

Universität Stuttgart

Sonderforschungsbereich 627

Umgebungsmodelle für  
mobile kontextbezogene Systeme

SFB 627 Bericht Nr. 2005/02

**Ein Schema zur  
Beschreibung von  
Zugangsnetzen für das  
Nexus-Umgebungsmodell**

Datum: 21. Januar 2005

Autor(en): Stephan Lück (Editor),  
Susanne Bürklen, Frank Dürr,  
Matthias Großmann, Michael Scharf

CR Klassifikation: H.2.1 Information Systems,  
Logical Design

**Center of Excellence 627**  
Spatial World Models for  
Mobile Context-Aware Applications

(c) 2005

Stephan Lück, Susanne Bürklen,  
Frank Dürr, Matthias Großmann,  
Michael Scharf

**Sprecher des SFB:**  
Prof. Dr. Kurt Rothermel  
Institut für Parallele und Verteilte Systeme  
Universitätsstraße 38  
70569 Stuttgart  
Deutschland

**NEXUS**

[www.nexus.uni-stuttgart.de](http://www.nexus.uni-stuttgart.de)

# **Projektbericht**

**Auftraggeber:** SFB 627 „Nexus“, AK Modellierung und Konsistenz

**Titel:** **Ein Schema zur Beschreibung von Zugangsnetzen für das Nexus-Umgebungsmodell**

**Verfasser:** Stephan Lück (Editor) (IKR)  
Susanne Bürklen (IPVS)  
Frank Dürr (IPVS)  
Matthias Großmann (IPVS)  
Michael Scharf (IKR)

**Version:** 1.1

**Datum:** 21. Januar 2005

**Kurzfassung:** Dieser Bericht fasst den Stand der AG Netzinfrastruktur zusammen. Er umfasst die Erarbeitung von Anforderungen an ein Schema zur Beschreibung von Zugangsnetzen, den Entwurf des Schemas sowie dessen Validierung anhand teilprojektspezifischer Szenarien.

# Inhalt

<b>1 Einführung .....</b>	<b>2</b>
<b>2 Teilprojektspezifische Anwendungsszenarien .....</b>	<b>3</b>
2.1 Teilprojekt A1: Modellbasierte Zugangsnetzerkennung .....	3
2.1.1 Entscheidungen aufgrund der Netzausdehnung .....	3
2.1.2 Entscheidungen anhand der Dienstgüte .....	4
2.1.3 Entscheidungen anhand der Kosten .....	5
2.1.4 Entscheidungen unter Berücksichtigung in der Nähe vorhandener Netze ..	5
2.1.5 Karte aller verfügbaren Netze .....	6
2.2 Teilprojekt A2: Gecocast und Hoarding .....	6
2.2.1 Geographische Kommunikation .....	6
2.2.2 Hoarding .....	7
2.3 Teilprojekt A3: Datensicherheit .....	7
2.4 Teilprojekt B1: Entwurfseinschränkungen .....	8
<b>3 Anwendungsfälle .....</b>	<b>9</b>
<b>4 Entwurf des Schemas .....</b>	<b>11</b>
4.1 Netzabdeckung und Eigenschaften von Zugangsnetzen .....	11
4.1.1 Technologieabhängige Netz- und Zellkennungen .....	11
4.1.2 Abdeckung von Zugangsnetzen und Netzzugängen .....	13
4.1.3 Sonstige Eigenschaften von Zugangsnetzen und Netzzugängen .....	13
4.2 Dienste in Zugangsnetzen .....	14
<b>5 Bewertung anhand der Anwendbarkeit auf die Szenarien der Teilprojekte .....</b>	<b>16</b>
5.1 Network Access Discovery (Teilprojekt A1) .....	16
5.1.1 Beispiel WLAN .....	16
5.1.2 Beispiel Mobilfunk (GPRS und UMTS) .....	18
5.2 Geocast und Hoarding (Teilprojekt A2) .....	19
5.2.1 Geocast – Bestimmung des Dienstgebiets eines GeoNodes .....	19
5.2.2 Geocast – Ermittlung des lokalen GeoNodes .....	22
5.2.3 Hoarding .....	23
5.3 Auswahl eines günstigen Föderationsknotens (Teilprojekt B1) .....	24
<b>6 Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>26</b>
<b>7 Literatur .....</b>	<b>27</b>
<b>Anhang A: Verwandte Arbeiten, Projekte und Produkte .....</b>	<b>28</b>
<b>Anhang B: Klassendiagramm des gesamten Schemas .....</b>	<b>29</b>

## 1 Einführung

Die Nexus-Teilprojekte A1, A2 und B2 benötigen für ihre Arbeit Informationen über die Netzinfrastruktur. Insbesondere Informationen über die räumliche Ausdehnung von Zugangsnetzen sowie ihre Leistungsfähigkeit habe sich für unsere Arbeit als wichtig erwiesen. Da zu diesem Zeitpunkt keine Informationen über Kernnetze für die Arbeit in den Teilprojekten benötigt werden, wurde auf die Modellierung derselben vorerst verzichtet.

Die Arbeit der AG Netzinfrastruktur umfasst vor allem zwei Aspekte. Zum einen soll ein Schema in Form eines objektorientierten Datenmodells zur Beschreibung von Zugangsnetzen gefunden werden, und zum anderen sollen Möglichkeiten zur Erfassung von Daten über Zugangsnetze betrachtet werden.

Dieser Bericht befasst sich mit dem ersten Teilproblem, also der Erstellung des Schemas. Bei der Entwicklung dieses Schemas wurden zunächst Szenarien aufgestellt (siehe Abschnitt 2) und Anwendungsfälle definiert (Abschnitt 3), um daraus ein in UML spezifiziertes Schema abzuleiten (Abschnitt 4). Schließlich wurde das Schema anhand typischer Beispielmodelle bestehend aus WLAN- und Mobilfunknetzen sowie Festnetzanschlüssen validiert (Abschnitt 5).

Ziel dieses Berichtes ist es, den AK Modellierung und Konsistenz über den Stand der AG Netzinfrastruktur zu informieren. Er ist als Arbeitspapier zu verstehen, das Zwischenergebnisse beschreibt und beispielweise bei Änderungen des Schemas aktualisiert wird.

## 2 Teilprojektspezifische Anwendungsszenarien

In diesem Abschnitt werden Szenarien dargestellt, die bei der Nutzung des Netz-Umgebungsmodells im Zusammenhang mit bestimmten Teilprojekten auftreten. Sie dienen dazu, die Anforderungen an das Netz-Umgebungsmodell zu konkretisieren und eine Grundlage zur Validierung des Schemaentwurfs zu liefern.

### 2.1 Teilprojekt A1: Modellbasierte Zugangsnetzerkennung

Bei diesen Szenarien befindet sich das mobile Endgerät<sup>1</sup> an einem bestimmten Ort, und der Nutzer möchte eine bestimmte Menge von Anwendungen nutzen. Stehen mehrere Netzzugänge zur Verfügung, so muss das Endgerät entscheiden, welcher Zugang durch welche Anwendung genutzt werden soll. Dabei nutzt es Informationen aus dem Umgebungsmodell, um die Netzauswahleentscheidungen zu optimieren.

Ein typischer Kommunikationsvorgang in diesem Szenario könnte folgendermaßen aussehen:

- Das Endgerät informiert sich laufend über vorhandene Netze und nutzt dazu neben Messungen an seinen Netzschnittstellen ein Umgebungsmodell.
- Zu einem bestimmten Zeitpunkt entsteht ein bestimter Kommunikationsbedarf (z.B. die Übertragung einer Datei mit mindestens 3 Mbit/s).
- Dann wählt das Endgerät anhand der Anforderung der Anwendung und der Netzeigenschaften einen Netzzugang aus.
- Anschließend wird der Kommunikationsvorgang durchgeführt. Ändern sich während des Kommunikationsvorgangs die Netzeigenschaften oder der Ort des Endgerätes, so muss eventuell ein Handover zu einem anderen Netzzugang statt finden.
- Schließlich wird die Anwendung den Kommunikationsvorgang beenden.

Für den Entwurf des Netz-Umgebungsmodells von Bedeutung ist dabei der erste und der dritte Punkt. Aus dem ersten Punkt lässt sich die Forderung ableiten, dass das Endgerät, was die Modellinformationen angeht, immer auf dem Laufenden bleiben soll. Dies kann dann Schwierigkeiten bereiten, wenn sich diese Informationen mit der Zeit verändern. Insbesondere wird man darauf zu achten haben, dass die Übertragung dieser dynamischen Modelldaten nicht zu sehr die Netze belasten. Diese Anforderungen an die Aktualität der Modelldaten und deren effizienten Übertragung betreffen eher den Entwurf der Systeme, die das Netzbeschreibungsschema nutzen, als das hier zu betrachtende Schema. Beim Entwurf des Schemas muss beachtet werden, dass die für die Netzauswahleentscheidung erforderlichen Informationen durch Umgebungsmodell erfasst werden können.

Im Folgenden sollen Szenarien beschrieben werden, bei denen Netzauswahleentscheidungen nach bestimmten, jeweils unterschiedlichen, Kriterien getroffen werden.

#### 2.1.1 Entscheidungen aufgrund der Netzausdehnung

Informationen über die räumliche Ausdehnung eines Zugangsnetzes kann ein Endgerät nicht direkt über Messungen an der Bitübertragungsschicht ermitteln. Er kann beispielsweise über Messungen der Funkfeldstärke feststellen, dass an seinem Aufenthaltsort eine bestimmte

---

1. Im Folgenden werden die Begriffe „mobiles Endgerät“ und „Endgerät“ synonym verwendet.

Funkzelle vorhanden ist. Die Größe der Zelle oder die Information, ob es Nachbarzellen gibt, die zum selben Netz gehören, lassen sich durch solche Messungen aber nicht ermitteln. Im Allgemeinen kann das Endgerät auch nicht feststellen, ob er sich am Rand oder eher in der Mitte eines Zugangsnetzes befindet. Diese Informationen könnten mit Hilfe eines Umgebungsmodells bereitgestellt werden.

