



**Freunde**

**Förderer**

**ComNets**

**FFV**

Freunde und Förderer  
des Lehrstuhls für Kommunikationsnetze e.V.

# ComNets News

**März 2003**

Jahrgang 5, Ausgabe 1

## In dieser Ausgabe

- 1** Jahresrückblick
- 4** Abbau Promotionsstau
- 9** Projekte als Lehrform
- 11** ComNets Leistungsanalyse
- 12** Exkursion Vodafone D2
- 13** Diplomarbeitsthemen
- 15** Wissenschaftliche Mitarbeiter
- 16** Protokoll

## 10. Workshop

Freitag, den 21.3.2003

**ComNets News**  
Lehrstuhl für  
Kommunikationsnetze  
RWTH Aachen  
Kopernikusstr. 16

D-52074 Aachen

## Jahresrückblick 2002

*B. Walke*

Auch dieses Jahr neigt sich wieder dem Ende zu. Man bemerkt es mit Erstaunen und fragt sich, wo die Zeit geblieben ist. Es war ein Jahr voll gepackt mit Ereignissen, Pflichten und Erfolgen.

Am 22. März haben wir anlässlich des 9. Freundeskreis-Treffens wie jedes Jahr wieder viele Ehemalige bei uns begrüßen dürfen. Das Programm war mit fünfzehn internen und zwei externen Vorträgen und fünf Demonstrationen so reichhaltig wie immer – inklusive Ericsson Preisverleihung an *Dirk Heinrichs* - und zum Ausklang waren wir abends im ESPRIT.

Unser Betriebsausflug am 31. Juli war besonders feucht: Wir waren paddeln auf der Ourthe in Belgien.

Beim Fußballturnier der Fakultät sind wir wegen eines Eigentors (ohne Gegentreffer) nur Dritter geworden und so habe ich den im letzten Jahr gewonnenen Wanderpokal an die siegreiche Mannschaft vom IND überreichen müssen. An sich waren wir unschlagbar stark und deshalb möchte ich den Kampfgeist und die gute Organisation – mit Auftreten in einheitlichen ComNets Trikots - nochmals hervorheben.

Folgende für uns wichtige Ereignisse möchte ich gerne in Erinnerung rufen:

- Wie ich schon mehrfach gesagt habe, geht das gesamte bei uns erarbeitete know-how in unsere Werkzeuge, mit denen wir das Verhalten aller wichtigen digitalen Funksysteme reproduzierbar nachbilden und ihre Verkehrsleistung ermitteln können. Diese Werkzeuge sind auch im laufen-

den Jahr in verschiedenen Industrie-projekten erfolgreich eingesetzt worden. Ich möchte hier nicht nur den Assistenten, sondern auch unseren Diplomanden für ihre Beiträge herzlich danken, die wesentlich zur Verbesserung und Erweiterung der Werkzeuge beigetragen haben.

- ComNets hat auch in diesem Jahr mehrere UMTS Kurse für Firmen mit positiver Resonanz durchgeführt (*Althoff, Seidenberg, Forkel, Heier, Kemper*).
- Unsere Buchveröffentlichungen werden weiter sehr gut angenommen. Das Buch *UMTS - Ein Kurs* ging 2002 in die 2. Auflage, das Buch *Mobile Radio Networks – Networking, Protocols and Traffic Performance* ging (erheblich erweitert) in die 2. Auflage, Peter Stuckmann freut sich über sein neues Buch *The GSM Evolution: Mobile Packet Data Services* und ein neues Buch *UMTS – A Comprehensive Introduction* erscheint in 2/2003.
- Seit September 2001 führen wir eine Statistik über die Zugriffe auf ComNets-Veröffentlichungen über das Internet. Im Durchschnitt des letzten Jahre wurden pro Monat 650 ComNets-Paper abgerufen. Wir werden weltweit gelesen.
- Unser von *Dr. Gebhardt* herausgebener Annual Report 2002 hat dieses Jahr den FFV-Newsletter ersetzt.
- Acht Promotionen konnten in 2002 abgeschlossen werden: *Jörg Habetha, Jens Hartmann, Ian Herwono, Arndt Kadelka, Vladimir Obradovic, Jürgen Rapp, Martin Stepler und Bangnan Xu* haben überwiegend auch schon die Arbeiten gedruckt vorgelegt.

- *Arndt Kadelka* hat für seine Dissertation den hoch angesehenen Friedrich Wilhelm Preis 2002 der RWTH erhalten, wozu auch ein Preisgeld gehört.
- Sechs Assistenten haben mir vor kurzem ihre Dissertationen vorgelegt und befinden sich demnach in der Endrunde: *Jörg Peetz, Silke Heier, Ulrich Vornefeld, Andreas Schieder, Jesse Liu, Peter Stuckmann*.
- Ich rechne bis zum Jahresende noch mit einigen weiteren Arbeiten, so dass es mir über den Jahreswechsel nicht langweilig werden wird.

### Nationales und Internationales

Im BMBF Förderprogramm MOBILKOM leite ich weiterhin die zentrale Arbeitsgruppe, in der die Arbeiten in den verschiedenen Förderschwerpunkten harmonisiert werden.

Das BMBF Projekt *MiniWatt* hat technische Möglichkeiten untersucht, wie die Strahlungsbelastung von Menschen durch den Mobilfunk minimiert werden kann. Im Ergebnis erreichen unsere auf fest montierten Relais basierenden pico-zellularen Konzepte für den Mobilfunk der nächsten Generation mit Abstand die besten Ergebnisse.

Ich bin weiter Chair der WG4 „New Technologies“ im *Wireless World Research Forum*. Als Folge davon musste ich dieses Jahr viel reisen, beispielsweise um die WWRF Workshops in Phoenix, London, Peking, Eindhoven zu leiten.

Meine Mitgliedschaft im WWI Steering Board, das Integrierte Projekte für das 6. Rahmenprogramm der EU vorbereitet, macht ebenfalls sehr viel Arbeit. ComNets kann jedoch fest damit rechnen, dass wir als Gegenleistung in mehreren Integrierten Projekten vertreten sein werden, so dass EU-Fördermittel über die nächsten Jahre in größerem Umfang garantiert erscheinen.

