

# Anbindung von heterogenen Ad hoc Netzwerken an das Internet

Ad hoc, Sensor and Mesh Networking: New Opportunities for Wireless Communication

Nico Bayer  
Nico.Bayer@iem.fh-friedberg.de

Bangnan Xu  
Bangnan.Xu@t-systems.com

ITG Workshop  
FA 5.2.4 „Mobilität in IP basierten Netzen“  
10. Februar 2005, München

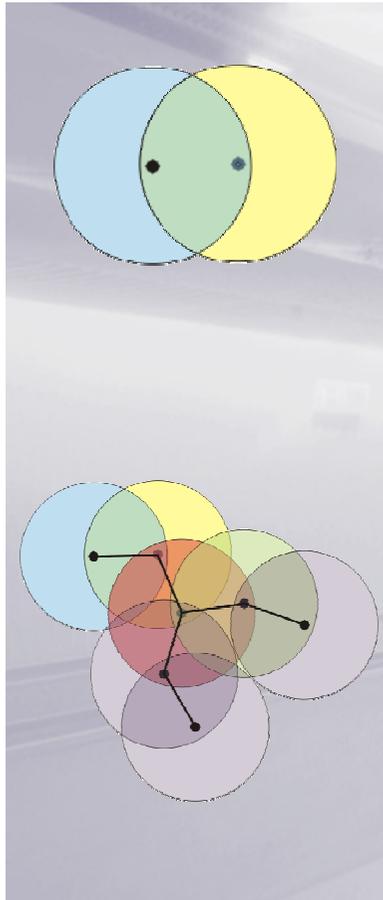
# Anbindung von heterogenen Ad hoc Netzwerken an das Internet

## Inhalt

- Überblick über Ad hoc Netzwerke
- Routing in Ad hoc Netzwerken
- Anbindung von heterogenen Ad hoc Netzwerken an das Internet
  - Gateway als Schnittstelle zwischen den Netzen
    - Lösung mit „Wireless Gateway“
    - Lösung mit „Mobile Gateway“
    - Lösung mit „Ad hoc Gateway“
  - Gateway Discovery
  - Adressierung
  - Mobilität der Ad hoc Knoten
- Geschäftsmodell für eine geschlossene Ad hoc Gruppe

# Ad hoc Netzwerke

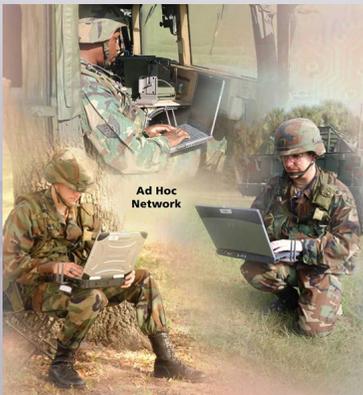
## Was ist ein Ad hoc Netzwerk?



- Ausschließlich von drahtlosen und mobilen Geräten gebildete Netze
  - Handys, Laptops, PDAs, ...
- Basiert auf keiner Infrastruktur, Endgeräte organisieren sich selbst
  - Keine zentralen Einheiten wie z.B. Basisstationen/Access Points, Backbone
- Paketbasierte Vermittlung
- Routen zwischen zwei Geräten können mehrere Hops lang sein
  - Singlehop immer möglich
  - Multihop nur durch den Einsatz entsprechender Routingprotokolle möglich
- Jedes Gerät ist Endgerät und gleichzeitig Router
- Dynamische Topologie
  - Dadurch ergeben sich besondere Anforderungen an die Routingprotokolle
- Aktuelle Forschungsgebiete: Routing, QoS, Multicast-Routing, Autokonfiguration, Integration mit Festnetz, Sicherheit, ...

# Ad hoc Netzwerke

## Vorteile und Anwendungen



- Vorteile von mobilen Ad hoc Netzwerken
  - Kostengünstiger Aufbau von Netzwerken (z. B. mit IEEE 802.11 Equipment)
  - Robuster gegenüber Ausfall von Komponenten, da viel Redundanz vorhanden ist
  - Sendeleistung kann im Vergleich zu Infrastruktur basierten Netzen geringer sein
- Zivile Anwendungen
  - Spontaner Netzbetrieb (Konferenzen, Meetings, Universitätscampus, Unternehmen)
  - Rettungseinsätze in Katastrophengebieten (zerstörte Infrastruktur)
  - Sensornetzwerke
  - Hausvernetzung
  - Fahrzeugkommunikation (FleetNet)
  - Personal Area Networks (z. B. Handy, Kamera, Drucker, Laptop, ...)
  - Handy zu Handy Kommunikation
- Militärische Anwendungen
  - Kommunikation zwischen Verbänden im Einsatz (Soldaten, Panzer, Flugzeuge, ...)