### 2.1.1.1 Benötigte Modellinformationen

- Abmessungen der Funknetze und ihrer einzelnen Zellen

### 2.1.1.2 Abfrageszenarien

1. Das Endgerät ermittelt anhand von Messungen eine eindeutige technologieabhängige Netz- kennung.
2. Das Endgerät ermittelt anhand der technologieabhängigen Netz- kennung den *Nexus-Object-Locator (NOL)*<sup>1</sup> des Netzes, indem er das Umgebungsmodell abfragt.
3. Das Endgerät fragt die Geometrie des Netzes und/oder einzelner Zellen ab.

Die Schritte 2 und 3 können auch zu einer einzigen Anfrage zusammengefasst werden.

### 2.1.2 Entscheidungen anhand der Dienstgüte

Betrachtet werden sollen nur Best-Effort-Zugangsnetze. Obwohl diesen Netzen Mechanismen zur Dienstgütedifferenzierung und Bitratenreservierung fehlen, kann man Aussagen über die zu erwartende Dienstgüte machen. Ein Zugang über Wireless-LAN bietet zum Beispiel meist eine bessere Dienstgüte als GPRS.

Die Dienstgüte soll hier durch die Parameter *Bitrate pro Nutzer* und *Verzögerung* innerhalb des Zugangsnetzes charakterisiert werden. Als zusätzlichen Wert kann für Netzauswahlentscheidungen noch ein Last-Faktor miteinbezogen werden. Diese Werte sind zeitabhängig. Die verfügbare Bitrate ändert sich bei Funknetzen beispielsweise je nach Anzahl der Nutzer.

Außerdem kann im Allgemeinen von der theoretisch möglichen Bitrate einer Zugangstechnologie nicht direkt auf die verfügbare Bitrate pro Nutzer geschlossen werden. Ein Wireless-LAN, das mit 2 Mbit/s ans Kernnetz angebunden ist kann nur einen 2 Mbit/s schnellen Netzzugang bereitstellen, selbst dann, wenn die WLAN-Zelle 50 Mbit/s hohe Bitraten unterstützt.

### 2.1.2.1 Benötigte Modellinformationen

- ungefähre verfügbare Bitrate pro Nutzer
- Verzögerung
- Auslastung des Netzes (Wert zwischen 0 und 1)

Alle diese Werte sind zeitveränderlich.

### 2.1.2.2 Abfrageszenarien

1. Das Endgerät ermittelt anhand von Messungen und der Auswertung der von Basisstationen ausgesendeten Management-Informationen eine eindeutige Netz- kennung.

---

1. Unter einem Nexus-Object-Locator versteht man einen Bezeichner für ein Objekt im Nexus-Umgebungsmodell, welcher weltweit eindeutig ist.

2. Das Endgerät ermittelt anhand der technologieabhängigen Netzkennung den NOL des Netzes, indem er das Umgebungsmodell abfragt.
3. Das Endgerät fragt die Werte anhand des NOL ab.

Die Schritte 2 und 3 können auch zu einer einzigen Anfrage zusammengefasst werden.

### 2.1.3 Entscheidungen anhand der Kosten

Die Nutzung eines Netzzugangs kann davon abhängig gemacht werden, wieviel die dadurch verursachte Datenübertragung voraussichtlich kosten könnte. Für den allgemeinen Fall kann die Berechnung der Kosten kompliziert werden. Daher sollen folgende vereinfachende Annahmen getroffen werden:

- Der Benutzer hat für eine Menge bestimmter Zugangsnetze jeweils einen festen Tarif gewählt und behält diese Wahl für immer bei.
- Ein Tarif setzt sich aus Kosten bezogen auf das Transfervolumen, Kosten pro Zeiteinheit der Zugangsnetznutzung und Kosten pro Einwahlvorgang zusammen.
- Die Kosten innerhalb eines Tarifs sind nicht zeitabhängig.

Grundgebühren brauchen aufgrund dieser Vereinfachungen nicht berücksichtigt werden, da sie nur von der Tarifwahl abhängen und daher unveränderlich sind.

#### 2.1.3.1 Benötigte Modellinformationen

- Kosten bezogen auf das Transfervolumen für einen bestimmten Tarif
- Kosten pro Zeiteinheit für einen bestimmten Tarif
- Kosten pro Einwahl für einen bestimmten Tarif

#### 2.1.3.2 Abfrageszenarien

1. Das Endgerät ermittelt anhand von Messungen und der Auswertung der von Basisstationen ausgesendeten Management-Informationen eine eindeutige Netzkennung.
2. Das Endgerät ermittelt anhand der technologieabhängigen Netzkennung den NOL des Netzes indem er das Umgebungsmodell abfragt.
3. Das Endgerät fragt die Werte anhand des NOL ab.

### 2.1.4 Entscheidungen unter Berücksichtigung in der Nähe vorhandener Netze

Eine Anwendung könnte einen geplanten Kommunikationsvorgang zurückstellen, wenn sich der Benutzer (und damit auch das mobile Endgerät) *in der Nähe* eines Netzzugangs befindet, der für diesen Kommunikationsvorgang besser geeignet ist als die momentan verfügbaren Netzzugänge. In einer solchen Situation könnte die Anwendung abwarten bis der Nutzer sich in das Gebiet des besser geeigneten Zuganges bewegt hat oder sich so weit von diesem Zugang entfernt hat, dass es unwahrscheinlich ist, dass er in naher Zukunft in dieses Gebiet eintreten wird. Alternativ wäre es denkbar, dass die Anwendung dem Nutzer vorschlägt, in das Gebiet des besser geeigneten Zugangs zu bewegen.

Dies setzt voraus, dass das Endgerät seine Position kennt. Zur Ermittlung der Position kann ein dafür geeignetes Positionierungssystem verwendet werden oder die Position der momentan gemessenen Zugangsnetze aus dem Umgebungsmodell abgefragt werden.

Anhand seines Aufenthaltsorts kann das Endgerät dann die Netzzugänge in seiner Umgebung aus dem Umgebungsmodell ermitteln.

#### 2.1.4.1 Benötigte Modellinformationen

- Räumliche Lage und Ausdehnung der Netzzugänge

#### 2.1.4.2 Abfrageszenarien

1. Das Endgerät ermittelt seinen Aufenthaltsort
  - mit Hilfe eines Sensors (zum Beispiel (D)GPS) *oder*
  - durch Abfragen des Umgebungsmodells nach dem Ort der momentan verfügbaren Zugangsnetzen.
2. Das Endgerät fragt nach allen Netzen, die sich in einem bestimmtem Umkreis um seine Position befinden.

#### 2.1.5 Karte aller verfügbaren Netze

Auf dem mobilen Endgerät könnte eine Anwendung laufen, die eine Karte zeichnet, die den Nutzer über die verfügbaren Netze in einer bestimmten Gegend informiert.

### 2.2 Teilprojekt A2: Gecocast und Hoarding

#### 2.2.1 Geographische Kommunikation

Die geographische Kommunikation (kurz Geocast) ermöglicht das Senden von Nachrichten an Endgeräte in einem bestimmten geographischen Gebiet, dem Zielgebiet der Nachricht. Für die Weiterleitung von Geocast-Nachrichten an die Applikationen auf einem Endgerät im Zielgebiet sind drei Arten von Komponenten verantwortlich:

1. Auf jedem Endgerät wird ein so genannter GeoHost ausgeführt, über den Applikationen Geocast-Nachrichten senden und empfangen.
2. GeoNodes sind für die Verteilung von Nachrichten an die GeoHosts in bestimmten Zugangsnetzen verantwortlich. Das geographische Abdeckungsgebiet der Zugangsnetze eines GeoNodes wird als dessen *Dienstgebiet* bezeichnet.
3. GeoRouter leiten Nachrichten vom GeoNode des sendenden GeoHosts zu allen GeoNodes weiter, deren Dienstgebiet das Zielgebiet der Nachricht schneidet.

Das Weiterleiten von Geocast-Nachrichten besteht also hauptsächlich aus zwei Teilen. Erstens dem Weiterleiten von Nachrichten vom GeoNode des sendenden GeoHosts zu allen GeoNodes im Zielgebiet durch GeoRouter. Zweitens dem Verteilen der Nachricht innerhalb der Zugangsnetze an alle GeoHosts im Zielgebiet durch GeoNodes.

Um feststellen zu können, ob das Dienstgebiet eines GeoNodes das Zielgebiet der Geocast-Nachricht schneidet, muss die geographische Abdeckung der Zugangsnetze eines GeoNodes bekannt sein. Diese Abdeckung kann mit Hilfe einer entsprechenden Modellierung aus dem

Umgebungsmodell ermittelt werden, d.h. das Umgebungsmodell muss in diesem Fall die *Zuordnung von Zugangsnetzen zu deren geographischen Abdeckung* enthalten.

Ist das Dienstgebiet eines GeoNodes bekannt, so ist ein Mechanismus zu implementieren, der es einem GeoHost ermöglicht, sobald er ein Zugangsnetz betritt den dort für die Auslieferung von Geocast-Nachrichten zuständigen GeoNode zu ermitteln, um von diesem Geocast-Nachrichten empfangen bzw. über diesen Geocast-Nachrichten senden zu können.

### 2.2.2 Hoarding

Hoarding bedeutet Vorabübertragung von Informationsobjekten des Umgebungsmodells auf mobile Endgeräte, während sich der Benutzer im Sendebereich des WLANs einer Infostation befindet. Somit hat der Benutzer lokalen Zugriff auf diese Informationen, wenn er sich in Gebieten mit keiner, schwacher oder teurer Netzanbindung befindet. Infostationen verfügen über einen Festnetzanschluss, über den sie miteinander kommunizieren, und bieten mobilen Benutzern einen kostengünstigen und schnellen Anschluss über WLAN an.