### Mitarbeiter

ComNets hat zur Zeit 38 wiss. Mitar-

beiter. Neun wiss. Mitarbeiter sind neu in 2002 hinzugekommen. Dies sind *Lars Berlemann, Michael Einhaus, Guido Gehlen, Guido Hiertz, Christian Hoymann, Tim Irnich, Matthias Malkowski, Marc Schinzenburg, Rui Zhao*. Dies wird wohl die letzte Generation neu eingestellter Assistenten sein, bevor ich den Betrieb in andere Hände übergeben werde.

Verlassen haben uns in 2002 sieben wiss. Mitarbeiter, deren Dissertationen fertig oder „fast fertig“ sind: *Christian Becker, Norbert Esseling, Arndt Kadelka, Jürgen Rapp, Peter Seidenberg, Ulrich Vornefeld, Bangnan Xu*.

### Neue Forschungsprojekte

Die EU fördert uns über folgende *IST-Projekte*:

*WWRI, STRIKE, FUTURE, SAILOR*. Damit gehören wir im Bereich Wireless Research (dem mit Abstand größten von 10 Teilbereichen) zu den drei Universitäten in Europa, die am meisten Fördermittel von der EU erhalten. Erwähnenswert ist auch, dass wir beim 8. Call im März 2002 unter einem Wettbewerb von 25 Projekten in 4 von 6 zur Förderung angenommenen Projekten Partner sind – ein wahrlich sensationeller Erfolg.

Daneben waren wir auch noch mit unseren Beteiligungen an sog. *Networks of Excellence* in *Anwire* und *NexWays* erfolgreich. Wir sind die einzige Einrichtung in Europa, die in zwei NoEs Partner ist.

Auf der nationalen Ebene der *BMBF-Förderung* sind wir an zwei Vorhaben neu beteiligt: *MiniWatt* und *IponAir*.

Auf der *DFG* Schiene wurde unser Fördervorhaben *CoCoNet* für zwei weitere Jahre verlängert und eine Förderung im Graduiertenkolleg *Software für Kommunikationssysteme* bewilligt.

1992 haben wir die europäische Forschung im Bereich „Mobile Broadband Systems“ wesentlich mit begründet und seitdem viel beachtete Ergebnisse beigetragen. Heute sind drahtlose Breitbandsysteme

(WLANs) ein integraler Bestandteil von Mobilfunknetzen.

Als Vision für die 4. Generation im Mobilfunk habe ich 2000 das sog. Wireless Media System und 2001 das Konzept der ortsfesten Relais vorgeschlagen. Es erlaubt, zellulare Breitbandsysteme auch bei hohen Trägerfrequenzen mit geringen Infrastrukturkosten aufzubauen und in Form von Media Points multimediale Inhalte kostengünstig für den mobilen Teilnehmer verfügbar zu machen.

Das System ist auch konkurrenzlos bzgl. der in Mitteleuropa wichtigen Ziele wie *strahlungsarmer Mobilfunk* und *unsichtbare Basisstationen für dicht besiedelte Gebiete*.

Das Konzept wurde inzwischen weltweit übernommen und wird u.a. im 6. Rahmenprogramm der EU weiterentwickelt werden.

Unsere Veröffentlichungsliste ist mit 43 Konferenzbeiträgen und 7 Zeitschriftenveröffentlichungen auch in 2002 beachtlich. Weiter so!

### Studierende

Die Zahl der Diplomarbeiten am Lehrstuhl betrug in 2002 wie im Vorjahr 31 (bei 278 Absolventen in der Fakultät). Daneben gab es 13 Studienarbeiten. Diese gegenüber früheren Jahren kleinen Zahlen lassen vermuten, dass die Arbeitsmarktlage im Bereich Mobilfunk eine Rolle spielt.

Seit dem WS 02/03 hat Die Fakultät 526 Neuanfänger, das sind 4% mehr als im Vorjahr. Die Auslastung der Fakultät beträgt insgesamt etwa 86%, die Auslastung von ComNets beträgt weiter 170%.

Von den Studierenden sind 125 im Diplomstudiengang *Technische Informatik* (+ 34 bzw. +39%) eingeschrieben. Gleichzeitig hat sich der Prozentsatz weiblicher Studierender in der Fakultät auf 10% verdoppelt. Die Zahl der Neuanfänger im Diplomstudiengang *Elektrotechnik und Informationstechnik* ist um ca. 18% zurückgegangen. Ohne den Studiengang Technische Informatik, der

wesentlich auf mein Drängen zurückgeht, stünde die Fakultät sehr schlecht da.

In diesem Studiengang ist die Vorlesung *Kommunikationsnetze und Verkehrstheorie* im Block C verankert und außerdem sind wir im Grundstudium in dem Projekt *Objekt-orientierte Programmierung* stark beteiligt. Damit bleibt ComNets auch in Zukunft unentbehrlich.

**Lehre und Fakultät**

Im Fachbereich sind drei Professuren in 2002 neu besetzt worden:

Leupers: *Softwaresysteme auf Silizium* (Neubesetzung), Heinen: *Integrierte Analogschaltungen* (Nachfolge Heime), Mähönen: *Mobilfunknetze* (Ericsson Stiftungslehrstuhl).

Insbesondere Prof. Mähönen ist uns als fachnaher Kollege sehr willkommen. Es ist mir gelungen durchzusetzen, dass der Lehrstuhl nicht nur stiftungsbedingt befristet sondern dauerhaft in der Fakultät eingerichtet worden ist.

In Vorbereitung mit laufenden Berufungsverfahren sind die Professuren:

- Co-Professur Meyr *Integrierte Systeme der Signalverarbeitung*,
- Nachfolge Hill *Theoretische Informationstechnik*,
- Nachfolge Henneberger *Elektrische Maschinen*,
- Nachfolge Meyer-Ebrecht *Bildverarbeitung*,
- Philips Stiftungsprofessur *Medizinische Informationstechnik* (Besetzung erfolgt Mitte 2003).

