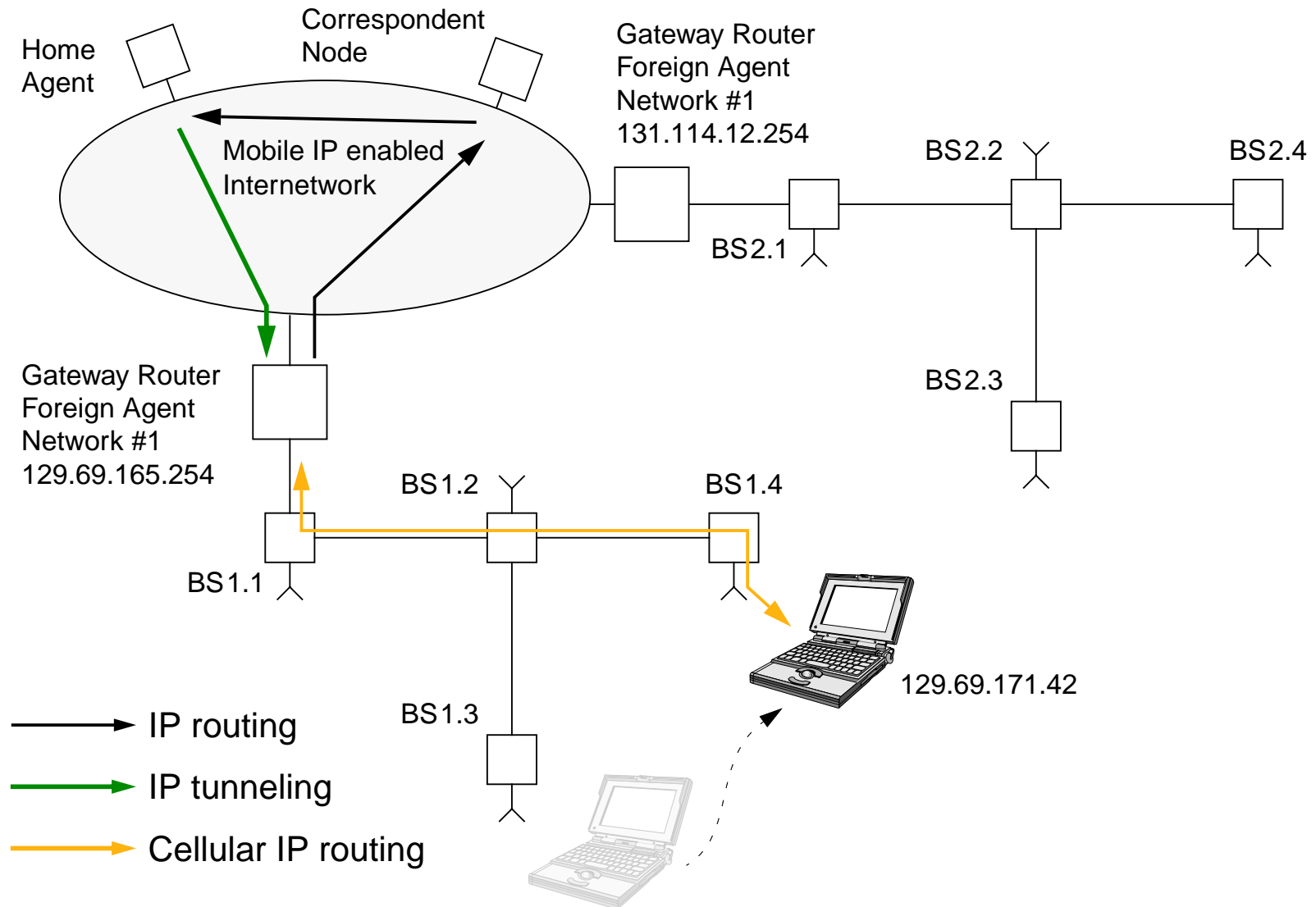
- **Problem:**
Systemrekonfigurationen können sich in mehr als einer Schicht des Protokollstapels auswirken
- **Abhilfe:**
Overlay-Architekturansatz