Das Netz-Umgebungsmodells wird beim Hoarding-Verfahren mehrfach ausgenutzt:

1. Die Hoarding-Komponente auf dem mobilen Endgerät wird benachrichtigt, wenn der Benutzer den Sendebereich eines WLANs betritt. Ist dies der Fall, so wird der Hoarding-Algorithmus angestoßen.
2. Bietet das mobile Endgerät die Möglichkeit, z.B. über GPS seine aktuelle Position zu bestimmen, wird der Benutzer darauf hingewiesen, wenn der WLAN-Bereich einer Infostation in der Nähe ist. Somit kann der Benutzer diesen Service auch dann in Anspruch nehmen, wenn seine Route den Sendebereich der Infostation knapp verfehlt hätte. Weiterhin kann ein Hinweis erfolgen, wenn der Benutzer den Sendebereich wieder verlässt und das Übertragungsverfahren noch nicht abgeschlossen ist.
3. In Verbindung mit einer Navigationssoftware kann die Route des mobilen Benutzers an die Netzabdeckung der Infostationen angepasst werden.

### 2.3 Teilprojekt A3: Datensicherheit

Es ist derzeit kein direkter Bezug zu den aktuellen Arbeiten in TPA3 ableitbar. Daher werden an dieser Stelle einige generelle Punkte aus Sicherheitssicht angeführt.

Ein Benutzer, der sich in fremden Netzen bewegt, möchte darüber informiert sein, welche Zugangsbedingungen existieren. Daraus kann er sehen, ob er sich in das Netz einbuchen kann oder nicht. Beispiele hierfür könnten sein: freier Zugang, Zugang nur mit Prepaid-Credential, Zugang nur mit D1 SIM-Karte, Zugang nur mit SIM-Karte eines Roaming-Partners von D1.

Diese Zugangsberechtigung ließe sich noch weiter unterteilen. Ein Möglichkeit wäre eine Bandbreiten- oder Volumenbeschränkung, d.h. Premium-Nutzer dürfen mehr oder schneller senden/empfangen als Standard-Nutzer. Eine andere Möglichkeit wäre eine Einschränkung der Netzdienste, z. B. dass Standard-Nutzer nur WWW surfen dürfen, während Premium-Nutzer auch telefonieren dürfen oder dass Prepaid-Nutzer nur WWW surfen dürfen und D1-Nutzer auch SMTP benutzen dürfen. Vielleicht bekommen auch Premium-Nutzer eine statische, routbare IP Adresse, während Standard-Nutzer private IP-Adresse und Network Address Translation (NAT) verwenden.

Im Prinzip ließe sich dies als einfache Attribute eines Netz-Objekts ablegen. Hierfür wären Strukturen für die Art der Berechtigung, wie z.B. generelle Zugangsberechtigungen und Zugangsberechtigungen für einzelne Dienste, notwendig. Darüber hinaus müsste man wissen, welche Zugangsarten (z. B. Username-Passwort, SIM-Karte, Smartcard, Public Key) in Nexus betracht werden sollen und wie diese zu modellieren wären. Da hierfür zur Zeit kein Bedarf seitens der Teilprojekte besteht, wird eine entsprechende Modellierung in diesem Dokument nicht vertieft.

Je nach gewähltem Anonymitätsmechanismus könnte es für einen Benutzer interessant sein zu wissen wie viele andere Benutzer gerade in diesem Netz eingebucht sind, bzw. wie viele Benutzer potentiell eingebucht sein können. Ersteres müsste explizit erfasst werden, wobei zu anzunehmen ist, dass Netzbetreiber diese Information in der Praxis meistens nicht veröffentlichten würden. Letzteres kann man auch aus der Netzgröße und -technologie selbst ableiten.

Für die Nutzung von VPNs (insbesondere IPSec) wäre es wichtig zu wissen, ob NAT verwendet wird und ob auch alle Ports und Protokolle (z.B. GRE) weitergeleitet werden.

## 2.4 Teilprojekt B1: Entwurfseinschränkungen

Das entwickelte Modell muss eine Erweiterung des in Nexus bereits verwendeten Klassenschemas sein, um in das System integriert werden zu können. Zu berücksichtigen ist, dass effiziente Möglichkeiten zum Auffinden von Objekten nur dann existieren, wenn das Objekt einen Ortsbezug (ein oder mehrere geometrische Attribute wie Position oder Ausdehnung) hat, oder wenn der Anwendung ein Locator für das Objekt bekannt ist. Ersteres lässt sich erreichen, indem man Klassen als Unterklassen von *SpatialObject* definiert, letzteres, indem man von Objekten mit Ortsbezug auf solche ohne Ortsbezug referenziert. Anwendungen müssen in diesem Fall immer zunächst nach den Objekten mit Ortsbezug suchen, um von diesen aus die referenzierten Objekte zu finden.

### 3 Anwendungsfälle

In diesem Abschnitt werden die im Zusammenhang mit dem Umgebungsmodell für Netzzüge auftretenden Anwendungsfälle tabellarisch dargestellt.

Nr.	wer (actor)	macht was mit dem System (interaction)	zu welchem Zweck (goal)
1	Nexus Komponente/ Nexus Anwendung auf dem mobilen Endgerät	Abfrage aller Funknetzen (logische Sicht) bzw. Access Points (physische Sicht) entlang eines vorgegebenen Korridors	zur Planung von Netzwechselentscheidungen bzw. von sendungsbasierten Kommunikationsvorgängen (TpA1)
2	Datensammel-Agenten auf den Endgerät der Nexus Nutzer	übermitteln die beobachteten Verfügbarkeiten drahtloser Zugangsnetze zusammen mit weiteren aufgenommenen Informationen (Ort, Funkfeldstärken, Netzauslastung, etc.) an einen oder mehrere Datencontainer in der ortsfesten Infrastruktur	als Rohdatensammlung zur Erstellung des Modells, das von Kontext-Servern dann angeboten wird (TpA1)
3	Die Kommunikationsmiddleware auf dem mobilen Endgerät	fragt die Position eines bestimmten Funknetzes (logische Sicht) bzw. bestimmter Access Points ab	um anhand von Bewegungsprofilen die Wahrscheinlichkeit für ein Erreichen eines solchen Funkzugangsnetzes bzw. Access Points in der näheren Zukunft zu bestimmen (TpA1)
4	Die Kommunikationsmiddleware auf dem mobilen Endgerät	fragt die Zugangsmodalitäten (Verträge, Roaming Agreements, Passwort) ab	um zu entscheiden, in welche Netze es sich einbuchen kann
5	Die Kommunikationsmiddleware auf dem mobilen Endgerät	fragt den IP Adressraum eines Netzes ab	um damit die Anonymitätsgruppe und die Privacy abschätzen zu können (TpA3)
6	Kommunikationssoftware des Endgeräts	Abfrage des NOLs eines Zugangsnetzes mittels einer technologieabhängigen Netzkennung (z.B. MAC-Adresse eines Access Points oder GSM-Netzkennung)	Abstraktion von den Zugangsnetztechnologien: Nexus-Komponenten können Netze mit NOLs bezeichnen, ohne technologieabhängige Bezeichner kennen zu müssen.
7	Kommunikationssoftware des Endgeräts	Abfrage von Zugangsnetzinformationen anhand eines NOLs	Bearbeiten von Netzauswahlanforderungen einer Nexus-Komponente

8	GeoNode	Abfrage der Adresse des GeoNodes für eine bestimmtes Zugangsnetz	Definition des Dienstgebiets eines GeoNodes, so dass dieser in diesem Gebiet Geocast-Nachrichten verteilen kann (TpA2)
9	GeoHost	Abfrage der Adresse des GeoNodes für eine bestimmtes Zugangsnetz	Auswahl des lokalen GeoNodes, um von diesem/über diesen Geocast-Nachrichten zu empfangen/zu senden (TpA2)
11	mobiler Client	Abfrage der beobachteten Verfügbarkeiten drahtloser Zugangsnetze zusammen mit weiteren aufgenommenen Informationen (siehe 2)	Bestimmung der Benutzerposition
12	mobiler Client	Abfrage der IP-Adressen von Föderationsknoten in erreichbaren Zugangsnetzen	Auswahl eines günstigen Föderationsknotens

## 4 Entwurf des Schemas

In diesem Abschnitt wird der Entwurf des Schemas, den die AG Netzinfrastruktur an die oben beschriebenen Szenarien ausgerichtet hat, beschrieben. Dabei wird auf die beiden wesentlichen Aspekte des Schemas eingegangen nämlich die Beschreibung der räumlichen Ausdehnung von Zugangsnetzen sowie die Beschreibung verfügbarer Dienste und ihrer Kosten.

Das Schema wird anhand von UML-Diagrammen beschrieben, welche die Konzeption aufzeigen sollen, jedoch keine Anhaltspunkte für seine Implementierung etwa mit Hilfe von Datenbanken geben. Insbesondere wird auf die technische Realisierung von Relationen nicht eingegangen. Detaillierte Informationen zur Implementierung von Relationen finden sich in [7].

Die Grundelemente des Schemas sind

- die Klasse *AccessNetwork*, die ein Zugangsnetz als Ganzes beschreibt,
- die Klasse *AccessEntity*, welche die technischen Einrichtungen eines bestimmten Zugangsnetzes beschreibt, die einem Endgerät den Zugang zu diesem Netz erlauben (Netzzugänge) wie beispielsweise Funkzellen oder drahtgebundene Anschlüsse und schließlich
- die Klasse *NetworkServiceObject*, die in einem bestimmten Zugangsnetz verfügbare Dienste beschreibt.

Dabei sind für die Beschreibung der räumlichen Ausdehnung und technischer Eigenschaften von Netzen Objekte der Klassen *AccessNetwork* und *AccessEntity* verantwortlich, während für die Beschreibung von Diensten und Kosten Objekte vom Typ *NetworkServiceObject* verwendet werden, welche wiederum einem *AccessNetwork*-Objekt zugeordnet sind.