Im kommenden Frühjahr wird die Berufungskommission für die *Nachfolge Kommunikationsnetze* ihre Arbeit beginnen.

Meine Rolle in der Fakultät ist durch Sitze im Senat (bis Okt.), Fachbereichsrat (bis Okt.), Strukturausschuss und neuerdings als Professorensprecher gekennzeichnet.

Die Fakultät hat aufgrund meiner mühsamen Kleinarbeit einen neuen

Entwicklungsplan: Er enthält u.a. die Planung eines neuen Studiengangs *Wirtschaftsingenieurwesen* (Beginn 2003/04)

**Dank**

Der intensive Lehr- und Forschungsbetrieb am Lehrstuhl ComNets wäre unmöglich, wenn nicht viele gute Geister in Sekretariat, Buchhaltung, Bibliothek, Werkstatt und Systemadministration ständig aktiv beitragen würden.

Zu nennen sind Frau v. Czapiewski und Frau Söhnen in Sekretariat bzw. Bibliothek, Frau Schroeder in der Buchhaltung, Frau Reimann in der Programmierung, Herr Konkol und Herr Rochhausen im Systembetrieb

Besonders danken möchte ich den Assistenten, die mit mir zusammen den Lehrbetrieb bestreiten, sei es als Vertreter bei Vorlesungen, Übungsassistent, Betreuer im Praktikum oder als Klausurkorrektor.

Dass ich allen Assistenten für Ihre Leistungen in den Forschungsprojekten dankbar bin, ist selbstverständlich, soll aber doch erwähnt werden.

Schließen möchte ich mit einem Dank an die Organisatoren des Weihnachtsausflugs, der diesmal in das Töpfermuseum nach Langerwehe führte. Sie haben die Veranstaltung hervorragend geplant und durchgeführt.



Das ComNets Fußball Team 2002

und Herr Spees und Herr Okon in der Werkstatt.

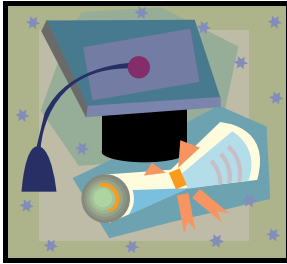
Alle sorgen dafür, dass der Lehrstuhl reibungslos läuft und dass sich die wiss. Mitarbeiter auf eine funktionierende Infrastruktur verlassen können. Ich möchte ihnen hier für ihren beständigen Einsatz, der von allen sehr hoch eingeschätzt wird, sehr herzlich danken.

Für den Wechsel ins Neue Jahr wünsche ich Ihnen alles Gute und vor allem beste Gesundheit.

Ihr  
*Bernhard Walke*

## Abbau Promotionsstau

In diesem Jahr wurde der Promotionsstau kräftig abgebaut. Insgesamt acht Promotionen konnten in diesem Jahr durchgeführt werden.



*Entwurf und Leistungsanalyse des mobilen Internetzugangs über HiperLAN/2*

*Dipl.-Ing. Arndt Kadelka*

Mündliche Prüfung: 6. Februar, 2002

### Kurzfassung

Zellulare Mobilfunknetze unterstützen neuerdings in geringem Umfang den multimedialen Nachrichtenaustausch, sind jedoch auf Grund ihrer geringen Kapazität nicht geeignet, den mobilen Internetzugang für große Teilnehmerzahlen zu realisieren. Auch sind die im Internet üblichen Abläufe für den Gebrauch über zellulare Mobilfunknetze ungeeignet, weil deren spezielle Randbedingungen wie kleine verfügbare Datenübertragungsrate, hohe Kosten der kanalvermittelten Verbindung bzw. der volumenabhängig tarifierten paketorientierten Dienste als Nutzungshindernisse angesehen werden. Deshalb betreibt der Lehrstuhl seit Anfang der 90er Jahre die Einführung mobiler Breitbandssysteme als komplementäre Technik zum Zellularfunk mit dem Ziel, an Orten hohen Nachrichtenverkehrsaufkommens (Städten, Ballungsgebieten) einen hochbitratigen drahtlosen Internetzugang (25 Mbit/s) zu realisieren, der dem drahtgebundenen bzgl. seiner Leistungsmerkmale nicht nachsteht.

Die vorliegende Arbeit leistet dazu einen sehr wichtigen Beitrag, indem

sie für das mit unserer Mitwirkung bei ETSI standardisierte drahtlose Hochgeschwindigkeitsnetz HiperLAN/2 die erforderlichen Funktionen zur Integration in das Internet entwickelt, prototypisch implementiert und anhand mathematischer Modelle und durch stochastische Simulation die mögliche Verkehrsleistung analysiert. Ein weiterer wichtiger Beitrag liegt bei der Entwicklung von Maßnahmen zur Mobilitätsunterstützung drahtloser Stationen und der Entwicklung von Algorithmen zur Garantie von Dienstgüteparametern wie sie durch die Konzepte DiffServ und IntServ des Internet definiert sind.

Dazu werden der gesamte standardkonforme Protokollstapel von Hiper-



LAN/2 sowie die von Herrn Kadelka neu für die Internet-Integration entwickelten Protokolle formal in SDL spezifiziert und durch Übersetzung in C++-Code prototypisch implementiert, wobei viele Stationen in einer multizellularen Anordnung, einschließlich des Zellwechsels bezüglich des Zeitverhaltens und anderer Parameter mit verkehrstheoretischen Methoden untersucht und bewertet werden können. Dabei wird das Zusammenspiel zwischen der neu entwickelten Internet-Konvergenzschicht und der Funkzugriffsschicht bezüglich der Betriebsmittelvergabe an konkurrierende übertragungswillige Stationen untersucht und eine Lösung entwickelt, welche die Dienstgüteanforderungen unterschiedlicher Verkehrsklassen wie Sprach-, Video-

und nicht-echtzeitbedürftiger Datendienste steuerbar berücksichtigt.

Als großen Erfolg kann man nennen, dass die von Herrn Kadelka entwickelten Funktionen zur Internet-Integration jetzt im Standard verankert sind.