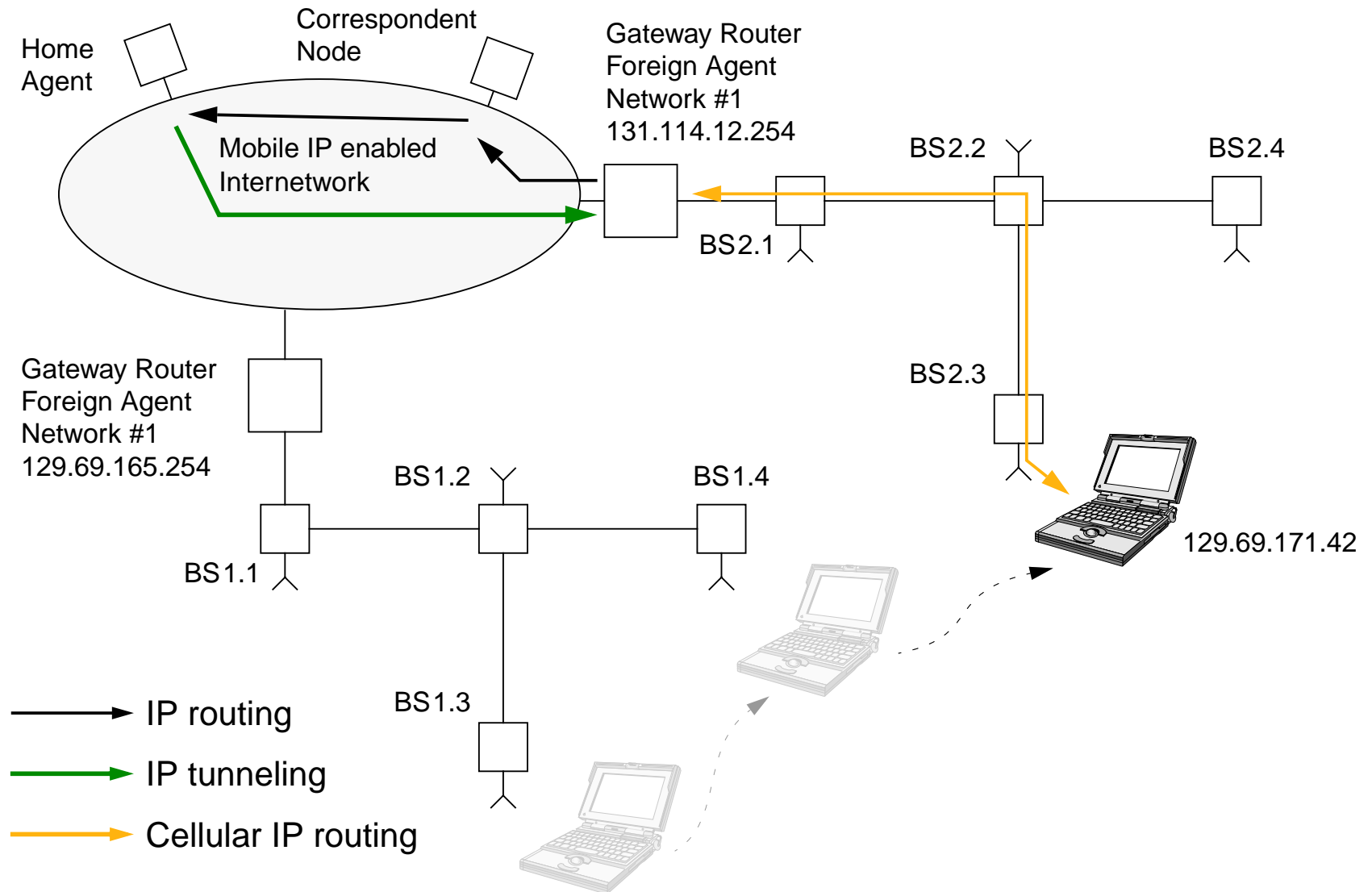
Hierarchische Ansätze



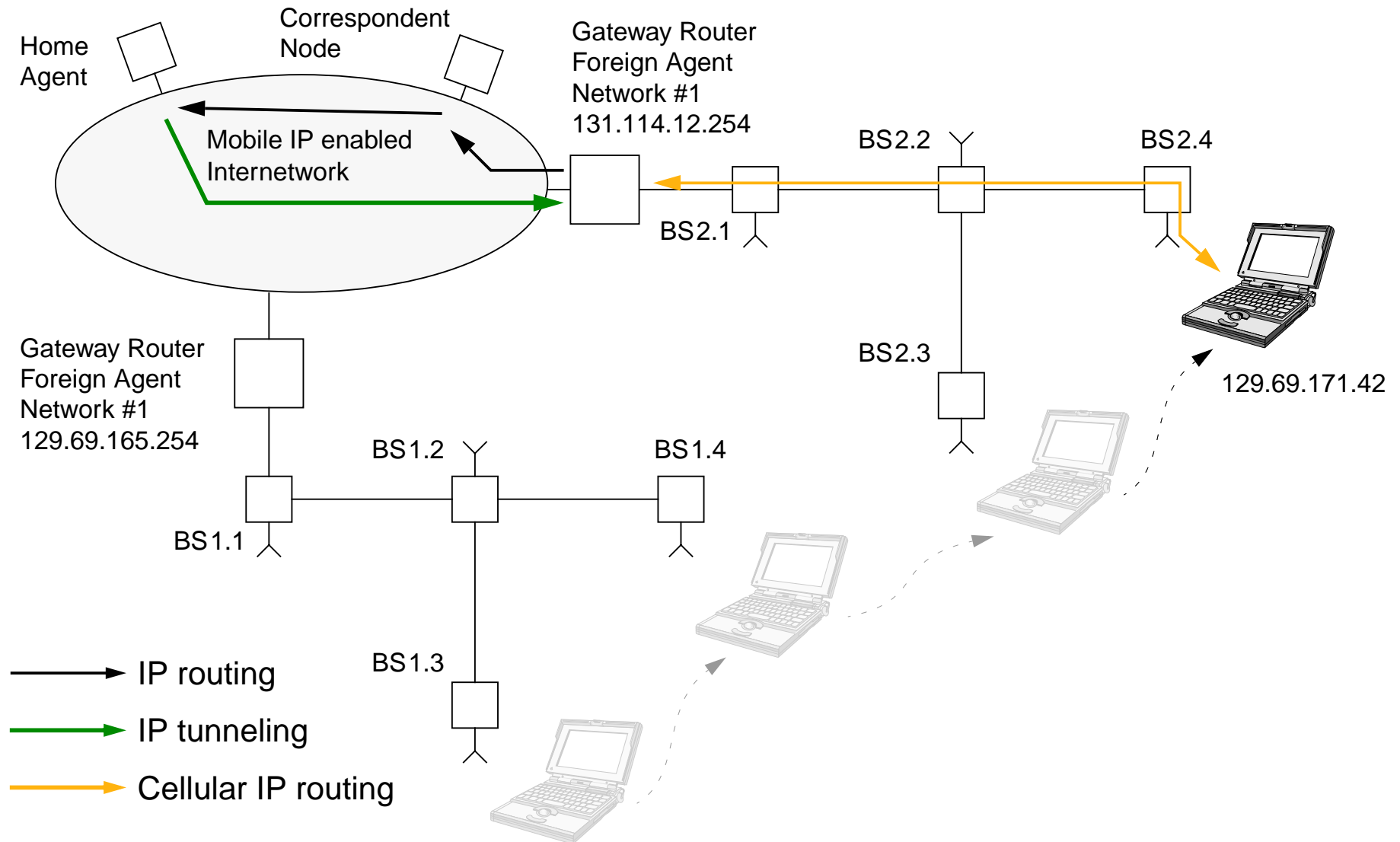
Hierarchische Ansätze



Hierarchische Ansätze

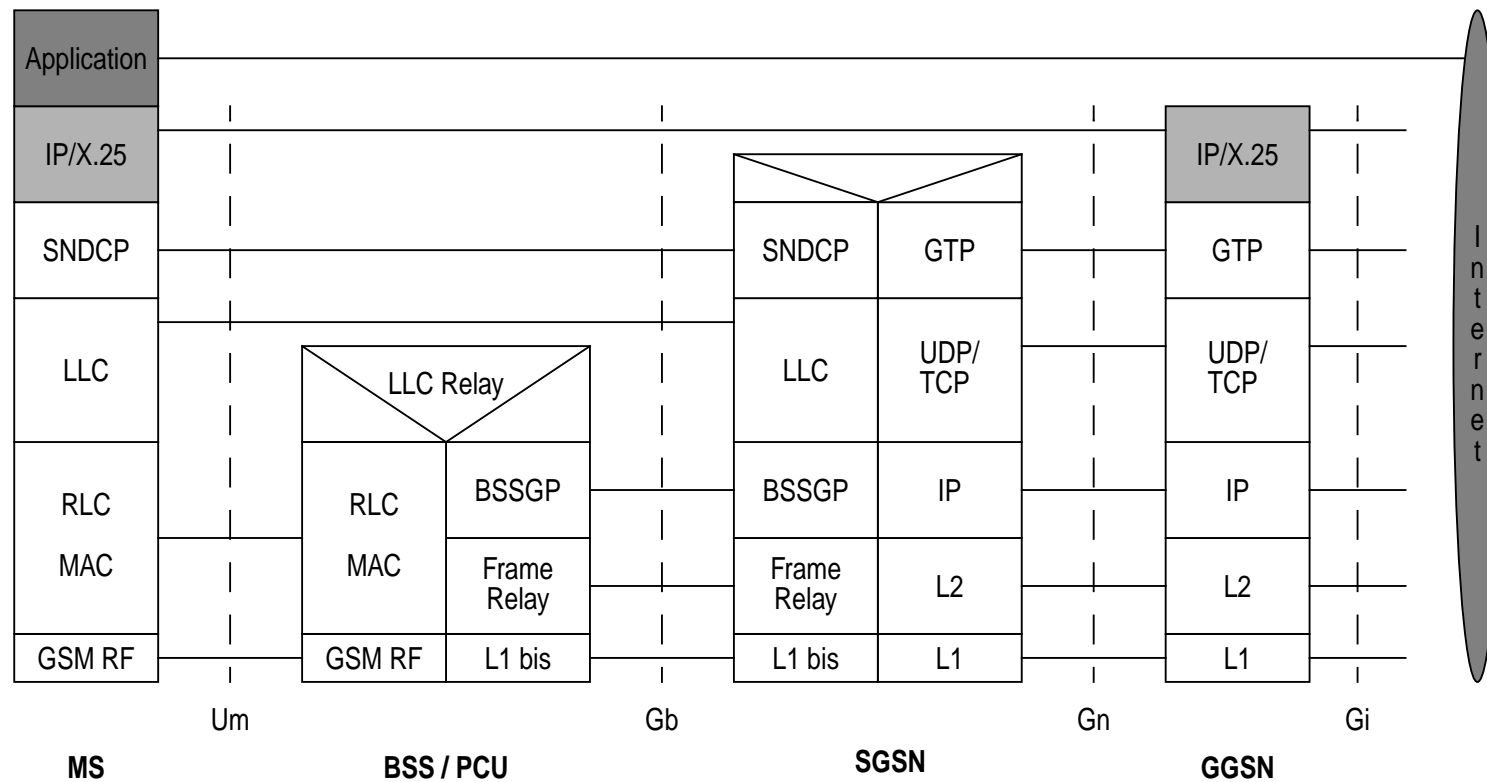


Hierarchische Ansätze



Architekturen zur Mobilitätsunterstützung (3)

- Diverse Kommunikationssysteme zur Unterstützung von Mobilität



LLC: Logical Link Control
 RLC: Radio Link Control
 MAC: Medium Access Control

SNDCP: Subnetwork Dependent Convergence Protocol
 BSSGP: Base Station Subsystem GPRS Protocol
 GTP: GPRS Tunneling Protocol

UDP: User Datagram Protocol
 TCP: Transmission Control Protocol



Zusammenfassung und Ausblick



Zusammenfassung

- **Betrachtet: Grundkonzepte der Mobilitätsverwaltung**
- **Es gibt zwei Formen der Mobilitätsunterstützung: Adress-Änderung, Routen-Änderung**
- **Architekturen für hierarchisch Behandlung von Mobilität (Abwägung Aufwand – Ergebnis möglich)**
- **Mobilitätsunterstützung in verschiedenen Schichten des Protokollstacks möglich, aber immer ähnlich**

Ausblick

- **Weitere Aspekte der Mobilitätsverwaltung**
 - Netzerkennung
 - Handover Konzepte
 - Paging**(können ähnlich betrachtet werden)**