### 4.1 Netzabdeckung und Eigenschaften von Zugangsnetzen

Ausgehend vom Entwurfsprinzip der Unterscheidung zwischen Zugangsnetzen (Klasse *AccessNetwork*) und Netzzugängen (Klasse *AccessEntity*) wurde die Netzabdeckung und technische Eigenschaften der Zugangsnetze wie in Bild 4.1 gezeigt modelliert. In seiner derzeitigen Version kann das hier beschriebene Schema folgende Zugangsnetzarten beschreiben:

- Mobilfunknetze (GSM, UMTS)
- Wireless LAN nach IEEE 802.11, sowie
- Festnetzanschlüsse (Ethernet nach IEEE 802)

In diesem Abschnitt wird auf einige Detailaspekte wie technologieabhängige Netzkennungen, die Beschreibung der Netzabdeckung und sonstige Eigenschaften von Zugangsnetzen eingegangen.

#### 4.1.1 Technologieabhängige Netz- und Zellkennungen

Funkzugangsnetze sind in der Regel so konzipiert, dass jede Funkzelle in regelmäßigen Abständen einen eindeutigen Code aussendet, sodass Endgeräte die einzelnen Funkzellen unterscheiden können. Der Aufbau solcher Codes unterscheidet sich bei den einzelnen Arten von Zugangsnetzen. Es handelt sich also um technologieabhängige Netzkennungen.

Möchte ein Endgerät über das Umgebungsmodell nähere Informationen etwa über ein bestimmtes Zugangsnetz abrufen, so muss es den NOL des entsprechenden *AccessNetwork*-

Objektes kennen. Da Endgeräte an ihren Netzschnittstellen jedoch nur technologieabhängige Netzkenntnissen messen können, müssen diese Kenntnisse in NOLs übersetzt werden können.

Um diese Übersetzung von technologieabhängigen Kenntnissen in NOLs (siehe auch Anwendungsfall 6 aus Abschnitt 3) realisieren zu können, wurden technologieabhängige Kenntnisse ins Schema mit aufgenommen.

Im Folgenden soll auf den Aufbau der Netzkenntnissen beim Mobilfunk (GSM und UMTS) und bei Wireless LANs näher eingegangen werden. Die im Schema ebenfalls berücksichtigten Anschlüsse ans Ethernet verfügen über keine speziellen Kenntnisse, die ein Endgerät auswerten könnte. Somit ist keine (einfache) automatische Ermittlung der zugehörigen NOLs und somit der Umgebungsmodellobjekte möglich.

GSM und UMTS verwenden einen vierstufigen, hierarchisch strukturierten Bezeichnerraum, um Funkzellen zu identifizieren [5]. Eine Zellkennung (*Cell Global Identification, CGI*) besteht dementsprechend aus den Elementen *Mobile Country Code (MCC)*, *Mobile Network Code (MNC)*, *Location Area Code (LAC)* und *Cell Identity (CI)*. Dadurch, dass der MCC und der MNC durch die ITU-T bzw. Regulierungsbehörden vergeben werden und die Netzbetreiber für eine eindeutige Bezeichnung ihrer Zellen sorgen, kann die CGI als weltweit eindeutig betrachtet werden.

Bei WLANs werden einzelne Funkzellen, mit der MAC-Adresse des Access-Points bezeichnet. Die ersten 24 Bits einer MAC-Adresse, der sogenannte *Organizationally Unique Identifier (OUI)*, werden vom IEEE verwaltet und den Herstellern von LAN-Produkten zugeteilt [2] [3]. Die Hersteller sorgen dafür, dass für ihren OUI jede Adresse nur ein Mal vergeben wird, sodass MAC-Adressen und somit auch WLAN-Zellkennungen als weltweit eindeutig betrachtet werden können. Des Weiteren werden WLANs auch durch *Service Set IDs (SSIDs)* bezeichnet, damit Endgeräte einzelne Access-Points zu den Zugangsnetzen zuordnen können. Die SSIDs werden vom Betreiber eines WLANs nach Belieben vergeben. Es kann daher nicht davon ausgegangen werden, dass sie weltweit eindeutig sind.

#### 4.1.2 Abdeckung von Zugangsnetzen und Netzzugängen

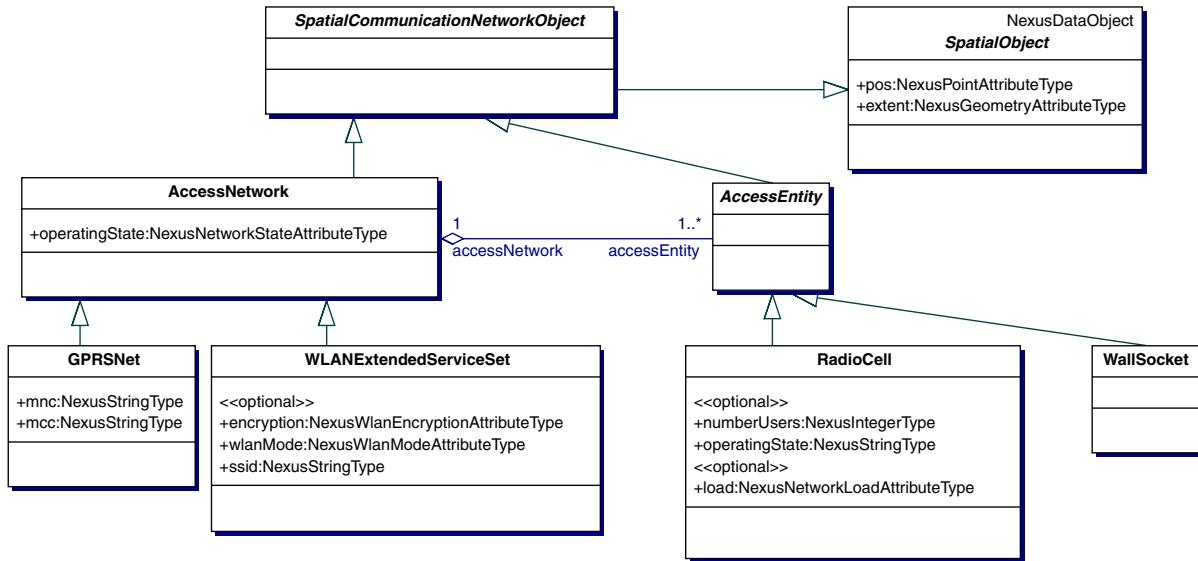


Bild 4.1: Netze und Zugangseinrichtungen

Dadurch, dass die Klassen *AccessNetwork* und *AccessEntity* von *SpatialObject* abgeleitet sind, können sowohl Zugangsnetze als auch einzelnen Netzzugängen je ein geographischer Ort (pos) und eine räumliche Ausdehnung (extent) zugeordnet werden. Die Bedeutung dieser Informationen ist bei den beiden Klassen jedoch unterschiedlich.

- Bei *AccessNetwork*-Objekten beschreibt der Ort (Attribut *pos*) einen beliebigen Punkt innerhalb des Zugangsnetzes. Eine genaue Bedeutung hat diese Information nicht. Die Ausdehnung (extent) soll in grober Näherung der räumlichen Hülle um alle zugehörigen Netzzugänge entsprechen. Bei einem deutschlandweit arbeitenden Mobilfunkbetreiber könnte das die Fläche von ganz Deutschland sein.
- Bei *AccessEntity*-Objekten beschreibt das Attribut *pos* den Ort der technischen Einrichtung, die den Netzzugang bereit stellt, also den Ort eines Access-Points, einer Basisstation oder einer Ethernet-Steckdose. Die Ausdehnung (extent) soll der Ausdehnung der entsprechenden Funkzellen entsprechen oder bei Steckdosen undefiniert bleiben.<sup>1</sup>

#### 4.1.3 Sonstige Eigenschaften von Zugangsnetzen und Netzzugängen

*SpatialCommunicationNetworkObject*-Objekte verfügen über Attribute, die Auskunft über weitere Eigenschaften von Zugangsnetzen und Netzzugängen geben. Insbesondere wird

- die Verfügbarkeit von Netzen oder Netzteilen mit Hilfe des Attributs *operatingState* angegeben. Hat es den Wert „UP“, ist die entsprechende Komponente verfügbar, hat es den Wert „DOWN“, dann ist sie nicht verfügbar.
- die Auslastung von Netzen oder Netzteilen durch das Attribut *NetworkLoad* beschrieben. Es nimmt Fließkommawerte zwischen 0.0 und 1.0 an, die ein Maß für die Last darstellen.

1. Der hier festgelegten Verwendung der *pos*- und *extent*-Attribute liegt die Annahme zugrunde, dass jedes *SpatialObject* ein *pos*-Attribut haben muss, die Verwendung eines *extent*-Attributes jedoch fakultativ ist.

- die momentane Anzahl der Nutzer einer Zelle durch einen ganzzahligen Wert des Attributs *numberUsers* beschrieben.

Die Werte der hier angegebenen Attribute sind alle zeitveränderlich.

## 4.2 Dienste in Zugangsnetzen

Für die Wahl eines Zugangsnetzes stellen die im jeweiligen Zugangsnetz angebotenen Dienste ein wichtiges Auswahlkriterium dar. Zugangsnetzbezogene Dienste werden durch ein Objekt der Klasse *NetworkServiceObject* modelliert und über eine Relation dem entsprechenden Zugangsnetz zugeordnet. Bisher sind folgende Dienste in der Modellierung vorgesehen:

- NetworkServiceObjekt*: Basisklasse aller zugangsnetzbezogener Dienste
  - description*: Freitextbeschreibung des Dienstes
- NexusFederationNodeDiscovery*: Auffinden eines Föderationsknotens für das aktuelle Zugangsnetz (siehe Abschnitt 5.3).
- InternetAccess*: Allgemeiner Internet-Zugang
- EMailAccess*: Möglichkeit zum Senden und Empfangen von E-Mails.
- WebAccess*: WWW-Zugang

Eine Konkretisierung der entsprechenden Dienste erfolgt, sobald spezifische Anwendungsfälle vorliegen.