### *Agentenbasiertes Kommunikationskonzept zur Realisierung von E-Commerce-Diensten in zellularen Mobilfunknetzen - Entwurf, Implementierung und Bewertung -*

*Dipl.-Ing. Jens Hartmann*

Mündliche Prüfung: 15. Februar 2002

### Kurzfassung

Datendienste zellulärer Mobilfunknetze unterstützen neben dem multimedialen Nachrichtenaustausch auch elektronische Handelsabläufe, die als E-Commerce bekannt sind. Sie erlauben dem Teilnehmer, beispielsweise Bestell- und Suchdienste für Produkte oder Bankgeschäfte mobil abzuwickeln, die bisher nur im drahtgebundenen Internet verfügbar sind. Die für das Internet eingeführten Abläufe sind für den Gebrauch über zellulare Mobilfunknetze ungeeignet, weil deren spezielle Randbedingungen wie kleine verfügbare Datenübertragungsrate, teure Standzeit der kanalvermittelten Verbindung bzw. volumenabhängige Tarifierung des Dienstes nicht berücksichtigt worden sind. Beispielsweise ist beim Homebanking nach HBCI<sup>1</sup>-Standard eine große Zahl von Kommunikationszyklen pro Geschäftsvorgang erforderlich mit jeweils großer bewegter Datenmenge. Such- und Bestellvorgänge erfordern ebenfalls die Abfrage vieler Anbieter vor der Auftragserteilung, mit jeweils erheblichem Umfang der bewegten Daten. Die vorliegende Arbeit untersucht die Möglichkeit, anstelle von Daten ausführbaren Code in Form mobiler Agenten über die Funkschnittstelle zu übertragen, welcher im Auftrag des Teilnehmers im Zusammenspiel mit bei den jeweiligen Dienstbringern positionierten ortsfesten



Agenten den geforderten Banking bzw. Such- und Bestelldienst selbstständig durchführen und nur die entscheidenden Eingabe- und Ergebnisdaten über Funk übertragen.

Dazu werden nach einer Einführung in die Agententechnik, eine markt-gängige sog. Agentenplattform ausgewählt, die plattformübergreifende Kommunikation dargestellt, agentenbasierte Bankgeschäfte sowie Such- und Bestelldienste entwickelt, implementiert und vermessen und deren Nutzung über kanal bzw. paketvermittelnde Mobilfunknetze mit verkehrstheoretischen Modellen auf Basis der Mittelwertanalyse untersucht und bewertet.

Diese Arbeit formuliert typische E-Commerce Dienste in einer für mobile Agenten geeigneten Form, charakterisiert die Dienste durch eine modellgestützte Leistungsanalyse und vergleicht die Ergebnisse mit denen herkömmlicher Techniken zur Dienst-erbringung. Dabei wird die Eignung mobiler Agenten für den Gebrauch durch mobile Teilnehmer, z.B. über WAP<sup>2</sup> bzw. GPRS<sup>3</sup> nachgewiesen.

<sup>1</sup> Home Banking Computer Interface

<sup>2</sup> Wireless Application Protocol (ein Protokoll für das Browsen im Internet über Mobilfunknetze)

<sup>3</sup> General Packet Radio Service (ein Paketdatendienst im GSM-Mobilfunksystem)

**Leistungsbewertung von TETRA-Mobilfunksystemen durch Analyse und Emulation ihrer Protokolle**

Dipl.-Ing. Martin Stepler

Mündliche Prüfung: 9. Juli 2002

**Kurzfassung**

Zellulare digitale Mobilfunksysteme für Gruppenkommunikation wurden 1994 bei der ETSI<sup>1</sup> standardisiert. Ein Hauptunterschied zu herkömmlichen Systemen wie GSM ist, dass z.B. 30 Teilnehmer einer Gesprächsgruppe, die über mehrere Zellen verteilt sein können, in einen Sprechkreis zusammengeschaltet werden können, der aus (bei Bedarf) geschal-

teten Aufwärts- und Abwärtsstrecken der verschiedenen beteiligten Zellen besteht, so dass jeder Gruppenteilnehmer alle Meldungen der anderen hören, aber gleichzeitig nur ein Teilnehmer sprechen kann. Jeder Gruppenteilnehmer darf nach Zustimmung durch eine im Festnetz vorhandene Leitstelle spontan die Gesprächstaste drücken und „sofort“ sprechen, sofern nicht gerade ein anderer Teilnehmer derselben Gruppe spricht. TETRA spezifiziert ein synchrones Zeitmultiplexsystem mit 25 kHz Kanalraster und 4 Zeitkanälen pro Trägerfrequenz, die für Sprach- und Daten-



übertragung vorgesehen sind. Derartige Systeme werden gegenwärtig europaweit eingeführt. Es gibt zwei Versionen des Standards, die beide in dieser Arbeit vollständig emuliert und bezüglich ihrer Verkehrsleistung in typischen vielzelligen Anwenderszenarien durch stochastische Simulation unter realitätsnaher Berücksichtigung von Interferenz- und Rauschleistung und bei Belastung mit von der ETSI prognostizierten Nutzungen untersucht werden. Daneben werden die standardkonformen Zufallszugriff-protokolle analytisch bewertet und szenario- bzw. belastungsabhängige optimale Verfahren angegeben.

Neben der prototypischen Implementierung und der stochastischen Leistungsanalyse der TETRA Funk-schnittstelle, die aufgrund ihrer Komplexität und der detaillierten Berücksichtigung der Eigenschaften von Funkkanälen mehrzellularer Systeme

nur simulativ untersucht werden kann, leistet Herr Stepler in dieser Arbeit einen weiteren sehr wesentlichen Beitrag: Er benutzt eine bei der ITU-T<sup>2</sup> standardisierte Methode (SDL<sup>3</sup>) zur formalen Spezifikation von Protokollen und erweitert sie, um die verkehrstheoretische Leistungs-analyse durch stochastische Simulation anhand eines emulierten Protokollstapels, in Kombination mit stochastischen Verkehrslast-Generatoren und der stochastischen Modellierung des Funkkanals zu ermöglichen. Diese neue Methode, die auf einem hier entwickelten Baukastensystem beruht, hat inzwischen große Anerkennung gefunden und ist heute Bestandteil markt-gängiger Werkzeuge zur Leistungsanalyse von Kommunikationsnetzen jeder Art. Neben interessanten Ergebnissen für TETRA wird in dieser Arbeit also auch ein wichtiger methodischer Beitrag geleistet.