# Ad hoc Netzwerke

## Eigenschaften

- Hoch dynamische Netztopologie
  - Mobilität der Geräte
  - Sich verändernde Eigenschaften des drahtlosen Kanals (Fading)
  - Partitionierung und Zusammenschlüsse von Ad-hoc-Netzen möglich
- Asymmetrische/Unidirektionale Verbindungen
  - Verbindungsqualität kann in beiden Richtungen stark unterschiedlich sein
- Drahtloses Medium
  - Versteckte Endgeräte
- Begrenzte Batterieleistung der mobilen Geräte
- Begrenzte Bandbreite
- Zeitliche Synchronisation der Geräte schwierig (z. B. periodisches Schlafen)
- Sicherheitsmechanismen schwierig anzuwenden
  - Abhören des drahtlosen Kanals
  - Pakete werden bei multihop Routen von Zwischenrechnern bearbeitet

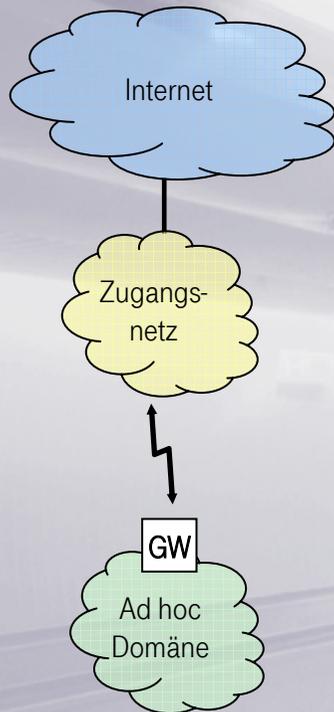
# Routing in Ad hoc Netzwerken

## Herausforderungen

- Routing dient dem Austausch von Datenpaketen in einem Netzwerk
- Festnetz basierte Routingprotokolle sind für statische Szenarien ausgelegt und aufgrund der besonderen Eigenschaften der Ad hoc Netzwerke in diesem Bereich nicht einsetzbar
- Routingprozess besteht aus 2 Vorgängen
  - Finden des optimalen Pfades durch das Netz
  - Dem tatsächlichen Austausch von Paketen über diesen Pfad
- Pfadsuche wird durch verschiedene Algorithmen realisiert
  - Unterteilung: proaktiv, reaktiv, hybrid
- Anforderungen
  - Loop-free, Unicast, Multicast, Bidirectional, QoS, Security, ...
- Probleme
  - Pfade können nicht funktionieren
  - Periodische Updates verbrauchen Bandbreite und Energie
  - Änderungen in der Topologie können zu dynamisch sein

# Anbindung von Ad hoc Netzwerken an das Internet

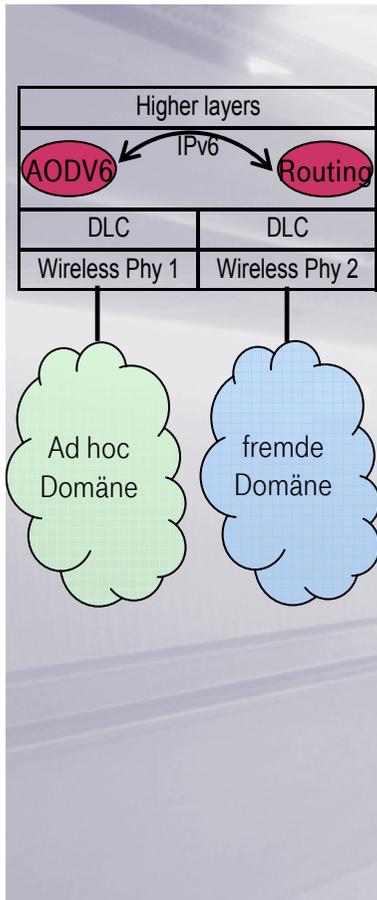
## Internetzugang im Ad hoc Netz



- Nicht alle Anwendungen für Ad hoc Netzwerke sind auf die interne Kommunikation beschränkt
- Viele Szenarien verlangen auch nach einer Verbindung zu externen Netzen (z. B. Internet)
  - Teilnehmer einer Konferenz wollen untereinander Dokumente austauschen aber auch Emails verschicken
  - Bei der Hausvernetzung ist eine Verbindung in das Internet gewünscht
- **Problematik:**
  - Die verschiedenen Domänen nutzen unterschiedliche Übertragungsstandards (z. B. WLAN <--> Ethernet) und Routingprotokolle (z. B. AODV <--> OSPF) – Gateway (GW) als Schnittstelle
  - Ein Gateway Discovery Mechanismus wird benötigt – finden einer Route zum Gateway
  - Die Ad hoc Rechner benötigen eine topologisch korrekte Adresse – automatische Adresskonfiguration in multihop Umgebungen
  - Mobile IP auf den Ad hoc Rechnern, um eine erweiterte Mobilität zu ermöglichen