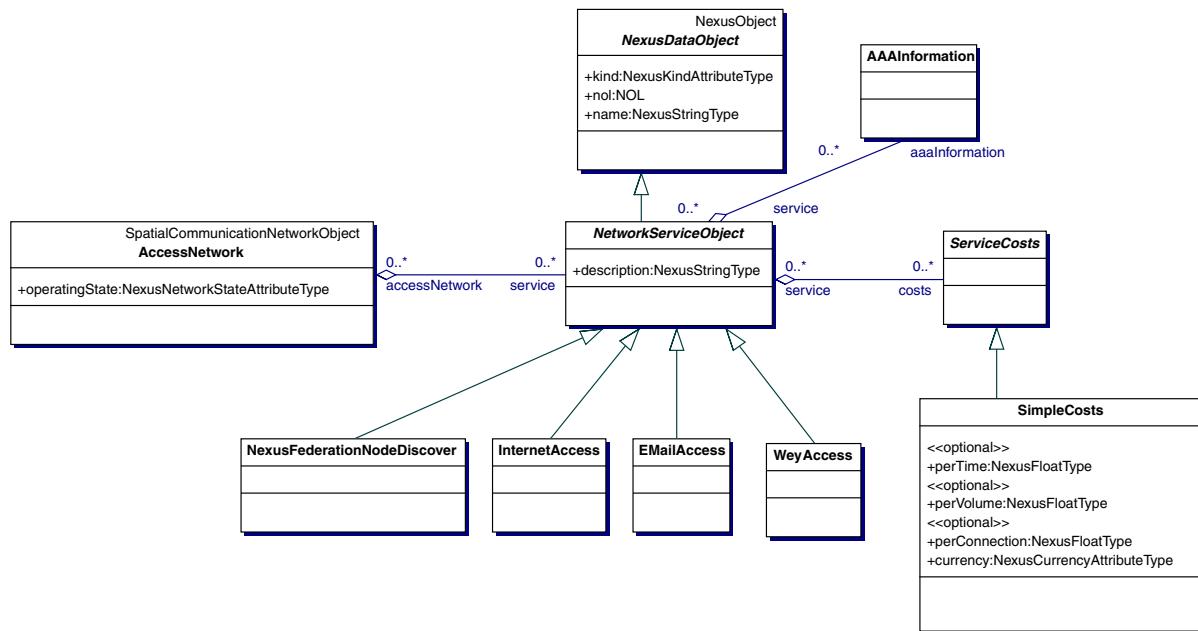


Bild 4.2: Netze und Dienste

Je nach Abrechnungsmodell entstehen durch die Nutzung eines Dienstes unterschiedliche Kosten. Da Kosten u.U. für die Netzauswahl eine entscheidende Rolle spielen, sieht die Modellierung auch die Zuordnung von Kosten zu den Diensten, die in einem Zugangsnetz angeboten werden, vor:

- *ServiceCosts*: Basis-Klasse für Kostenbeschreibungen
- *SimpleCosts*: Einfache Kostenmodellierung. Die unten aufgeführten Kosten können auch in Kombination auftreten (z.B. Kosten pro Einwahl kombiniert mit zeitabhängigen Kosten):
  - *perTime*: zeitabhängige Kosten
  - *perVolume*: volumenabhängige Kosten
  - *perConnection*: Kosten pro Verbindung bzw. Einwahl
  - *currency*: Währung

Eine weitere Konkretisierung dieser Kostenmodellierung erfolgt auch hier zu einem späteren Zeitpunkt, sobald spezifische Anwendungsfälle vorliegen.

Die Nutzung eines Dienstes setzt u.U. die Authentifizierung und Autorisierung eines Nutzers sowie die Aufzeichnung seiner Nutzung bestimmter Ressourcen voraus, um z.B. eine entsprechende Abrechnung vornehmen zu können. Die Modellierung solcher Authentication, Authorization and Accounting (AAA) Informationen erfolgt durch Objekte der Klasse AAAInformation. Da zur Zeit noch keine konkreten Anwendungsfälle vorliegen, die diese Informationen voraussetzen, erfolgt zunächst keine Konkretisierung dieser Klasse.

## 5 Bewertung anhand der Anwendbarkeit auf die Szenarien der Teilprojekte

In diesem Abschnitt wird der Entwurf des Schemas zur Beschreibung von Zugangsnetzen anhand von Beispielszenarien bewertet, die sich aus den Problemstellungen der einzelnen Teilprojekte ergeben.

### 5.1 Network Access Discovery (Teilprojekt A1)

Eine Möglichkeit, die Anwendbarkeit des Schemas zu überprüfen, besteht darin, Beispielnets zu modellieren. Im Folgenden sollen WLANs und ein Mobilfunknetz betrachtet werden.

#### 5.1.1 Beispiel WLAN

Betrachtet werden sollen zwei Wireless LANs. Eines soll im Infrastruktur-Modus laufen und das andere im Ad-Hoc-Modus. Das Infrastruktur-Netz hat für jede seiner drei Funkzellen je einen Access-Point, während das Ad-Hoc-Netz über keinen Access-Point verfügt. Die Lage der Funkzellen werden durch die Geometrien geo1.\* (Infrastrukturnetz) bzw. geo2 (Ad-Hoc-Netz) beschrieben.

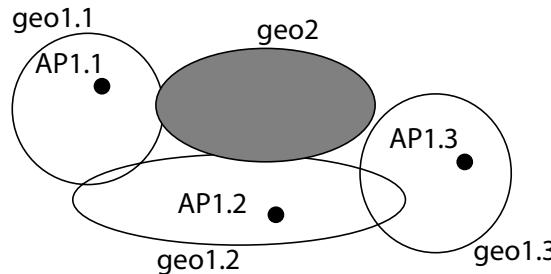


Bild 5.1: Zwei WLANs: Ein Extended Service Set aus drei Funkzellen und ein Ad-Hoc-Netz bestehend aus der grauen Zelle.

Um das Infrastruktur-WLAN benutzen zu können, müssen folgende Informationen bekannt sein:

- Extended Service Set Id (ESSID)
- WEP-Schlüssel

Bei dem Ad-Hoc-Netz genügt es, den Schlüssel zu kennen.

Mit Hilfe des in der AG Netzmodellierung erstellten Schemas können diese Netze folgendermaßen beschrieben werden<sup>1</sup>:

```
WLANExtendedServiceSet {
    nol = "A";
    pos = beliebiger Punkt innerhalb geo1;
    extent = geo1;
    operatingState= "Up"; // Kodierung muss noch festgelegt werden
```

1. Für die Beschreibungen von Umgebungsmodellobjekten beschränken wir uns in diesem Bericht auf das Wesentliche und verzichten daher auf die Verwendung von XML und verwenden eine Pseudocode-darstellung. Des Weiteren verwenden wir auch keine reale NOLs sondern kurze Zeichenketten als Objektbezeichner.

```

        essid= "netz 1";
        encryption = "0x0102030405060708090a0b0c0d";
        wlanMode = "Managed";
};

WLANCell {
    nol = "A1";
    pos = Ort von AP 1.1;
    extent = geo1.1;
    accessNetwork = "A";
    numberUsers = 10;
    load = .42;
    macAddr = "00:01:02:03:04:05:06";
    wlanStandard = "IEEE802.11b";
};

WLANCell {
    nol = "A2";
    pos = Ort von AP 1.2;
    extent = geo1.2;
    accessNetwork = "A";
    numberUsers = 1;
    load = .001;
    macAddr = "00:01:02:03:04:05:07";
    wlanStandard = "IEEE802.11g";
};

WLANCell {
    nol = "A3";
    pos = Ort von AP 1.2;
    extent = geo1.3;
    accessNetwork = "A";
    numberUsers = 1;
    load = .001;
    macAddr = "00:01:02:03:04:05:07";
    wlanStandard = "IEEE802.11g";
};

WLANExtendedServiceSet {
    nol = "B";
    pos = beliebiger Punkt in geo 2;
    extent = geo2;
    operatingState = "Up" // Kodierung muss noch festgelegt werden
    essid = NULL; // ein Ad-Hoc-Netz hat keine ESSID
    encryption = "...";
    wlanMode = "AdHoc";
};

WLANCell {
    nol = "A4";
    pos = beliebiger Punkt in geo 2;
    extent = geo2;
    accessNetwork = "B";
    numberUsers = NULL;
    load = NULL;
    macAddr = "00:01:02:03:04:05:07";
    wlanStandard = "IEEE802.11a";
};

```

### 5.1.2 Beispiel Mobilfunk (GPRS und UMTS)

Interessant aus Sicht des Teilprojektes A1 ist es, solche Mobilfunknetze zu beschreiben, die aus einem großen, innerhalb eines Landes fast flächendeckend verfügbaren GSM-Netz bestehen, das durch UMTS-Inseln in Ballungsräumen ergänzt wird. Das folgende Bild soll ein solches Netz schematisch darstellen.