<sup>1</sup> European Telecommunication Standards Institute

<sup>2</sup> International Telecommunications Union - Telecommunications Sector

<sup>3</sup> Specification and Description Language

**Ratenanpassung in HIPERLAN/2 mit realistischer Interferenzmodellierung und detailliertem Protokollstapel**

Dipl.-Ing. Jürgen Rapp

Mündliche Prüfung: 11. Juli 2002



### Kurzfassung

Seit Anfang der 90er Jahre arbeitet der Lehrstuhl an der Entwicklung mobiler Breitbandssysteme als komplementäre Technik zum Zellularfunk mit dem Ziel, an Orten hohen Nachrichtenverkehrsaufkommens (Städten, Ballungsgebieten) einen hochbitratigen drahtlosen Internetzugang (25 Mbit/s) zu realisieren, der dem drahtgebundenen bzgl. seiner Leistungsmerkmale nicht nachsteht. Als Ergebnis ist heute das zellulare mobile, für Multimediakommunikation geeignete Breitbandsystem HiperLAN/2 standardisiert verfügbar, das Gegenstand der Untersuchung dieser Arbeit ist.

Wichtige Merkmale sind die dynamische Frequenzkanalwahl und die Fähigkeit, abhängig von der aktuell vorliegenden Interferenz aus Gleichkanalzellen die Übertragungsrate zwischen der Access Point (AP) genannten Basisstation und dem Mobilterminal zu wählen. Herr Rapp untersucht in verschiedenen Szenarien, die durch die Zahl der APs und Mobilterminals, die Funksignalausbreitung, das Verkehrsaufkommen und die Dienstgüteparameter der Anwendungen charakterisiert sind, die Wechselwirkung von Gleichkanalinterferenz und Ratenanpassung auf die Kenngrößen Systemkapazität, Durchsatz und Verzögerung der übertragenen Daten. Dazu werden die HiperLAN/2 Protokolle und die Internetprotokolle standardkonform implementiert und in einem stochastischen Simulator bezüglich ihrer Verkehrsleistung für Nachrichtenquellen mit symmetrischem bzw. asymmetrischem Verkehrsaufkommen untersucht. Wegen der Komplexität des Systems kommt eine mathematische, modellbasierte Analyse nicht infrage. Der Funkkanal wird durch den Zusammenhang zwischen C/I Verhältnis und Paketfehlerhäufigkeit beschrieben, der im selben europäischen Forschungsprojekt (BRAIN) spezifiziert wurde, in dem auch Herr Rapp mitgewirkt und seine Arbeitsergebnisse beigetragen hat. Wichtige Er-

gebnisse der Arbeit sind die Untersuchung verschiedener Freiheitsgrade, die Ratenanpassung interferenzbedingt bzw. in Abhängigkeit der Fehlertrate zu steuern und die Messintervalle für die Größen C/I bzw. PER zu optimieren. Daneben liefert er umfangreiche quantitative Ergebnisse für Parameter wie Durchsatz, Verzögerungsverteilungsfunktion für Datenpakete und die Kapazität des Systems HiperLAN/2 bei verschiedenen Strategien der Zuweisung des Übertragungskanals in typischen Anwendungsszenarien. Bemerkenswert sind auch die vorgeschlagenen Algorithmen zur reaktiven Planung von Übertragungsphasen der interferierenden APs, abhängig von der beobachteten Nutzung von Kanälen in Gleichkanalzellen, die entwickelt und bewertet werden, wobei deutlich wird, dass hier ein hohes Optimierungspotential liegt.

### *Self-organizing Wireless Broadband Multihop Networks with QoS Guarantee*

*Master of Science Bangnan Xu*



Mündliche Prüfung: 11. Juli 2002

### Kurzfassung

Die Mobilfunksysteme der 2. (GSM/GPRS<sup>1</sup>) und 3. Generation (z.B. UMTS<sup>2</sup>) ermöglichen unter günstigen Umständen Übertragungsraten von einigen hundert kbit/s für gleichzeitig wenige Teilnehmer und sind deshalb nicht für den mobilen Internetzugang als Massenmarkt ge-

eignet. Im Nov. 1999 bzw. April 2000 wurden zwei WLAN<sup>3</sup> Standards (IEEE 802.11a bzw. HiperLAN<sup>4</sup>/2) verabschiedet, die beide hochbitratig (< 54 Mbit/s) übertragende Systeme für die Drahtlos-Kommunikation bei 5 GHz spezifizieren. Man weiß, dass zukünftige mobile Multimedia-Dienste nur durch die Kombination von zellularem Mobilfunk und WLANs realisierbar sind, wobei die Ausbreitungsbedingungen bei 5 GHz nahelegen, die tragbaren Terminals als Router auszustatten, damit sie über mehrere Funkteilstrecken (multihop) einen Zugangspunkt zum Festnetz erreichen können. Wünschenswert sind dabei Fähigkeiten der Terminals, sich untereinander zu einem Zugangsfunknetz zu organisieren, das die verschiedenen Telekommunikationsdienste nach ihren Bedürfnissen differenzieren, d.h. Dienstgüte (Quality of Service, QoS) wie in heutigen Festnetzen garantieren kann.