# Anbindung von Ad hoc Netzwerken an das Internet

## Gateway als Schnittstelle zwischen den Domänen



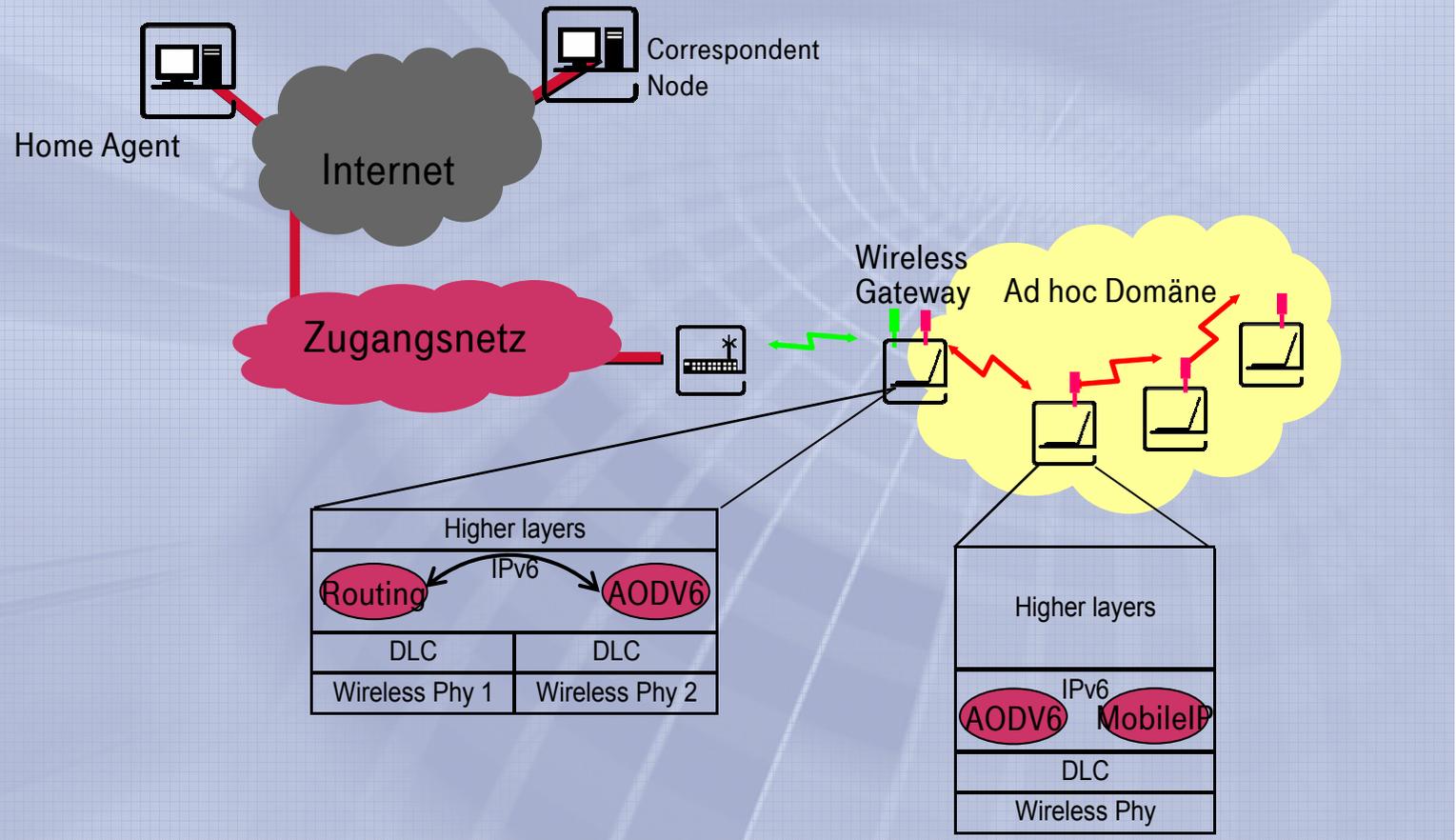
- Unterschiedliche Domänen basieren auf unterschiedlichen Standards und Protokollen
- Der Gateway fungiert als Schnittstelle und verbindet das Ad hoc Netzwerk mit externen Netzen (z. B. Internet)
- Gateway routet Pakete zwischen den beiden Netzen
- Gateway benötigt die verwendeten Standards und Protokolle der beiden Netze, um eine Umsetzung durchführen zu können
  - Gateway besitzt mehrere Protokoll Stacks für die Umsetzung
  - Auf der Ad hoc Seite zum Beispiel AODV und WLAN (Ad hoc Modus)
  - Auf der Seite des Zugangnetzwerkes zum Beispiel WLAN (Infrastruktur Modus) oder UMTS
- Bei dem Einsatz von QoS muss auch eine entsprechende Umsetzung stattfinden
  - z. B. von SWAN im Ad hoc Netz auf DiffServ im Zugangnetz