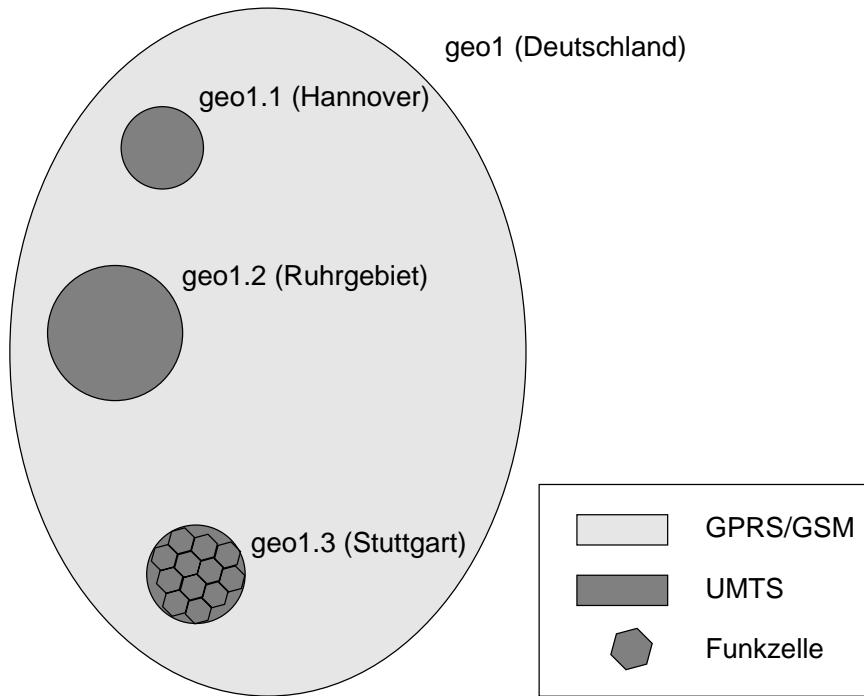


Bild 5.2: Ein GPRS-Netz mit UMTS-Inseln

Das gesamte Netz lässt sich durch ein *AccessNetwork*-Objekt beschreiben:

```
GPRSNet {
    nol = "X";
    pos = beliebiger Punkt innerhalb Deutschlands;
    extent = Deutschland;
    operatingState = "Up";
    mnc = "02";    // mobile network code; Netz Nummer 2
    mcc = "262";  // mobile country code für Deutschland
};
```

Problemlos lassen sich auch einzelne Zellen mit Hilfe des Schemas erfassen:

```
GPRSBaseStation {
    nol = "Z";
    pos = Ort der BSS;
    extent = Ausdehnung der Zelle;
    operatingState = "Up";
    accessNetwork = "X";
    lac = "02c7";    // location area code
    ci = "c849";    // cell id (wo das wohl sein könnte...)
};

UMTSBaseStation {
    nol = "U";
    pos = Ort des Node-B;
```

```

extent = Ausdehnung der Zelle;
operatingState = "Up";
accessNetwork = "X";
lac = "...";
ci = "...";
};

```

Möchte man eine ganze UMTS-Insel beschreiben, muss man Informationen über alle Zellen der Insel ermitteln und daraus eine Menge von *UMTSBaseStation*-Objekte erzeugen. Oft liegen solche Detailinformationen aber nicht vor. In einem solchen Fall wäre es sinnvoll, wenn man die UMTS-Insel direkt angeben könnte, ohne auf einzelne Zellen einzugehen. Konsequent wäre es dann auch, wenn man den Ort der GSM/GPRS-Zellen noch explizit als Zellgruppe angeben würde.

```
//Erweiterungsvorschlag
```

```

UMTSCellGroup {
    nol = "...";
    accessNetwork = "X";
    pos = irgendwo in Stuttgart;
    extent = Fläche von Stuttgart;
};

```

```

GPRSCellGroup {
    nol = "...";
    accessNetwork = "X";
    pos = irgendwo in Deutschland;
    extent = Fläche von Deutschland;
};

```

Dort wo UMTS-Inseln sind, überlappen sich dann die UMTS-Zellgruppen und die GSM/GPRS-Zellgruppen. Das spiegelt die Realität wieder, denn dort wo es UMTS gibt, kann man auch GSM nutzen.

## 5.2 Geocast und Hoarding (Teilprojekt A2)

### 5.2.1 Geocast – Bestimmung des Dienstgebiets eines GeoNodes

Das Modell der Zugangsnetze wird bei Geocast zur Feststellung des Dienstgebiets eines GeoNodes verwendet. Sind die Abdeckungen von Zugangsnetzen bekannt, so muss nur noch festgelegt werden, für welche Zugangsnetze ein GeoNode zuständig ist. Sein Dienstgebiet kann dann automatisch durch die Abfrage der entsprechenden Abdeckungsgebiete aus dem Umgebungsmodell und die anschließende Vereinigung dieser Gebiete ermittelt werden. Da ein GeoNode für mehrere Zugangsnetze zuständig sein kann, ergibt sich die folgende Beziehung zwischen GeoNodes und Kommunikationsnetzwerkobjekten:

Hierbei ist es prinzipiell egal, ob einem GeoNode eine Menge von Access Entities (z.B. einzelne WLAN-Access-Points), eine Menge von Access Networks (z.B. ein WLAN-Extended-Service-Set), oder eine Kombination zugeordnet wird. Entscheidend ist, dass all diesen Objekten eine geographische Abdeckung zugeordnet ist. Allerdings ist zu beachten, dass das Abdeckungsgebiet eines Access Networks u.U. durch Approximation der zugeordneten Access Entities gewonnen wurde. Daher beschreibt eine Menge von Access Entities das Dienstgebiet eines GeoNodes im Allgemeinen genauer als der Extent des entsprechenden Access Networks. In diesem Zusammenhang ist es auch wichtig, dass Approximationen das Originalgebiet voll-

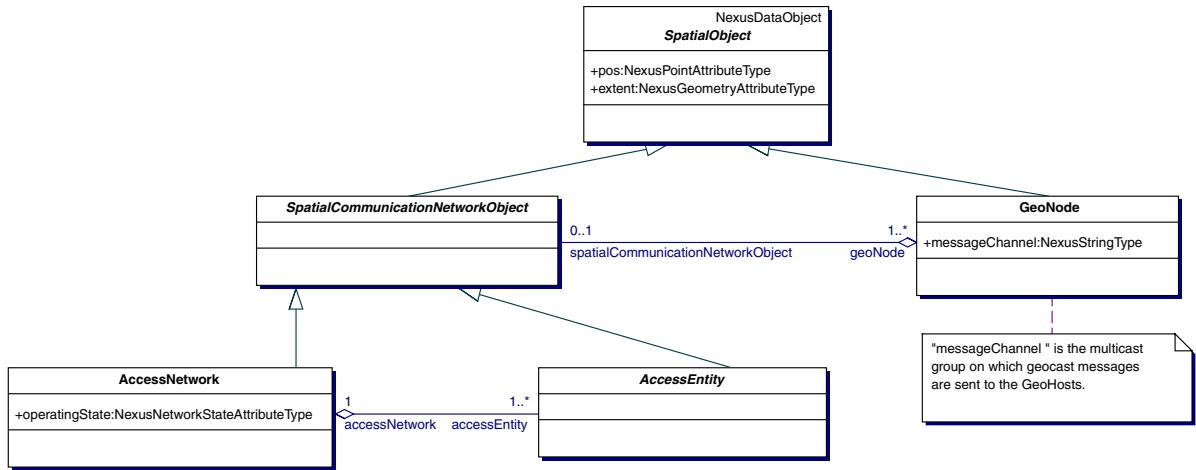


Bild 5.3: Zuordnung von GeoNodes zu Zugangsnetzen

ständig enthalten, da ansonsten u.U. Empfänger im Zielgebiet nicht von Geocast-Nachrichten erreicht werden.

Im Folgenden wird beispielhaft das Dienstgebiet eines `GeoNodes` modelliert, der für ein (fiktives) Funkzugangsnetz (WLAN) und ein (fiktives) kabelgebundenes Zugangsnetz (LAN) zuständig ist:

```

WLANCell {
    nol = "AP1";
    pos = X1 Y1 Z1;
    extent = POLYGON(...);
    accessNetwork = "WLAN1";
    numberUsers = 10;
    load = .42;
    macAddr = "00:01:02:03:04:05:06";
    wlanStandard = "IEEE802.11b";
}

WLANCell {
    nol = "AP2";
    pos = X2 Y2 Z2;
    extent = POLYGON(...);
    accessNetwork = "WLAN1";
    numberUsers = 10;
    load = .42;
    macAddr = "00:01:02:03:04:05:07";
    wlanStandard = "IEEE802.11b";
}

WLANExtendedServiceSet {
    nol = "WLAN1";
    pos = beliebiger Punkt innerhalb UNION(AP1.extent,
        AP2.extent);
    extent = UNION(AP1.extent, AP2.extent); // evtl. approximiert
    operatingState= "Up";
    essid= "IPVRFL";
    wlanMode = "Managed";
    accessEntity = {"AP1", "AP2"};
}
  
```

```

WallSocket {
    nol = "DOSE1";
    pos = X3 Y3 Z3;
    extent = POLYGON(...); // Raum 2.03
    accessNetwork = "LAN1";
};

WallSocket {
    nol = "DOSE2";
    pos = X4 Y4 Z4;
    extent = POLYGON(...); // RAUM 2.04
    accessNetwork = "LAN1";
};

AccessNetwork {
    nol = "LAN1";
    pos = X5 Y5 Z5; // Position sollte innerhalb des Extents
                     // der zugeordneten Network Points liegen,
                     // muss aber nicht
    extent = POLYGON(...); // Extent des Gebäudes, in dem das LAN
                          // installiert ist.
    accessEntity = {"DOSE1", "DOSE2", ...};
};

GeoNode {
    nol = "GeoNode1";
    spatialCommunicationNetworkObjects = {"AP1", "AP2",
                                           "DOSE1", "DOSE2"};
    extent = UNION(AP1.extent, AP2.extent, DOSE1.extent, DOSE2.extent);
    messageChannel = xxxx.xxxx.xxxx.xxxx;
                     // Multicast-Gruppenadresse, auf der
                     // Geocast-Nachrichten verteilt werden.
};

// Alternativ:
GeoNode {
    nol = "GeoNode1";
    spatialCommunicationNetworkObjects = {"WLAN1", "LAN1"};
    extent = UNION(WLAN1.extent, LAN1.extent);
    messageChannel = xxxx.xxxx.xxxx.xxxx;
                     // Multicast-Gruppenadresse, auf der
                     // Geocast-Nachrichten verteilt werden.
};