Die vorliegende auf Englisch verfasste Arbeit legt eine vollständige und überzeugende Lösung eines selbstorganisierenden, multihop Systems vor, wobei für das OFDM Modem der genannten WLANs eine neue Funkschnittstelle und die vollständige Organisation des Systems entwickelt werden, die den Ansprüchen zukünftiger heterogener Funkssysteme der 4. Generation genügen. Wesentliche Funktionen werden anhand mathematischer Modelle analysiert. Daneben wird das neue System bitgenau über eine SDL-Spezifikation implementiert und in einer stochastischen Simulationsumgebung, bei Belastung durch stochastische bzw. aufgezeichnete Verkehrslasten, in typischen Beispielszenarien mit unterschiedlicher Funk-Konnektivität der beteiligten drahtlosen Router emuliert und bezüglich seiner Nachrichtenverkehrsparameter bewertet. Die Vorzüge des neuen Funksystems werden durch Vergleich der erreichten Verkehrsleistung der o.g. WLANs, die ebenfalls in denselben Szenarien emuliert werden, verdeutlicht. Es zeigt sich, dass HiperLAN/2 nicht für multihop Anwendungen geeignet und

IEEE 802.1 la nicht näherungsweise die Kapazität und Dienstgüte erreicht wie mit dem neu vorgeschlagenen System möglich. Es handelt sich hier um eine ungewöhnlich ideenreiche und besonders viele neuartige Lösungen enthaltende, richtungsweisende Arbeit in einem Gebiet, das wenig entsprechende Vorbilder aufzuweisen hat.

<sup>1</sup> Global System for Mobile communications/General Packet Radio Service

<sup>2</sup> Universal Mobile Telecommunications System

<sup>3</sup> Wireless Local Area Network

<sup>4</sup> High Performance Local Area Network

### *Teletraffic Analysis of Mobile Satellite Systems*

*Dipl.-Ing. Vladimir Obradovic*



Mündliche Prüfung: 11. Juli 2002

#### **Kurzfassung**

Im Juli 1997 wurden erstmals Satelliten des zellularen persönlichen mobilen Satellitensystems Iridium in die Umlaufbahnen positioniert. Ursprünglich als Wettbewerb zum terrestrischen Mobilfunk gedacht, werden mobile Satellitensysteme heute als Ergänzung zur Versorgung terrestrisch nicht abgedeckter Gebiete benutzt, um dort weltweit Sprach- und Datendienste für handportable Terminals verfügbar zu machen. Trotz zirkularer Flugbahnen in nur 960 km

Höhe und einem genutzten Frequenzband bei 1,6 GHz ist wegen der begrenzten Sendeleistung nur Kommunikation bei Sichtverbindung zum Satelliten möglich. Die Zellradien haben trotz intelligenter Antennen mit Strahlformung Radien von ca. 330 km, so dass die Kapazität viel kleiner ist als bei zellularen Systemen. Mobile Satellitensysteme sind integraler Teil terrestrischer Systeme, mit gemeinsamer Mobilitätsverwaltung und denselben Diensten. Herr Obradovic analysiert anhand mathematischer Modelle und von zwei unterschiedlich realitätsnahen Satellitensystem-Simulatoren die verkehrstheoretischen Parameter mobiler Satellitensysteme bei gemischter Verkehrsbelastung. Berücksichtigt werden die statische bzw. dynamische Kanalzuordnung von Frequenz- und Zeitkanälen an die vielen von einem Satelliten realisierten Funkzellen, und die Unterstützung des Zellwechsels durch vorausschauende Kanalreservierung. Wesentliche hier betrachtete Verkehrsleistungsparameter sind die Blockierwahrscheinlichkeiten von Verbindungswünschen und von Zellwechselforderungen als Funktion des Verkehrsaufkommens verschiedener Mischbelastungen aus Sprach- und Datenverkehren. Die in terrestrischen Funknetzen eingeführte Technik, durch Kanalbündelung die Übertragungsrate für mobile Datendienste zu erhöhen (High Speed Circuit Switched Data, HSCSD) wird auf mobile Satellitensysteme übertragen.

Zur Validierung der analytisch gewonnenen Ergebnisse wird ein stochastischer Satellitensimulator entwickelt und benutzt, der ein idealisiertes Satellitensystem nachbildet und die im analytischen Modell vernachlässigten Effekte wie Interferenz, schwankende Bitfehlerhäufigkeiten, verschiedene sich im zeitlichen Verlauf ändernde Zellgrößen, geometriebedingte Effekte usw. vernachlässigt. Daneben wird ein sehr realistisches, bestehendes Simulationsmodell des Iridium Systems zum Vergleich herangezogen, welches zur Untersuchung

der betrachteten Verkehre erweitert wird. Die Simulatoren wurden in den europäischen Forschungsprojekten ACTS-Insured und IST-Virtuous eingesetzt, um zur Dimensionierung integrierter Satellitensysteme beizutragen.

Herr Obradovic zeigt für kapazitäts- und interferenzbegrenzte Satellitensysteme, welche Potentiale verschiedene Verfahren zur dynamischen Kanalzuweisung haben und bestimmt die Blockierwahrscheinlichkeiten bei Rufentstehung und bei Zellwechsel unter verschiedenen Belastungsfällen mit gemischten Sprach- und Datendiensten, wobei jeweils analytisch bestimmte und simulative Ergebnisse gegenübergestellt werden. Es zeigt sich, dass die wesentlichen verkehrstheoretischen Effekte mit ausreichender Genauigkeit berechenbar sind.



Damit liegt erstmals eine verkehrstheoretische Leistungsbewertung mobiler Satellitensysteme bei multimedialer Nutzung vor.