Teil 2: Realisierungsformen der Mobilitätsverwaltung



Mobilitätsformen

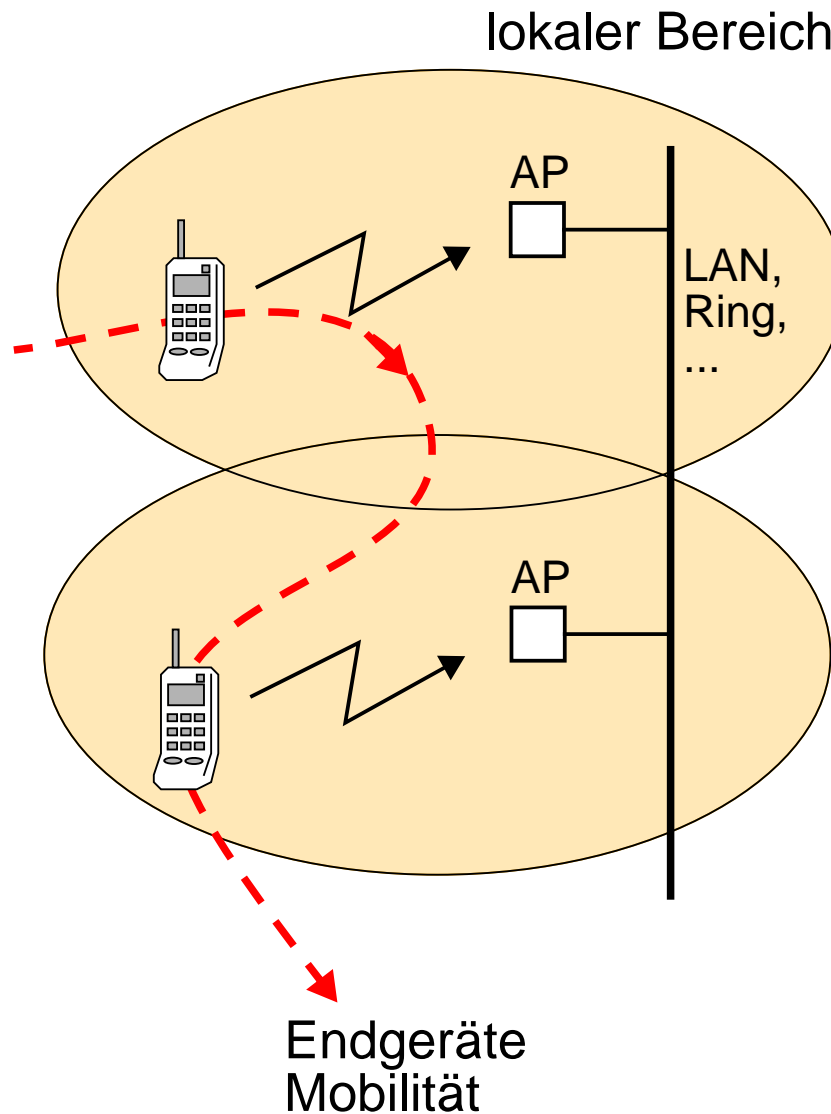
1 Endgeräte-Mobilität

- Konzepte zur lokalen Mobilität
- Konzepte zur globalen Mobilität
- Infrastrukturlose Konzepte

2 Benutzer- und Dienstemobilität

- Personal Communication
- Nomadic Communication
- Dienstvermittlung

Funkzugang



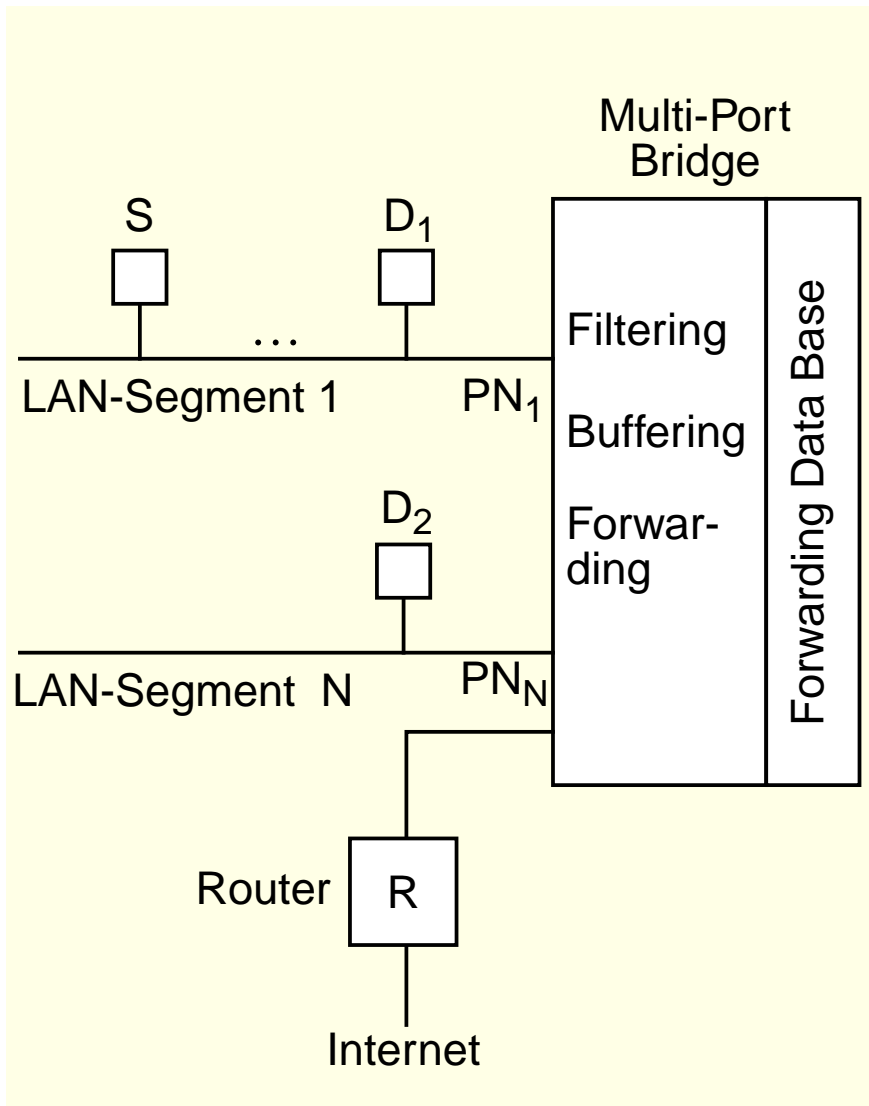
Anwendungsszenarien

- Wireless LAN (WLAN)
- Cordless Telephone (CT)
- Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT)