```

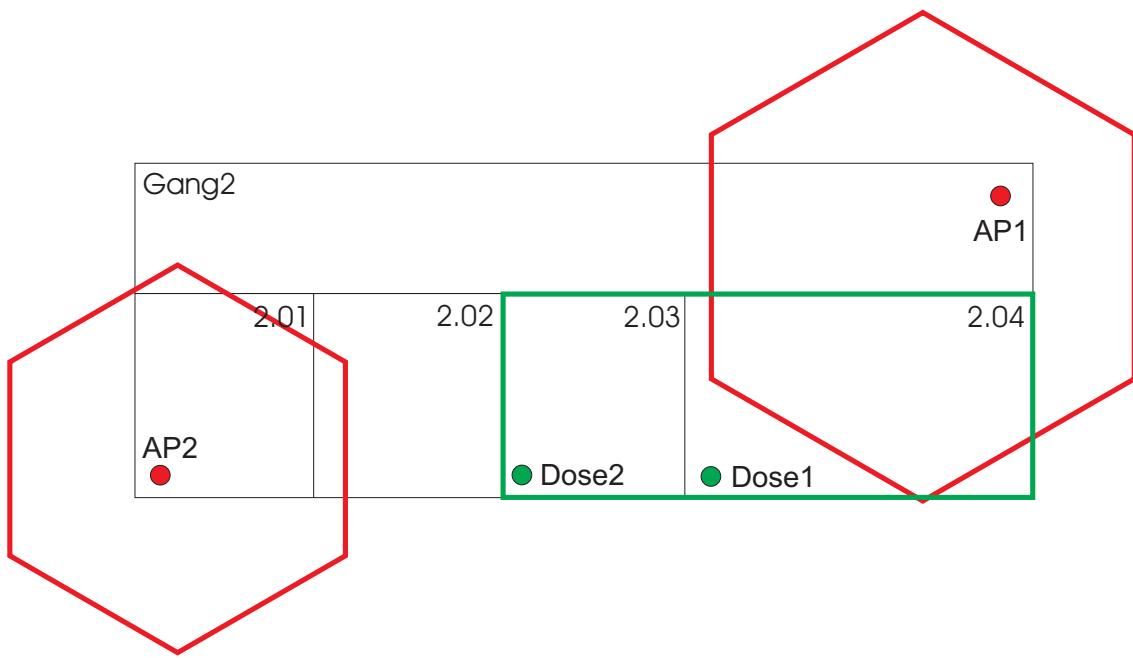


Bild 5.4: Beispielhafte Netzabdeckungen durch kabelloses Zugangsnetz (rot) und kabelgebundenes Zugangsnetz (grün)

Das WLAN besteht aus zwei Access Points (WLAN Cells), für die jeweils die geographische Ausdehnung und deren Position bekannt ist. Das hierdurch beschriebene Extended Service Set fasst das Abdeckungsgebiet der Access Points zusammen und bestimmt somit das Abdeckungsgebiet des gesamten WLANs.

Das LAN besteht aus einer Reihe fest installierter Netzwerktdosen. Für jede Dose ist deren geographische Position über das Attribut „pos“ definiert. Zur Zeit ist das eine geometrische Position; in Zukunft wäre auch eine symbolische Adresse der Form „,.../stockwerk2/raum62/dose2“ denkbar. Im Gegensatz zu WLAN-Access-Points ist die Definition der räumlichen Ausdehnung des Bereiches, den eine Netzwerkdose abdeckt (Attribut extent), nicht unmittelbar ersichtlich. Mit einem entsprechend langen Kabel können theoretisch Geräte weit entfernt von einer Netzwerkdose angeschlossen werden. Hier muss von Fall zu Fall entschieden werden. Verfügt z.B. jedes Büro über einen eigenen Zugang (wie in obigem Beispiel), so erscheint es sinnvoll, die Ausdehnung des Büros als Extent festzulegen. Eventuell ist es auch einfacher, den Extent des Access Networks, quasi die Abdeckung des LANs selbst, zu beschreiben, u.U. auch approximiert. Im oben dargestellten Beispiel wurde der Extent des Access Networks „LAN 1“ durch den Extent des gesamten Gebäudes, in dem das LAN installiert ist, approximiert.

Das Abdeckungsgebiet von GeoNode1 ergibt sich aus der Vereinigung des Extents der zugeordneten Spatial Network Objects, d.h. aus den Abdeckungsgebieten der Access Points und der einzelnen Büros, die über Netzwerkdosen verfügen.

### 5.2.2 Geocast – Ermittlung des lokalen GeoNodes

Sobald ein GeoHost ein neues Zugangsnetz betritt, muss er feststellen, welcher lokale GeoNode in diesem Netz für die Auslieferung von Geocast-Nachrichten zuständig ist. Dieser Anwendungsfall entspricht dem Problem eines Klienten, einen Föderationsknoten für ein

bestimmtes Zugangsnetz zu finden, sobald er dieses Zugangsnetz betritt. Entsprechende Lösungen für letzteres Problem sind daher übertragbar und werden in Abschnitt 5.3 diskutiert.

### 5.2.3 Hoarding

Da die Information über das Betreten eines infrastrukturierten WLANs vom Teilprojekt A1 kommt, wird das dort verwendete Beispielnetz übernommen. Das WLAN der Infostation besteht aus zwei Access Points (WLAN Cells). Für jede dieser Zellen sind die geografische Ausdehnung und die Zugangsmodalitäten bekannt. Das dadurch beschriebene Extended Service Set bestimmt durch die Zusammenfassung der Abdeckungsgebiete der WLAN-Zellen die geografische Ausdehnung des gesamten WLAN-Sendegebiets der Infostation.

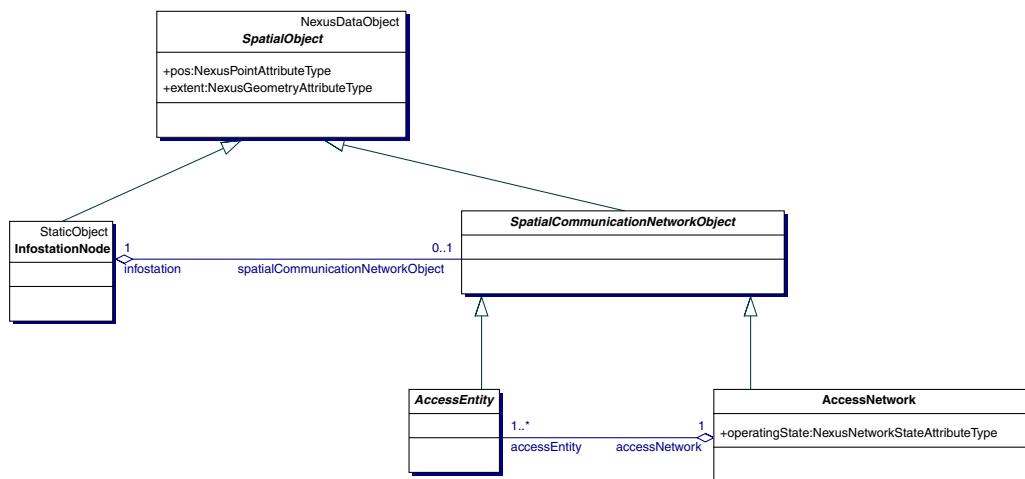


Bild 5.5: Zuordnung von InfostationNodes zu Zugangsnetzen

```

InfostationNode {
    nol = "InfoNode1";
    spatialCommunicationNetworkObjects = { "WLAN" };
    extent = WLAN.extent;
};

WLANExtendedServiceSet {
    nol = "WLAN";
    pos = beliebiger Punkt innerhalb geo1;
    extent = geo1;
    operatingState= "Up";
    essid= "netz 1";
    encryption = "0x0102030405060708090a0b0c0d";
    wlanMode = "Managed";
};

WLANCell {
    nol = "A1";
    pos = Ort von AP 1.1;
    extent = geo1.1;
    accessNetwork = "A";
    numberUsers = 10;
    load = .42;
    macAddr = "00:01:02:03:04:05:06";
    wlanStandard = "IEEE802.11b";
};

WLANCell {
  
```

```

nol = "A2";
pos = Ort von AP 1.2;
extent = geo1.2;
accessNetwork = "A";
numberUsers = 1;
load = .001;
macAddr = "00:01:02:03:04:05:07";
wlanStandard = "IEEE802.11g";
};

}

```

### 5.3 Auswahl eines günstigen Föderationsknotens (Teilprojekt B1)

Ziel ist es, den für ein Zugangsnetz nächsten Knoten zu finden, um bei der Kommunikation mit der Föderation möglichst wenig Netzlast zu erzeugen und z.B. auch die kommunikationsbedingten Latenzen zu minimieren. Hierzu muss einem Access Network zunächst mindestens ein Föderationsknoten zugeordnet werden.

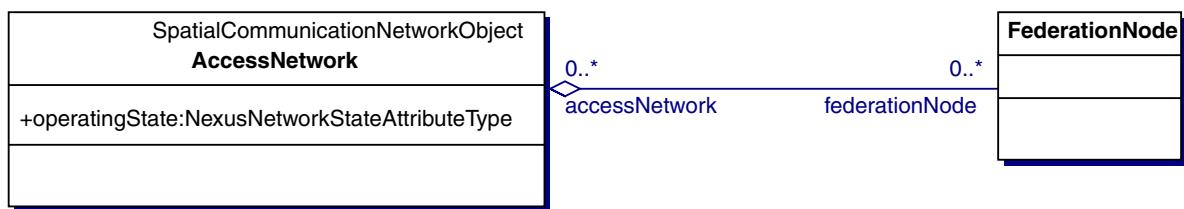


Bild 5.6: Zuordnung von Föderationsknoten zu Zugangsnetzen

Um den nächsten Föderationsknoten abfragen zu können, muss die Möglichkeit bestehen, eine Anfrage an die Föderation zu stellen. Daraus ergibt sich ein Bootstrapping-Problem, d.h. zur Ermittlung des nächsten Föderationsknotens ist selbst ein Föderationsknoten notwendig. Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass jeder Nexus-Klient eine Menge vorkonfigurierter und somit wohl bekannter Föderationsknoten kennt, die für den Bootstrapping-Prozess verwendet werden.