# Anbindung von Ad hoc Netzwerken an das Internet

## Lösung mit Wireless Gateway

### Wireless Gateway:

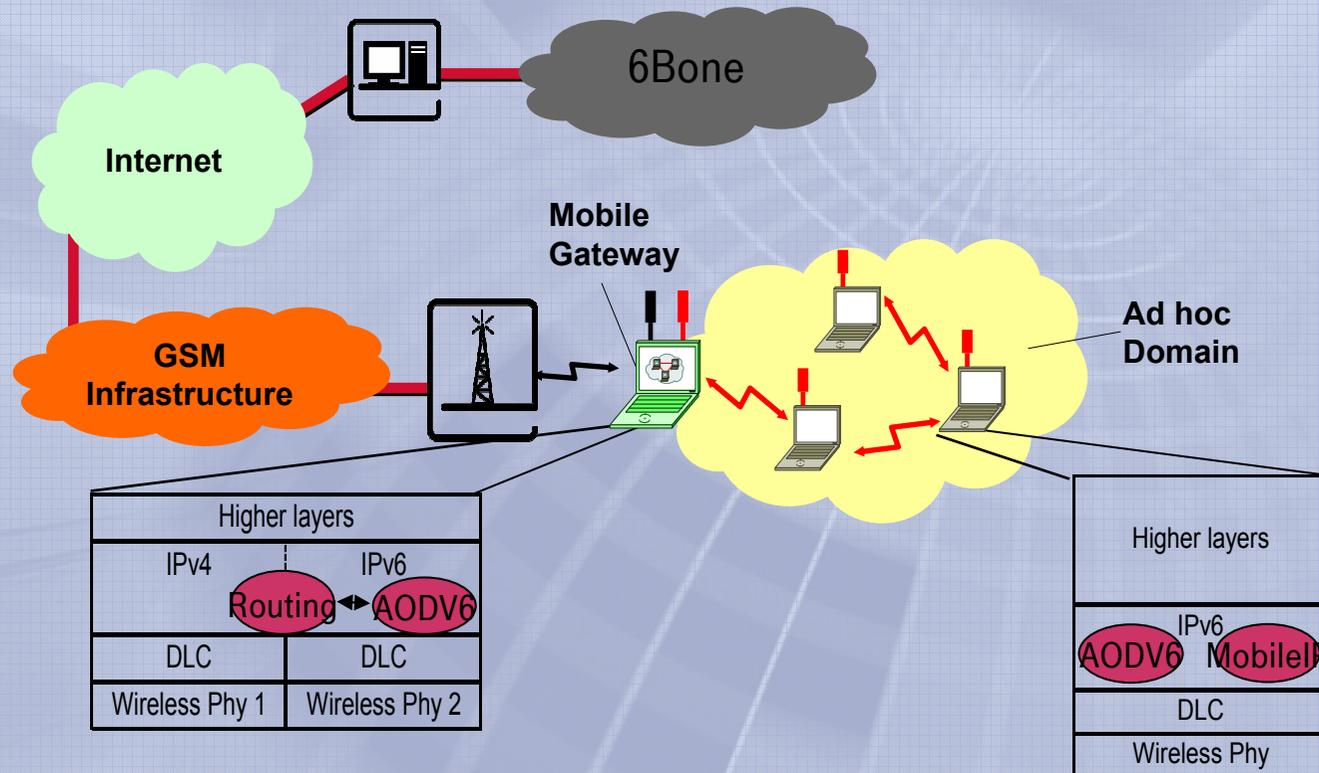
- Anbindung über stationäre Zugangsnetze (z. B. Hotspot, Firmennetz)
- Mobilität des Netzwerkes eher gering
- MobileIP ermöglicht Mobilität der Ad hoc Rechner



# Anbindung von Ad hoc Netzwerken an das Internet Lösung mit Mobile Gateway

## Mobile Gateway:

- Anbindung über zellulare Mobilfunknetze (z. B. GPRS, UMTS)
- Mobilität des gesamten Netzwerkes möglich
- MobileIP auf den Ad hoc Rechnern für erweiterte Mobilität