Merkmale

- Mobilität beschränkt auf lokalen Bereich
 - Hausbereich (CT)
 - Gebäudebereich (DECT-Nebenstellenanlage)
 - HotSpot-Bereich (Telepoint)
- Endgerät (MT) behält seine Netzadresse (Telefonnummer, IP-Adresse)
- Roaming (eigentlich: Handover) möglich, wenn Bewegung in einen vernetzten Nachbarbereich durch zentrales Verzeichnis (WLAN) oder Datenbank-Registrierung (HDB, VDB bei DECT)

Festnetzzugang



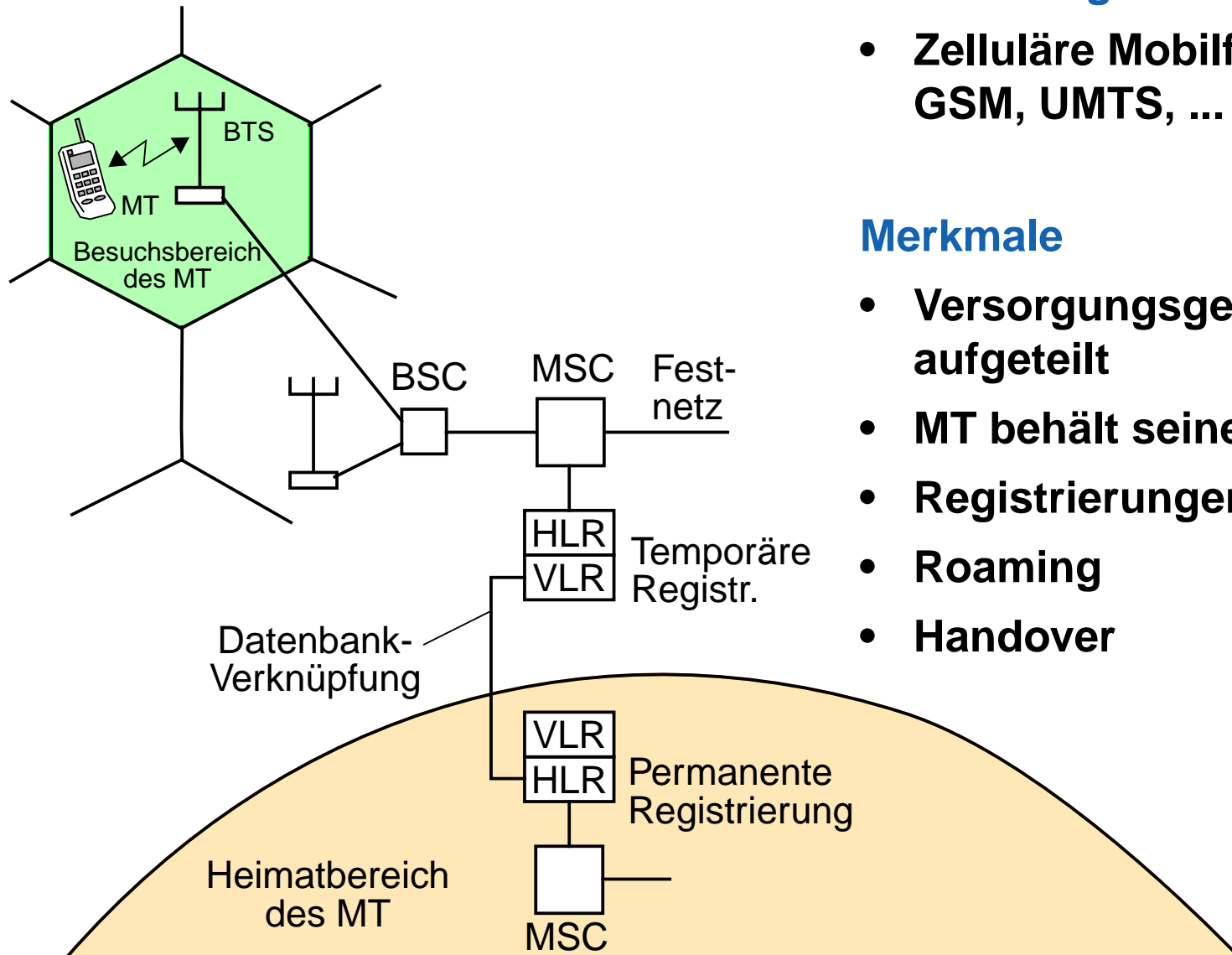
Anwendungsszenario

- **Endgeräte-Mobilität im Intranet (Festnetz)**

Merkmale

- **Feste Endgeräteadressen auf**
 - **Schicht 2 (flache Adresse, 48 bit)**
 - **Schicht 3 (IP-Adresse, 32 bit)**
- **Momentaner Anschluß an einem LAN - Segment wird gelernt und in der FDB die Beziehung EG-Adresse - Port Number verwaltet.**
- **"Plug and Play"**
- **Alterungsmechanismus**