Folgendes Vorgehen kann zur Ermittlung des nächsten Föderationsknotens verwendet werden:

1. Ermittlung der technologiespezifischen Netzkennung, beispielsweise der MAC-Adresse eines Access Points oder der Cell ID einer Funkzelle.
2. Abbildung der technologiespezifischen Netzkennung auf einen technologieneutralen Access Network NOL. Hierzu stellt der Client eine Anfrage an einen beliebigen Bootstrapping-Föderationsknoten. Parameter dieser Anfrage sind die Netzkennung und die geografische Position des Klienten (ohne geografische Position ließe sich die Anfrage von der Nexus Plattform nicht effizient verarbeiten, da dann zunächst alle weltweit installierten Access Entities abgefragt werden müssten). Ergebnis dieser Anfrage ist die entsprechende Access Network NOL.
3. Ermittlung eines für das Access Network zuständigen Föderationknotens. Hierzu stellt der Klient eine weitere Anfrage an den Bootstrapping-Föderationsknoten. Parameter dieser Anfrage ist die Access Network NOL. Ergebnis der Anfrage ist die Adresse (IP-Adresse und Port) des entsprechenden Föderationsknotens.
4. Weitere Anfragen an die Föderation benutzen nun den ermittelten Föderationsknoten.

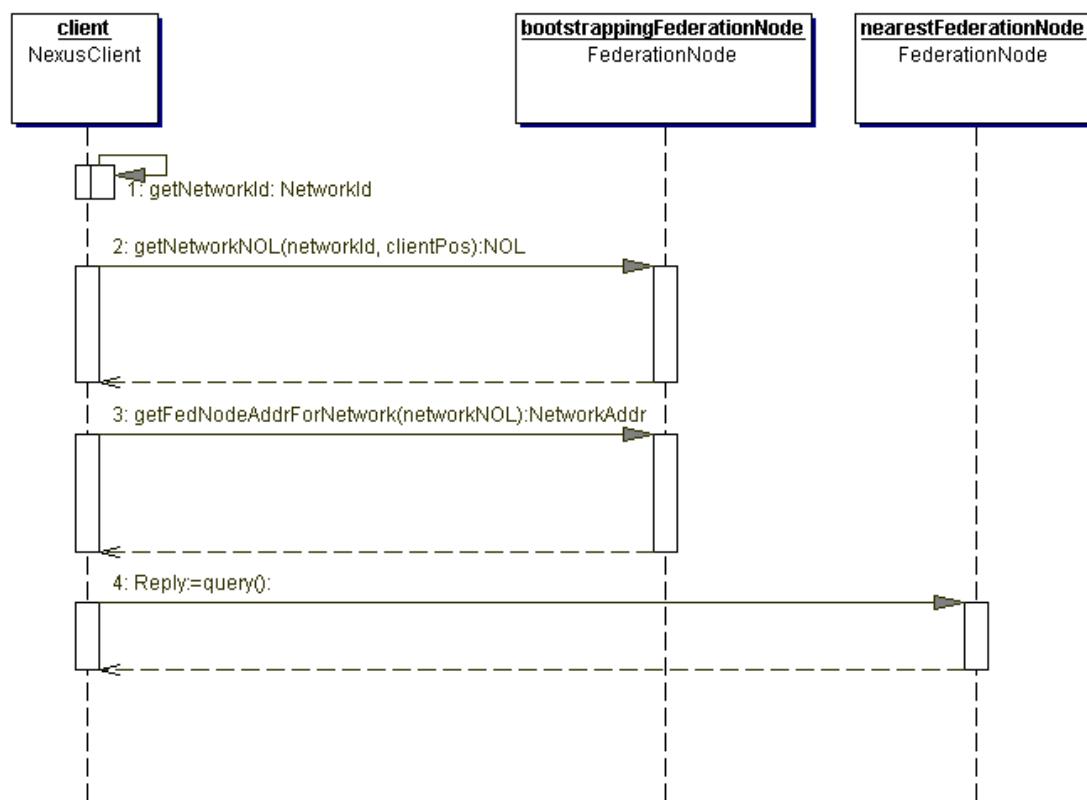


Bild 5.7: Ablauf der Auswahl eines günstigen Föderationsknotens

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Eine erste Version des Schemas zur Beschreibung von Netzzugängen liegt vor. Die grundsätzliche Anwendbarkeit des Schemas wurde anhand von Beispielmodellen aufgezeigt. Während der Anwendung des Schemas in den einzelnen Teilprojekten werden sich noch Änderungen und Ergänzungen in verschiedenen Details ergeben.

Ein Punkt, mit dem sich die AG noch nicht beschäftigt hat, stellt die Frage dar, wie Daten für die Beschreibung von Zugangsnetzen erfasst werden können. Es kommen im Prinzip zwei Ansätze in Betracht:

- Die Daten können zentral durch die jeweiligen Netzbetreiber erfasst werden und ins Umgebungsmodell eingespeist werden. Dieser Ansatz hat den Vorteil, dass alle benötigten Daten mit guter Qualität erfasst werden können, weil Netzbetreiber zu Planungszwecken ohnehin über umfangreiches Datenmaterial über ihre Zugangsnetze verfügen. Allerdings betrachten Mobilfunkbetreiber diese Daten in der Regel als Firmengeheimnis und dürften daher nicht bereit sein, diese zur Verfügung zu stellen. Betreiber von WLAN-Hotspots dürften dagegen sehr daran interessiert sein, die Position ihrer Funkzellen bekannt zu geben, erlaubt es ihnen doch ihr Angebot anzupreisen.
- Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Daten dezentral durch die Endgeräte der Nutzer sammeln zu lassen und die so erhaltenen Messwerte zu einem Umgebungsmodell etwa für Mobilfunknetze zu verdichten. Dieser Ansatz würde unabhängig von der Kooperation der Betreiber funktionieren, ist aber aufwändiger und liefert wahrscheinlich schlechtere Daten als der erste Ansatz.

Eine sinnvolle Lösung dieses Datenerfassungsproblems könnte darin bestehen, dass man beide Ansätze kombiniert, etwa indem man versucht, möglichst viele Daten von Betreibern zu bekommen und auch Senderstandortdaten der Kommunalverwaltungen verwendet und die so erhaltenen Daten mit Daten aus dem dezentralen, auf Messungen beruhenden Verfahren ergänzt.

Das weitere Vorgehen der AG Netzinfrastruktur wird darin bestehen, dass einzelne Teilprojekte das entworfene Schema verwenden und die AG zu einem späteren Zeitpunkt eventuell notwendige Korrekturen oder Ergänzungen am Schema vornimmt.

## 7 Literatur

- [1] Wiki-Seite der AG Netzinfrastruktur  
<http://as.informatik.uni-stuttgart.de/nexus-internal/AgNetzinfrastruktur>
- [2] IEEE 802-2001  
 IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks:  
 Overview and Architecture  
<http://standards.ieee.org/getieee802/>
- [3] IEEE 802.11-1999  
 Wireless LAN Medium Access Control (MAC)  
 and Physical Layer (PHY) specifications  
<http://standards.ieee.org/getieee802/>
- [4] E. Nett, M. Mock, M. Gergeleit:  
 Das drahtlose Ethernet  
 Addison Wesley, 2001
- [5] 3GPP TS 23.003 V6.2.0  
 3rd Generation Partnership Project;  
 Technical Specification Group Core Network;  
 Numbering, addressing and identification  
 (Release 6)  
<http://www.3gpp.org/>
- [6] J. Eberspächer, H.-J. Vögel, C. Bettstetter:  
 GSM Global System for Mobile Communication  
 3. Auflage, Januar 2001, Teubner-Verlag
- [7] Nexus Taskforce Topologie:  
 Technischer Bericht  
<http://as.informatik.uni-stuttgart.de/nexus-internal/TfTopologieTechnicalReport>
- [8] Martin Bauer, Frank Dürr, Jan Geiger, Matthias Grossmann, Nicola Höhle Jean Joswig,  
 Daniela Nicklas, Thomas Schwarz:  
 “Information Management and Exchange in the Nexus Platform”  
 Technical Report, Universität Stuttgart, April 2004, <http://www.nexus.uni-stuttgart.de>

## Anhang A: Verwandte Arbeiten, Projekte und Produkte

Hier werden Arbeiten, Projekte und Produkte, die für die AG Netzinfrastruktur interessant sind, kurz aufgelistet und stichwortartig beschrieben.

- Wireless Network Visualization Project (<http://www.ittc.ku.edu/wlan>)
  - Reicht nicht für die AG aus, weil dieses Projekt nur eingefärbte Luftaufnahmen produziert und kein leicht vom Computer abfragbares Datenmodell definiert. Außerdem: Beschränkung auf physical Layer von 802.11.
- Ekahau Site Survey (<http://www.ekahau.com/products/sitesurvey/ess10.htm>)
  - Eignet sich für die AG, weil eventuell zumindest in einer späteren Phase für die Erfassung von Netzwerkabdeckungen einsetzbar, falls ein abfragbares Modell erzeugt wird (Beschreibung lässt offen, ob ein solches abfragbares Modell erzeugt wird). Produkt kann für einen Monat evaluiert werden.
  - Anmerkungen: Vom gleichen Hersteller wie eines der WLAN-basierten Positionierungssysteme, das in der Taskforce Positionierungssysteme in die engere Auswahl gekommen ist.
  - Datenblatt siehe [http://www.ekahau.com/pdf/ESS\\_1.0\\_datasheet.pdf](http://www.ekahau.com/pdf/ESS_1.0_datasheet.pdf)
- Kismet (<http://www.kismetwireless.net/>)
  - Open-Source-Tool zum Erfassen von WLANs
  - Nutzt GPS
  - Eignung für AG hängt wie bei Ekahau Site Survey auch davon ab, ob man die erfassten Daten weiterverwerten kann
  - Eignet sich auf jeden Fall dazu, Access-Points zu orten
- Agilent E6482A Wizard Wireless Network Planning and Design Tool (<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-0245EN.pdf> )
  - Eignet sich nicht für die AG bzw. reicht nicht aus, weil solche Tools meist nur für sehr teueres Geld verfügbar sind (ist nur als Beispiel für eines von sicher vielen Planungswerkzeugen im Mobilfunkbereich gedacht).

## Anhang B: Klassendiagramm des gesamten Schemas