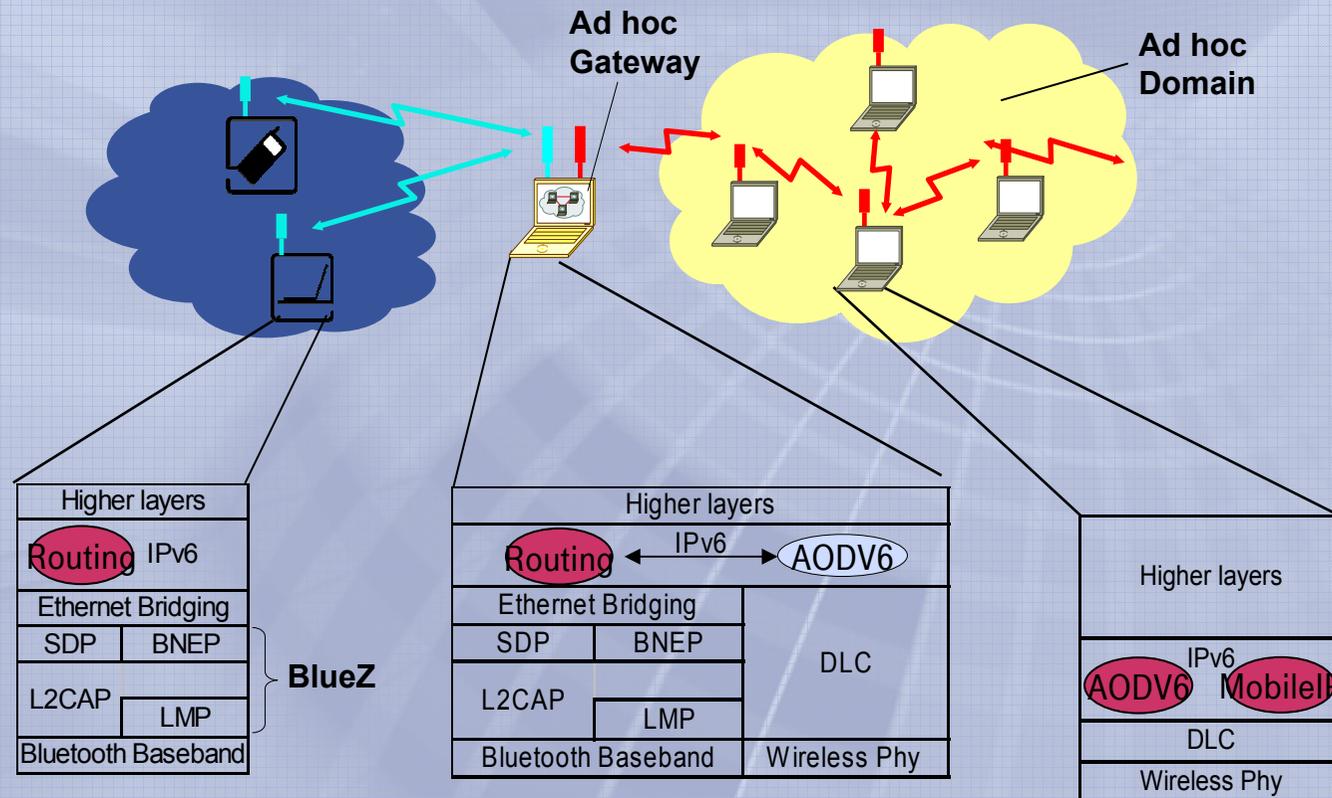


# Anbindung von Ad hoc Netzwerken an das Internet

## Verbindung heterogener Ad hoc Netze

### Ad hoc Gateway:

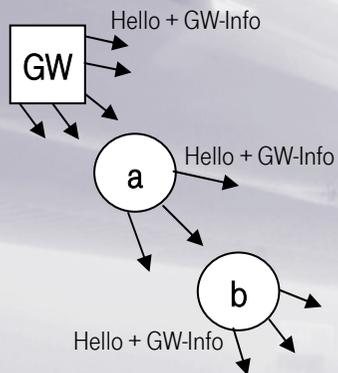
- Anbindung heterogener Ad hoc Netzwerke (z. B. IEEE 802.11, Bluetooth, Infrarot)



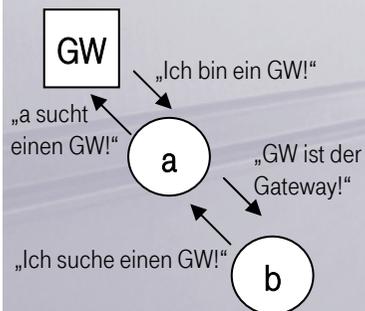
# Anbindung von Ad hoc Netzwerken an das Internet

## Gateway Discovery

### Proaktiv:



### Reaktiv:

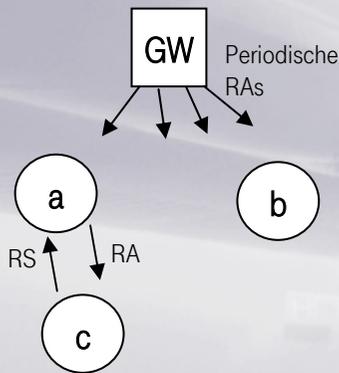


- Um Zugang zu einem externen Netzwerk (Internet) zu bekommen benötigt ein Ad hoc Rechner die Route zu einem Gateway
- Mit Hilfe des Gateway Discovery Mechanismus kann diese Route gesucht und aufgebaut werden
- Für die Realisierung ist eine Erweiterung des Routingprotokolls notwendig
  - Proaktiv – Route wird zu jedem Zeitpunkt zur Verfügung gestellt – mehr Overhead weniger Verzögerung
  - Reaktiv – Route wird nur bei Bedarf gesucht – weniger Overhead mehr Verzögerung
  - Hybrid – Mischung aus den beiden oberen Ansätzen
- Unterscheidung zwischen internen und externen Rechnern
  - IP Adresse ist nicht sinnvoll bei flat-routing
  - Zuerst Suche im lokalen Netzwerk - Verzögerung
  - Tabelle auf dem Gateway mit allen internen Rechnern – schwierig zu realisieren