Funknetzzugang



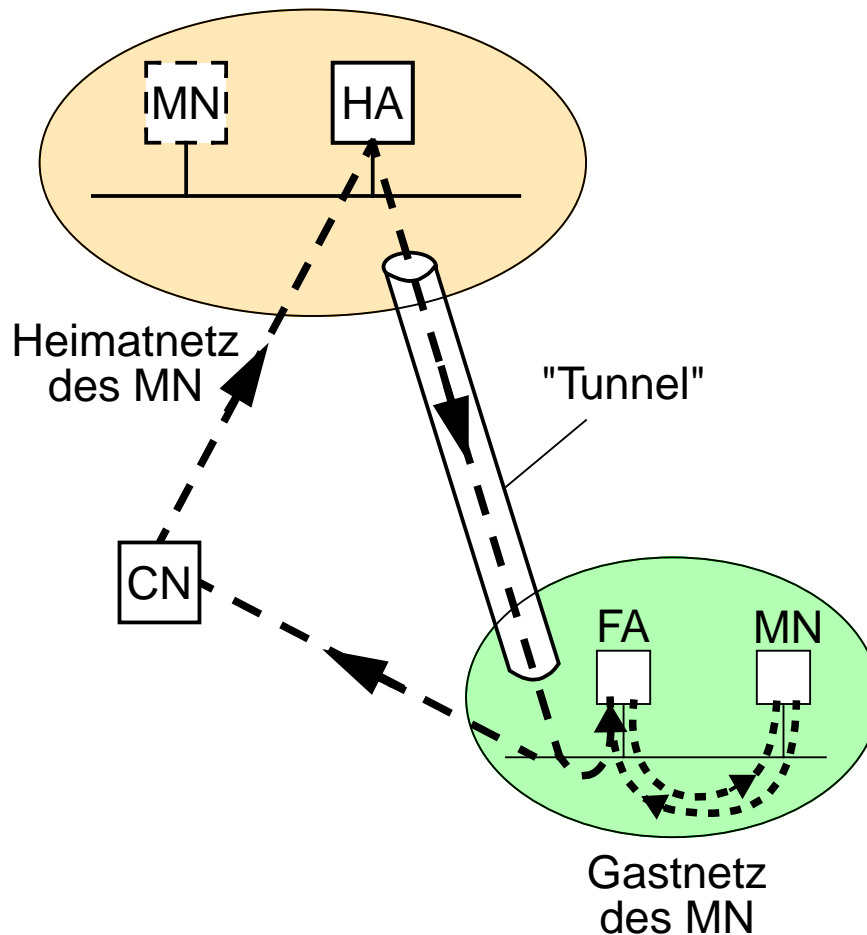
Anwendungsszenarien

- Zelluläre Mobilfunksysteme
GSM, UMTS, ...

Merkmale

- Versorgungsgebiet ist in Zellen aufgeteilt
- MT behält seine Rufnummer
- Registrierungen in HLR, VLR
- Roaming
- Handover

Festnetzzugang



Anwendungsszenarien

- Mobile IP
- Cellular IP

Merkmale (MIP)

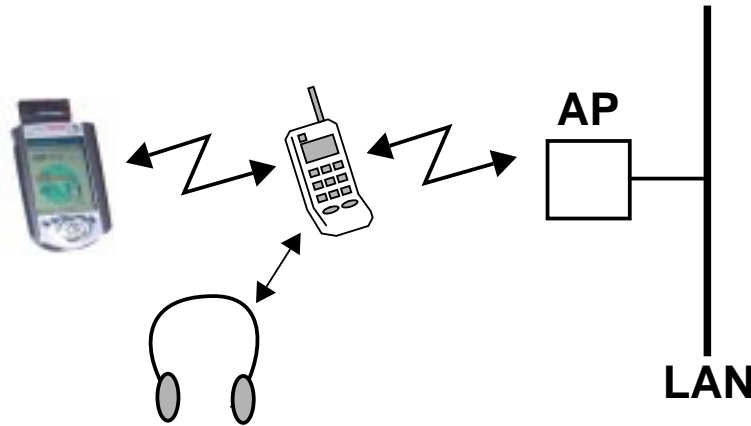
- MN behält seine IP-Adresse
MN erhält eine "Care of Address" (COA)
- Home Agent (Router) kennt COA
- Ankommende Pakete werden über HA an MN gesandt
(Tunneling: Einpacken des IP-Packets mit fester IP-Adresse in IP-Packet mit COA)
- Abgehende Pakete gehen direkt an Zielknoten (CN)
("Triangular Routing")

Cellular IP (CIP)

- MIP zwischen Gateways von Zugangsnetzen (Zellen)
- Weiterleitung im Zugangnetz

Infrastrukturlose Konzepte

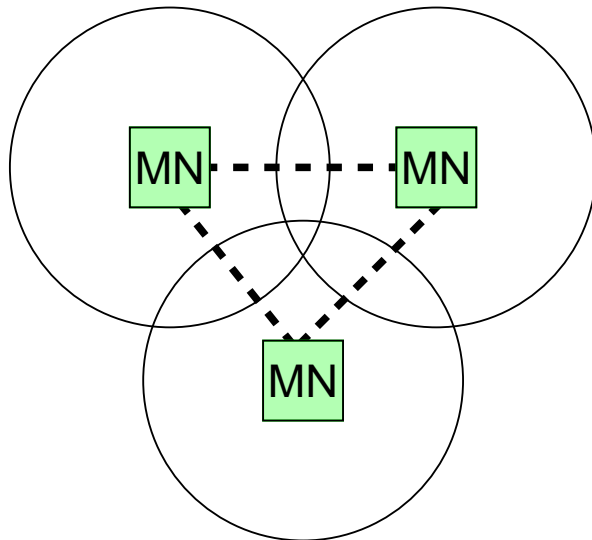
WPAN:



Anwendungsszenarien

- **Wireless Personal Area Networks (WPAN)**
(Infrared, Bluetooth)
- **Ad-hoc Netze**

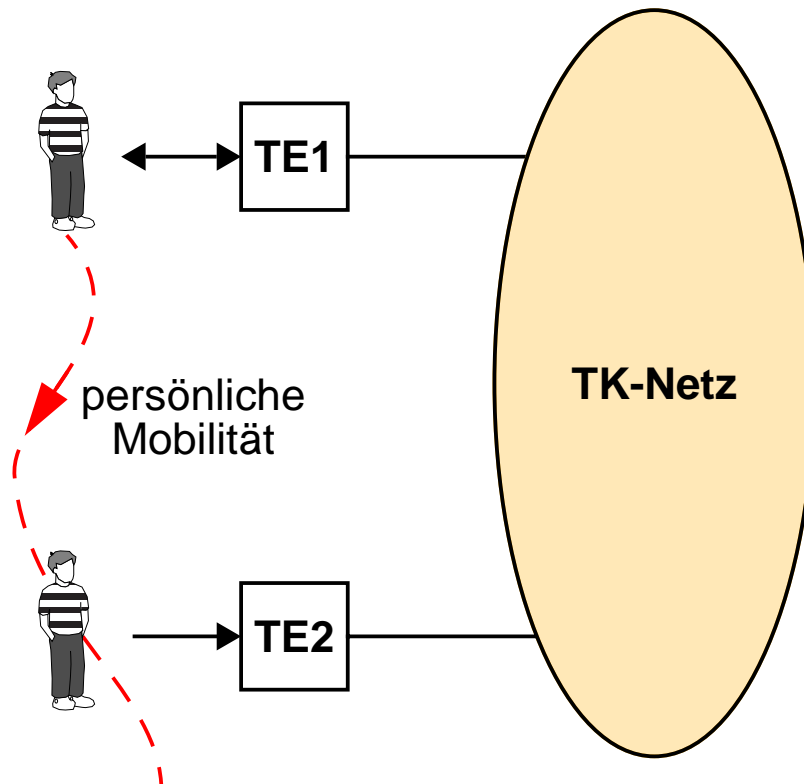
Ad hoc Netz:



Merkmale

- **Spontane Vernetzung**
- **Lokale Funkvernetzung (WPAN)**
- **Vernetzung von MN untereinander (Ad-hoc-Netze)**
 - **Routing-Tabellen in MN**
 - **Periodische Erneuerung der Distanztabellen für Routing**

Personal Communication



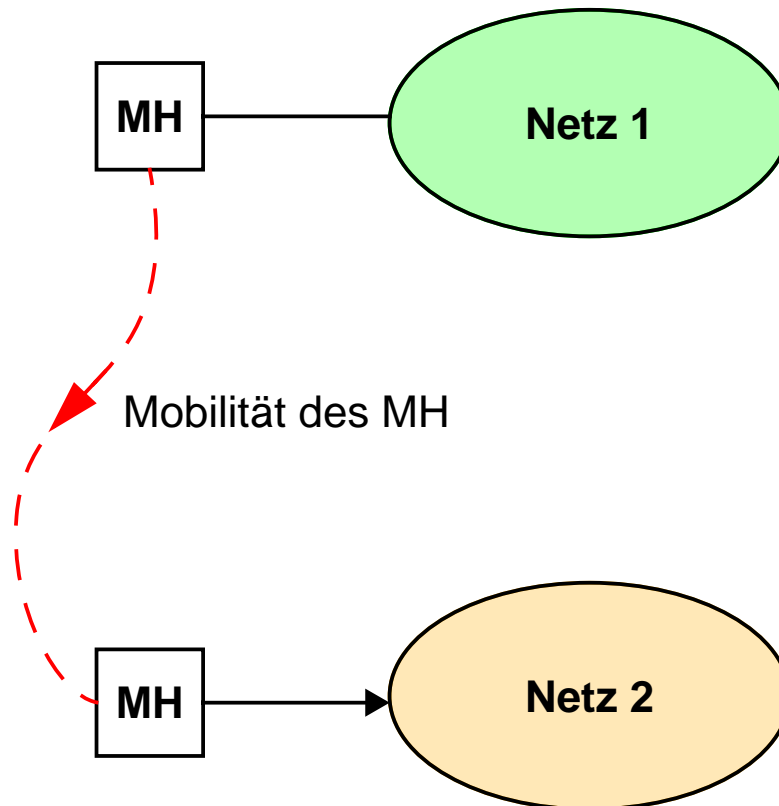
Anwendungsszenario

- **Universal Personal Telecommunications (UPT)**

Merkmale

- **Endgeräte Adressen unverändert**
- **Mobiler Benutzer erhält eine persönliche Rufnummer**
- **Mobiler Benutzer kann jeden vereinbarten Dienst von jedem Endgerät aus nutzen und entrichtet persönlich dafür Entgelt**
- **Realisierung mittels Konzept des Intelligenten Netzes (IN)**
- **Verwaltung des Aufenthaltsortes auf verschiedene Arten möglich.**