### *Entwurf eines Cluster-basierten ad-hoc Funknetzes*

*Dipl.-Ing., Dipl. Kaufmann Jörg Habetha*

Mündliche Prüfung: 12. Juli 2002

#### **Kurzfassung**

Im Februar 2000 wurde vom Projekt ETSI/BRAN<sup>1</sup> der Standard HiperLAN/2 verabschiedet, der ein mit dem OFDM Verfahren auf 20 MHz brei-



ten Kanälen übertragendes, zentral gesteuertes, drahtloses Local Area Network für Datenkommunikation mit bis zu 54 Mbit/s bei 5 GHz spezifiziert. In einer Weiterentwicklung des Standards für selbstkonfigurierende Funknetze kann die zentrale Steuerung der Funkübertragung wahlweise von vielen (allen) Funkterminals durchgeführt werden. Die dafür bestgeeigneten Terminals werden dynamisch in einem dezentralen Entscheidungsverfahren bestimmt, wobei Cluster von Terminals mit je einem Clusterhead entstehen. Die Cluster sind so zu bilden, dass sie untereinander über ein zu mehr als einem Cluster gehöriges Terminal verbunden sind. Damit wird das System selbstorganisierend und flexibel an die durch Funkausbreitung, Verkehrsaufkommen der Terminals und Nutzungsszenario gegebenen Randbedingungen anpassbar: man erhält ein Plug-and-Play System, z.B. für die drahtlose Vernetzung von Video- und IT-Systemen in der Privatwohnung zu Hause. Der Autor der vorliegenden Arbeit hat entscheidende Beiträge zur mathematisch fundierten Lösung technischer Probleme der sogenannten Home Environment Extension von HiperLAN/2 geleistet und sie im Rahmen seiner Mitarbeit bei der ETSI-Standardisierung erfolgreich verankert. Diese Beiträge betreffen

- Verfahren und Protokolle zur dezentralen Festlegung des bestgeeigneten Clusterhead, wobei die Stabilität des Netzes und ein geringer Verwaltungsaufwand Zielgrößen der Optimierung sind,
- die optimale Wahl von Terminals zur Verbindung von Clustern untereinander,
- die dynamische Verwaltung der dezentralen Organisation der Netztopologie mit den Zielen, Dienstgüte<sup>2</sup> und Kontinuität der Übertragung trotz Mobilität der Terminals zu garantieren,
- das dynamische effiziente Routen zwischen Quell- und Zielterminal über dazwischenliegende, als

drahtlose Router arbeitende Terminals.

Die neu eingeführten Algorithmen werden sowohl analytisch, als auch durch stochastische Simulation mit Emulation der Protokolle bewertet. Es gelingt auch, die Systemkapazität zellulärer und clusterbasierter multihop Funknetze analytisch zu berechnen und Aussagen zur optimalen Clustergröße zu machen. Ein Vergleich mit der Verkehrsleistung des WLAN nach Standard IEEE 802.11 schließt die Arbeit ab.

<sup>1</sup> European Telecommunication Standards Institute/Broadband Radio Access Networks

<sup>2</sup> Dienstgüte definiert Werte für Parameter wie Durchsatz, (Varianz der) Wartezeit, Verlustwahrscheinlichkeit, Fehlerrate, usw.

### *Entwicklung und Leistungsbewertung von mobilen*



### *Diensten für Electronic Commerce Anwendungen*

*Dipl.-Ing. Jan Herwono*

Mündliche Prüfung: 5. November 2002

#### **Kurzfassung**

Die Einführung des Wireless Application Protocol (WAP) ist mit der Anwendung *Mobile Commerce* eng verknüpft. WAP ermöglicht beliebige elektronische Transaktionen wie Download von Klingeltönen und Spielen, Geldüberweisung, Hotel-Reservierung oder Kauf von Konzertkarten, die bargeldlos, drahtlos und

automatisiert vom mobilen Endgerät aus gesteuert werden können. Das M-Commerce-Geschäft benötigt neben optimaler Marketing-Strategie durchdachte technische Konzepte zur Realisierung der mobilen Datendienste und Anwendungen. Datenschutz und Datensicherheit spielen dabei eine entscheidende Rolle.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den wesentlichen Aspekten der Sicherheit von MCommerce Anwendungen und zeigt deren Zusammenwirkung mit existierenden Internet- und Mobilfunktechnologien sowie den technischen Einschränkungen, die sich im Mobilfunk-Umfeld vorfinden, z.B. niedriger Durchsatz, begrenzte Verarbeitungsleistung im Terminal. Die kryptographischen Verfahren und Algorithmen, der WAP-Spezifikation zur Sicherung der Kommunikation auf der Funkschnittstelle werden analysiert und deren Leistungsverhalten untersucht. Dazu wurde eine Simulationsplattform entwickelt, die eine prototypische, standardkonforme Umsetzung des Protokollstapels von WAP Version 1.2 darstellt. Die ermittelten Ergebnisse können zur Optimierung der Protokoll- und Sicherheitsparameter bei gegebenen technischen Randbedingungen herangezogen werden.

Marktstudien zeigen eine sehr starke Nachfrage nach sicheren, benutzerfreundlichen mobilen Zahlungssystem-basierten Diensten. Basierend auf WAP und bereits bestehenden elektronischen Banking Standards werden in dieser Arbeit Systemkonzepte für Mobile Banking erarbeitet und deren Leistungsfähigkeit simulativ bewertet. Es werden Systemlösungen angestrebt, welche die vorhandene Infrastruktur der Mobilfunk-Netzbetreiber und der Finanzinstitute nutzen, um zusätzlichen Kosten und Organisationsaufwand sowie die Modifikation bestehender Standards zu vermeiden. Die Abrechnung mobiler WAP-Dienste ist für die Anbieter sehr aufwendig. Unterhaltungs- und Informationsdienste (z.B. Sport-Ticker) benötigen einen schnellen und zuverlässigen Mechanismus für die



Zahlung von Kleinbeträgen (Micropayment), die Netzbetreiber-übergreifend einsetzbar sind. Es werden fünf bekannte Micropayment Protokolle auf ihre Eignung für Mobilfunk-Anwendungen untersucht. Dazu werden die notwendigen Protokoll-Anpassungen vorgenommen und zusätzliche kryptographische Maßnahmen entworfen und eingefügt.

Mobile Commerce findet nicht nur im Umfeld flächendeckender Mobilfunknetze (z.B. GSM-Netz) statt. Anwendungsszenarien wie drahtloses, bargeldloses Bezahlen an Getränkeautomaten lassen sich kostengünstig mit der Bluetooth Technologie realisieren. Da eine sekundschnelle Abwicklung der entsprechenden Zahlungs-Transaktionen erwünscht ist, wird in dieser Arbeit eine simulative Leistungsbewertung von Bluetooth durchgeführt. Darauf aufbauend wird gezeigt, mit welchen Parameterwerten ein Bluetooth System konfiguriert werden muss, damit ein gewünschtes Systemverhalten erreicht wird. Anhand eines Beispiel-Szenarios zum drahtlosen Einkaufen in einem Großmarkt wird die Kapazität eines Bluetooth Netzes untersucht. Die Ergebnisse sind auch für Szenarien in Museen oder Messehallen gültig.