# Anbindung von Ad hoc Netzwerken an das Internet

## Adressierung im Ad hoc Netz

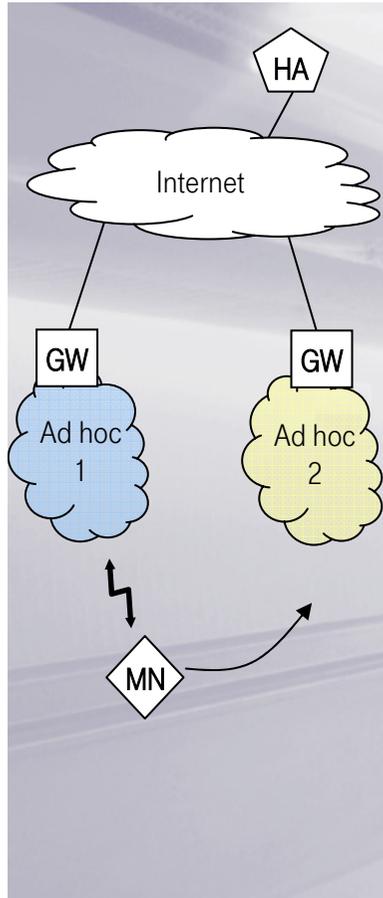
### Stateless:



- Adressierung in Ad hoc Netzwerken ist nicht hierarchisch
  - Routing innerhalb von Ad hoc Netzwerken ist immer möglich, egal welche Adressen verwendet werden
  - Rechner spezifische Routen werden verwendet
- Bei interner Kommunikation spielen die Adressen keine Rolle solange sie eindeutig sind
- Bei externer Kommunikation allerdings wird eine topologisch korrekte, routbare und eindeutige Adresse benötigt
- Autokonfiguration für IP Adressen in Ad hoc Netzwerken notwendig
- Gateway als zentrale Einheit für die automatische Adressenkonfiguration
- Stateless Autokonfiguration mit dem „IPv6 Router Discovery“ Mechanismus
  - Router Discovery Mechanismus muss für multihop Umgebungen angepasst werden
  - Ad hoc Rechner die bereits konfiguriert sind, dürfen auch Router Advertisements (RA) verschicken
- Stateful Autoconfiguration mit „DHCPv6“ Protokoll
  - DHCPv6 Protokoll muss für den Einsatz in multihop Umgebungen angepasst werden
  - Verwendung von temporären und multicast Adressen