Nomadic Communication



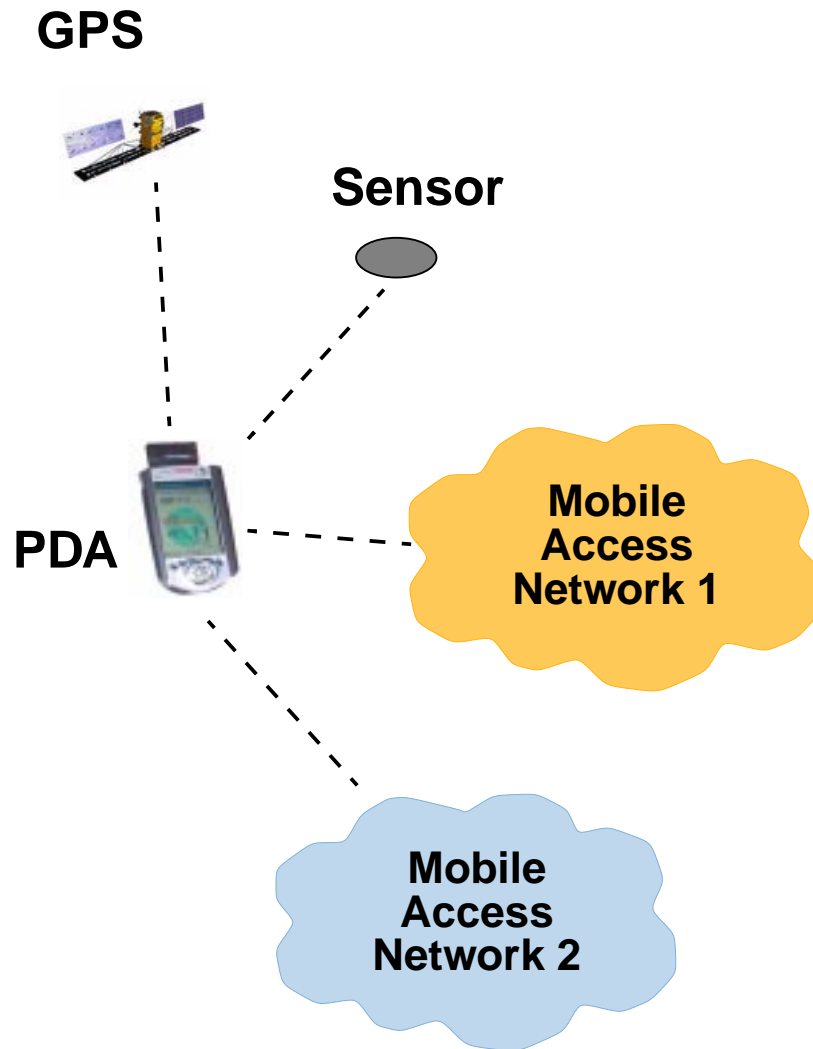
Anwendungsszenarios

- **Nomadic Computing (Communication)**
- **Jini (Sun)**
- **Plug and Play (UPnP, Microsoft)**
- **Service Location Protocol (SLP)**

Merkmale

- **Mobile Host bucht sich in fremdem Netz ein**
- **Nutzung eines Dienstes zur Service Discovery (Agent)**
- **Dienstvermittlung (z.B. Drucken) über einen Verzeichnisdienst (Lookup-Service)**

Orts- und Contextbasierte Dienste



Anwendungsszenarios

- Navigationsunterstützung
- Orts-/Kontextabhängige Auskunft

Merkmale

- Lokationsbestimmung über GPS, Sensors, Eingabe ggfs. zusätzlich durch "Map Matching"
- Zugriff auf unterschiedliche Mobilkommunikationsnetze (WLAN, Bluetooth, GSM, GPRS, UMTS)
- Lokale Ortsverwaltung durch Endgerät
- Zugang zum Internet über Mobile IP
- Geografische Adressierung: Herstellung einer Beziehung zwischen Ort (geogr. Adresse) und Netzadresse

Teil 3: Mobilitätsmodelle



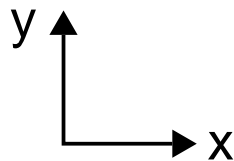
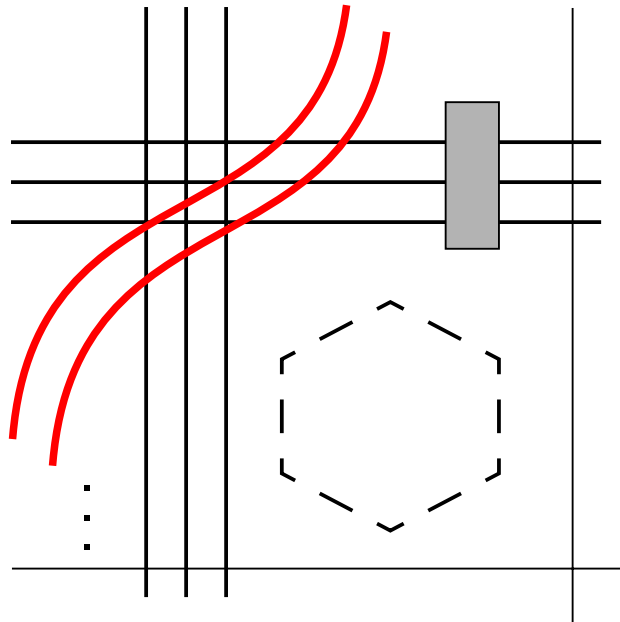
Ziel Modellierung der Mobilität von Endgeräten/Benutzern in 2D / 2.5D / 3D für die Simulation von (Kommunikations-) Szenarien

Modell-Typen:

- Verteilung der Gesamtheit von Endgeräten/Benutzern in 2D / 2.5D (statisch)
- Bewegungsmodelle der Gesamtheit von Endgeräten/Benutzern
- Bewegungsmodelle von individuellen Endgeräten/Benutzern
- Mehrdimensionale Quellmodelle (Bewegung + Feldstärke + Kommunikationsaktivität)

Verteilung der Gesamtheit von Endgeräten/Benutzern (2D)

(ohne/mit Bewegungsmodell)



Digitale Karte:

- Rasterung der Fläche (quadratisch, triangular, ...)
- Übergeordnete Infrastruktur, wie z.B.
 - hexagonale Zellstruktur
 - Ausschlußgebiete
 - Verkehrsadern

Mobilitätsmodell:

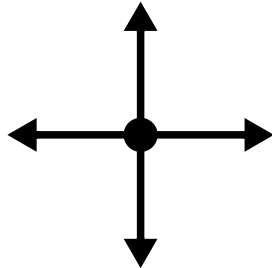
- Verteilung der EG/Ben. in der Fläche (statisch)
 - deterministisch
 - statistisch
- Bewegungsmodell der EG/Benutzer
 - Geschwindigkeitsvektor
z.B. 2 Klassen: Fahrzeuge, Fußgänger
 - Driftmodelle für Gesamtheit der EG/Benutzer
 - Vorhersagemodelle

Verkehrsmodell

- Erzeugung von Nachrichtenverkehr in Abhängigkeit von Ort (Raum), Kontext und Zeit

Bewegungsmodelle

Bewegung von Individuen nach einem 2-dimensionalen Random Walk



- Bewegung in eine von 4 Richtungen während Δt
- Beschreibung mit 2-dimensionaler Markoff-Kette
Übergangswahrscheinlichkeits-Matrix $Q = (q_{ij})$
- Übergangswahrscheinlichkeit abhängig von Bewegung im vorausgegangenen Zeitintervall
- Rand-Bedingungen

Bewegung nach Flüssigkeits-Modellen (Fluid-Flow)

$N(x, t)$ Anzahl noncalling vehicles zur Zeit t am Ort x

$Q(x, t)$ Anzahl calling vehicles zur Zeit t am Ort x

Zusammenhänge beschrieben durch partielle Differentialgleichung 2. Ordnung