

## **Kombinierte Infrastruktur WLAN/Mobilfunk ermöglicht ortsunabhängiges mobiles Lernen**

Clemens Klöck, Wilhelm Fries und Friedrich Jondral  
Universität Karlsruhe (TH), Institut für Nachrichtentechnik  
kloeck@int.uni-karlsruhe.de

### **Einleitung**

Auf dem Campus der Universität Karlsruhe (TH) besteht das Netz *Drahtlose Universität Karlsruhe (TH)* (DUKATH), das es Studierenden und Lehrenden ermöglicht, ortsunabhängig über mobile Endgeräte miteinander zu kommunizieren oder das Internet zu nutzen. Die technische Grundlage bildet ein *Wireless Local Area Network* (WLAN), das nach dem Standard IEEE 802.11b implementiert wurde. Im Rahmen der *Notebook Universität Karlsruhe (TH)* (NUKATH) soll dieses Campus-Netzwerk in die GPRS-Infrastruktur eingebunden werden um Lehrenden und Studierenden überall auf dem Universitätsgelände und überregional jederzeit flächendeckend den Zugang auf die verschiedenen Server der Hochschule zu ermöglichen und gleichzeitig eine hohe Mobilität der Nutzer zu erlauben. So können Studierende vor Vorlesungsbeginn Folien in der Straßenbahn herunterladen oder nach der Vorlesung mit interaktiven Übungen das Gelernte vertiefen. In einem weiteren Szenario können sich Kommilitonen spontan in einer virtuellen Gruppe treffen, um auftretende Fragen gemeinsam zu lösen.

### **Loose Kopplung - mobile IP**

Bei der losen Kopplung sind beide Systeme getrennt aufgebaut. Befindet sich ein Teilnehmer im GPRS-Netz und möchte mit jemandem im WLAN kommunizieren, gelangen seine Daten über das Core Network in ein externes Netz, das die Daten an den entsprechenden *Access Point* (AP) weiterleitet. Handelt es sich z.B. um einen paketorientierten Dienst, übermittelt GPRS über *Gateway GPRS Support Node* (GGSN) die Daten an das externe Netz (z.B. Internet). Vom Internet werden mittels des Protokolls mobile IP die Daten über ein Portal ins *Distribution System* (DS) (z.B. Ethernet) übertragen. Der mit dem Empfänger assoziierte AP sendet die Daten schließlich zum mobilen Endgerät. Mit diesem Protokoll können die beiden Systeme interoperieren, ohne dass ein Netz vom anderen in seinem Aufbau beeinflusst wird. Die Netze können von unterschiedlichen Betreibern unabhängig geführt werden. Bei Diensten, an denen beide Systeme beteiligt sind, kann über einen Roamingvertrag die Kostenabrechnung geregelt werden.

### **Aufbau und Messung**

Im *Rechenzentrum der Universität Karlsruhe (TH)* (RZ) wurde ein *Home Agent* (HA) auf einem zentralen Rechner des RZ implementiert. Dieser hat die Aufgabe, alle ankommenden IP-Pakete, die für den *Mobile Node* (MN) bestimmt sind, zum MN weiterzuleiten. Der HA und der MN erhalten im Heimatnetz feste IP-Adressen. Wechselt der MN in ein

anderes Netz, kann ihm auch durch eine dynamische Adressvergabe im Fremdnetz eine *co-located Care-of Address* (co-located COA) zugewiesen werden, über die der HA den MN erreichen kann. Der Hin- und Rücktunnel zwischen MN und HA wird nach der Methode *IP-in-IP Encapsulation* aufgebaut. Das kommerziell erhältliche Programm Secgo Mobile IP Client stellt die mobile IP-Funktion für den mobilen Nutzer unter Windows XP bereit.

#### Beispiel: MN kommuniziert mit Festnetz-CN

Ein MN sendet zum *Correspondend Node* (CN) eine große Datei. Dabei wird die Sendedatenrate an der virtuellen Schnittstelle Secgo mobile IP Client gemessen. Gleichzeitig wird die Verbindung ständig überwacht, indem der MN nacheinander durch den Ping-Befehl den CN veranlasst ein gleichgroßes IP-Paket (32 Byte Daten) zurückzusenden.

Die Signallaufzeit des “Pings” zeigt eine direkte Korrelation zu den Datenraten (siehe Abb. 1). Die Signallaufzeit ist die Summe der Laufzeiten, die ein IP-Paket mit 32 Byte Daten für den Hin- und Rückweg zwischen MN und CN braucht. Kommunizieren MN und CN über GPRS dauert die Signallaufzeit in fast allen Fälle mehr als 1000 ms. Dagegen beträgt die Signallaufzeit im WLAN weit unter 1000 ms, oftmals nur 5 ms – 6 ms.

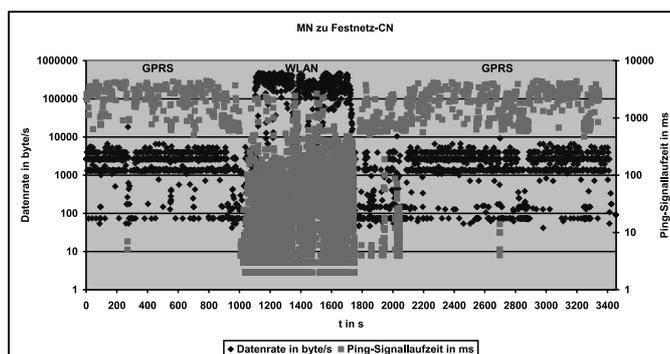


Abbildung 1: Zusammenhang von Datenrate und Ping-Signallaufzeit

Der Handover, dem die Literatur kritisch gegenübersteht, verursacht nur ein bis zwei Ping-Verluste. Diese Verluste sind im Vergleich zu denen, die aufkommen, wenn der MN permanent ein Kommunikationsmedium benutzt, zu vernachlässigen. Der Intersystemhandover ist somit unkritisch.

Wenn sich in naher Zukunft die neuen Technologien UMTS und IPv6 durchgesetzt haben, können diese ohne weiteres ihre Vorgänger ersetzen. Die Datenraten zwischen dem flächendeckenden Datendienst und WLAN werden mehr angeglichen werden und der Handover erfolgt schneller.