# Anbindung von Ad hoc Netzwerken an das Internet

## Mobilität der Ad hoc Knoten



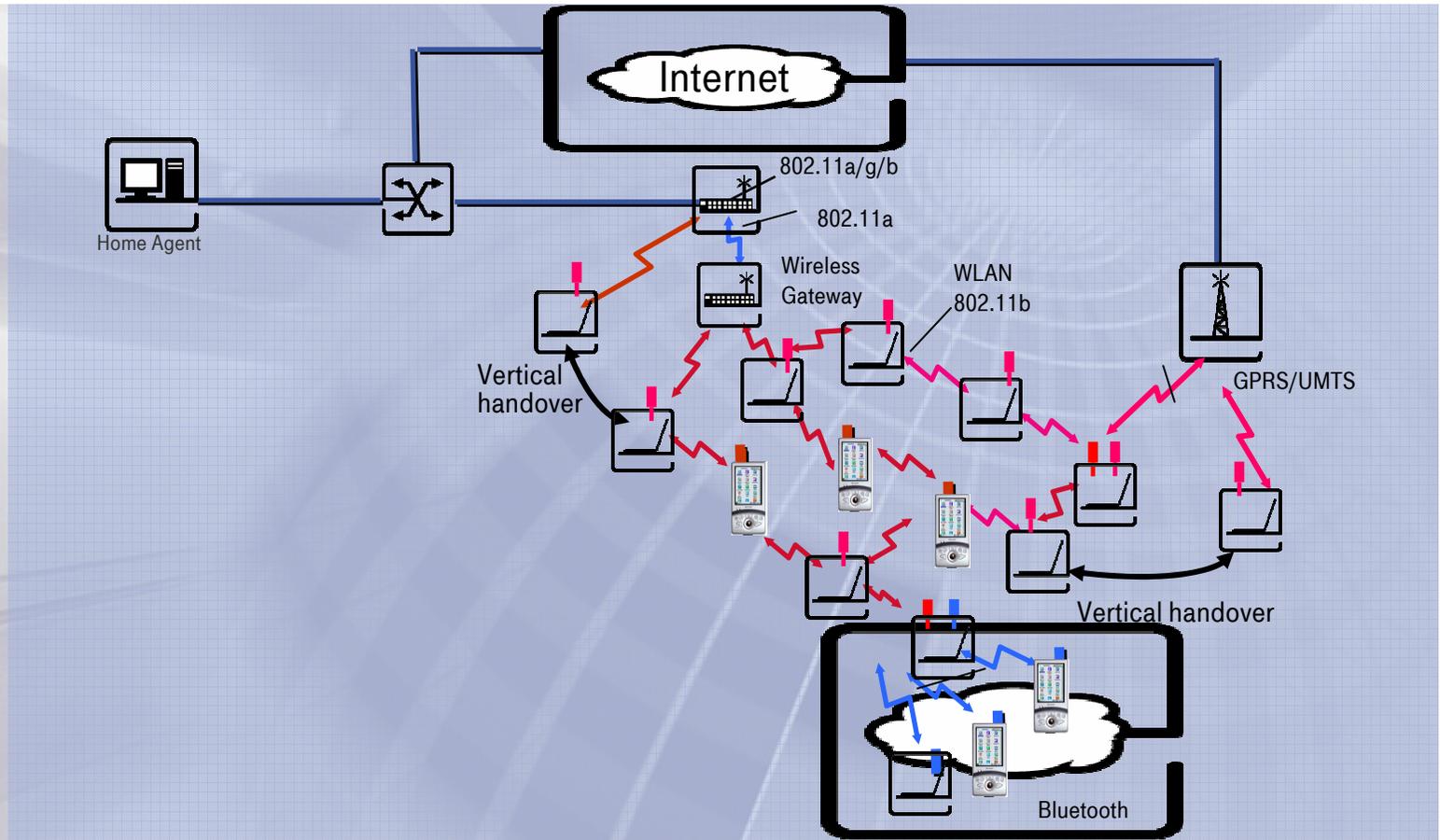
- Innerhalb eines Ad hoc Netzwerkes ist die Mobilität auf das eigentliche Netzwerk beschränkt und wird vom Routingprotokoll unterstützt
- Will ein Ad hoc Rechner allerdings das Netzwerk verlassen und in ein anderes wechseln, dann ist MobileIP notwendig, wenn die bestehenden Verbindungen aufrecht erhalten werden sollen
- Die Adresse innerhalb des Ad hoc Netzwerkes kann als Care-of Adresse verwendet werden
- Mit Hilfe eines Bindung Updates teilt der Rechner seine neue Adresse dem Home Agent mit
- MipMANET behandelt den Einsatz von MobileIP in MANETs
  - Movement Detection

# Anbindung von Ad hoc Netzwerken an das Internet

## Gesamtszenario

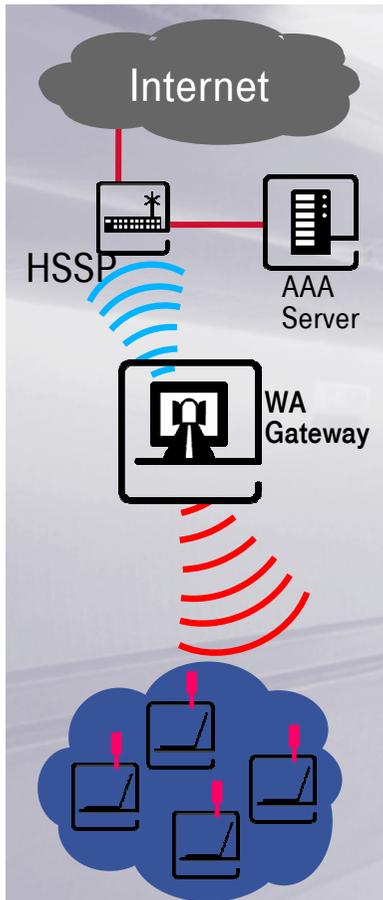
### Heterogene Netze

- Ad hoc Netzwerke, Hotspots, Mobilfunk
- IEEE 802.11a/b/g, IEEE 802.16, Bluetooth, UMTS, GPRS
- MobileIP auf den Ad hoc Rechnern
- Verschiedene Gateways
- Horizontale/Vertikale Handover Vorgänge



# Geschäftsmodell für Ad hoc Netzwerke

## Konzept zu Charging & Billing



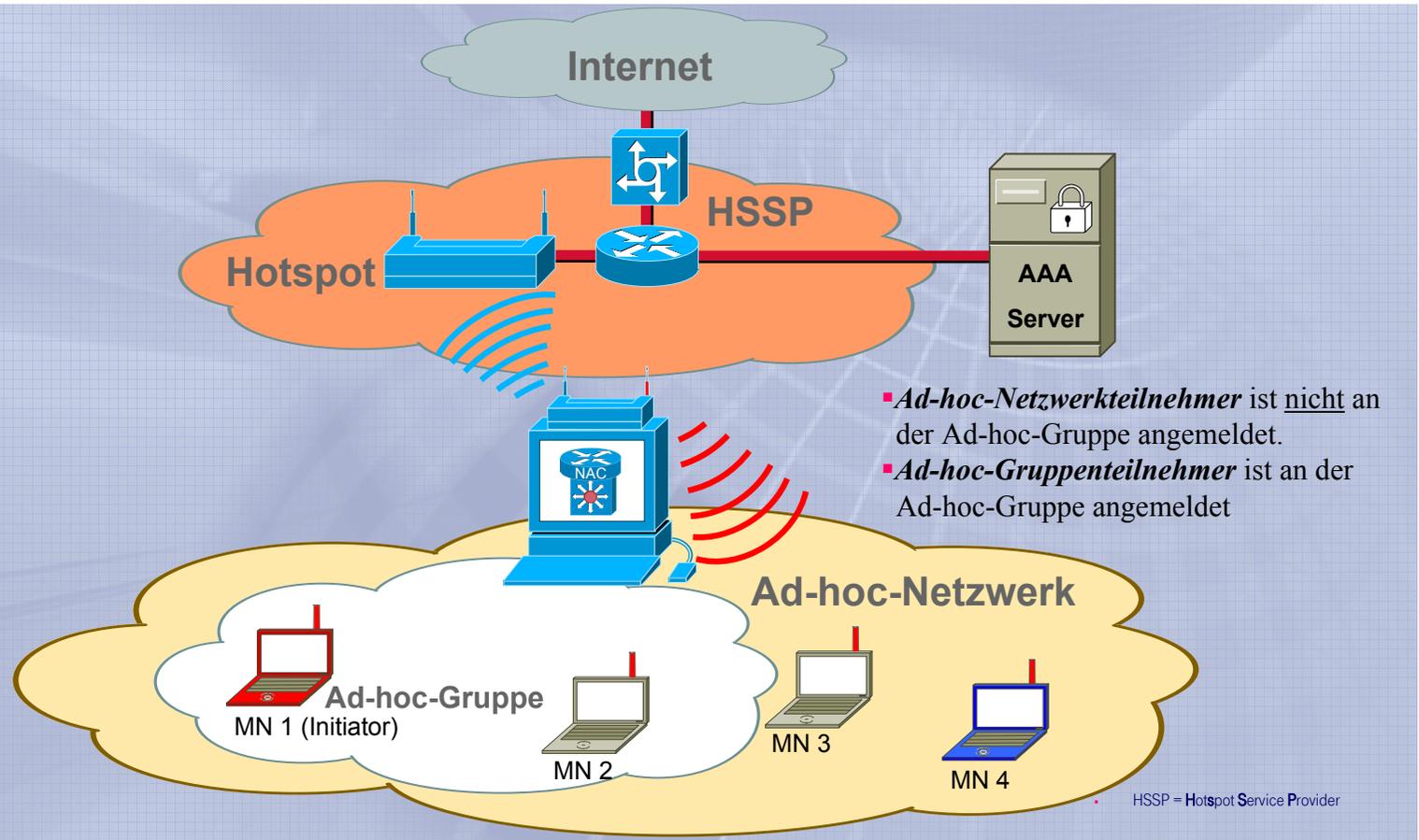
- Internetzugang für Ad-hoc-Gruppenmitglieder ohne eigene Vertragsbeziehung zu HSSP
- Steuerung des Datenverkehrs zwischen beiden Netztopologien in Abhängigkeit eines Ad-hoc-Netzwerk-/ Gruppenteilnehmers
- Der Datenaustausch zwischen zwei oder mehreren Kommunikationspartnern ist bis zur Eröffnung oder Anmeldung an eine Ad-hoc-Gruppe nur innerhalb des Ad-hoc-Netzwerkes möglich
- Die Eröffnung einer Ad-hoc-Gruppe ist nur durch einen Initiator möglich
  
- Anwendungen:
  - Hotspot
  - Konferenzen
  - Meetings
  - Home–Szenario (z. B. Online Gaming, Internetzugang)

# Geschäftsmodell für Ad hoc Netzwerke

## Szenario

### Szenario:

- Eine Ad hoc Gruppe
- Ein Mobile Node (MN) als Initiator
- Einige Mitglieder (MN) der Ad hoc Gruppe haben eine eigene Vertragsbeziehung
- Die anderen Mitglieder (MN) nutzen den Initiator um Zugang zur Infrastruktur zu erhalten



# Geschäftsmodell für Ad hoc Netzwerke

## AAA- Mechanismen

- Eine neue AAA-Architektur
  - Radius Authentifizierung für eine Ad hoc Gruppe
  - Zugangssteuerung über Wireless Gateway
  - Erfassung der Billing Daten und Übermittlung an den AAA-Server
- Kontrollmechanismen
  - Ad hoc Gruppe darf nur so lange aktiv sein wie der Initiator online ist
  - Statusbericht über Ad hoc Gruppe für Initiator



# Kontakt

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Nico Bayer  
Tel.: +49 (0) 6151 - 9373075  
e-Mail: [nico.bayer@iem.fh-friedberg.de](mailto:nico.bayer@iem.fh-friedberg.de)