---

## Projekte als Lehrform

R. Gebhardt

### Zusammenfassung

Im Grundstudium des Studienganges Technische Informatik wurde im WS 2002/03 erstmals ein **Projekt Objektorientierte Programmierung** durchgeführt. Das Konzept dazu stammt von *ComNets*. Ein Projekt unterscheidet sich von anderen Lehrformen wie Vorlesung, Übung, Praktikum oder Seminar durch das handlungsorientierte Prinzip, das der Gestaltung von Lehr- und Lernhandlung dient. Wissensvermittlung wird mit der Vermittlung berufsnaher Handlungskompetenz verbunden.

### Projekte und handlungsorientiertes Lernen

Mit Projekten sollen Lehr- und Lernhandlungen realisiert werden, die einen engen Bezug zur industriellen Berufspraxis herstellen. Die Gestaltung beruht auf dem Prinzip des handlungsorientierten Lernens. Im Mittelpunkt steht das Lernen von planvollem Handeln und das Lernen der Fähigkeit, Probleme lösen zu können. Das sind Qualifikationen, die wir auch mit *ingenieurmäßigem* Handeln verbinden können. Ein Ingenieur löst Probleme der realen Welt und wir erwarten, dass seine Lösungen, die als Produkte in Form technischer Systeme oder Dienste realisiert werden, nicht nur zweckdienlich, sondern überdies auch wirtschaftlichen und qualitativen Ansprüchen genügen. Sicherheit ist dabei ein generelles Qualitätsmerkmal.

Wesentliche Merkmale des handlungsorientierten Lernens sind:

- der Studierende steht im Mittelpunkt des Lernprozesses,
- Studierende sollen dazu befähigt werden, aktiv, rational und kritisch-reflektiv berufsnahe Alltagssituationen bewältigen zu können (berufliche Handlungskompetenz erwerben),
- der ausgewählte Lerngegenstand muss die Möglichkeit zur vertieften inhaltlichen Auseinandersetzung bieten, um darüber die Handlungskompetenz differenziert auf berufliche Situationen übertragen zu können,
- Studierende sollen selbstbestimmend die Lernhandlung mitbestimmen können (Selbststeuerung),
- Studierenden sollen Systematiken angeboten werden, die ihrem Wissenshorizont angemessen sind,
- das Lernen soll verschiedene Lernprozesse (z.B. kognitive: Wissenserwerb, affektive: Verhalten) miteinander verzahnen.

Das Prinzip des handlungsorientierten Lernen ist keine Methode, sondern

gibt Hinweise zur Gestaltung organisierter Lernhandlungen. Ein *Projekt* ist eine organisierte Lernhandlung. Die Übertragung der Merkmale des handlungsorientierten Lernens in diese Organisation realisiert eine *Projektmethode*, bei der den Studierenden die Möglichkeit geboten wird,

- in der Gruppe,
  - in konkretem Handeln,
  - an einem Produkt, System oder an einer Dienstleistung
  - selbstbestimmend und
  - in Interaktion
- zu lernen.

### Objektorientierte Programmierung

Mit dem Begriff „*Objektorientierte Programmierung*“ können verschiedenartige Sichtweisen verbunden werden. Beispiele:

- Ein Problem wird mittels objektorientierter Techniken in eine Softwarelösung überführt. Das Ergebnis ist ein Programm, dessen Verhalten durch die Interaktion von Objekten bestimmt ist. Die Vorgehensweise ist *lösungsorientiert*.
- Objektorientierte Analyse, objektorientiertes Design und objektorientierte Implementierung sind logisch unterscheidbare Phasen jeder objektorientierten Programmierung mit jeweils unterschiedlicher Zielsetzung. Die Vorgehensweise ist *phasenorientiert*.
- Der Problemlöseprozess (Entwicklungsprozess) wird unabhängig vom konkreten Problem auf der Basis der zuvor genannten Phasen strukturiert und geordnet (Vorgehensmodell). Das konkrete Problem wird durch Anwendung des Vorgehensmodells in eine konkrete Lösung überführt. Die Vorgehensweise ist *modellorientiert*. Sie kann auch als *qualitätsorientiert* bezeichnet werden, weil das Ergebnis durch das Vorgehensmodell bestimmte Qualitätsmerkmale, z.B. Wiederverwendung, aufweist.

Der Problemlöseprozess wird als ar-

beitsteiliger Prozess organisiert. Projekte sind eine verbreitete Organisationsform. Objektorientierte Programmierung findet auf der Basis eines gemeinsamen Prozessverständnisses (konsensuell) statt. Mangelnder Konsens gefährdet die Qualität des Ergebnisses und stellt diesbezüglich und wirtschaftlich ein Risikopotenzial dar.

### Das Projektangebot

Das Projekt *Objektorientierte Programmierung* repräsentiert ein Lernangebot in Form von Projekten, die sich in unterschiedlicher Form mit Aspekten der objektorientierten Programmierung befassen und die Prinzipien des handlungsorientierten Lernens in unterschiedlicher Form interpretieren. Studierende können sich entsprechend ihren persönlichen Neigungen und Fähigkeiten zur Teilnahme an einem angebotenen Projekt entscheiden. Sie sollten dabei ein Projekt auswählen, zu dem sie glauben, dass sie sich entsprechend ihrer Vorkenntnisse am besten einbringen können. Dies ist dem Konzept der Projektmethode am zuträglichsten. Die Entscheidung muss aufgrund der vorliegenden Projektbeschreibungen getroffen werden. Werden Projekte überbelegt, wird eine Umverteilung durch die zentrale Organisation vorgenommen. Dabei wird natürlich versucht werden, den persönlichen Präferenzen entgegenzukommen. Nach einer gemeinsamen Einführungssequenz von drei Vorlesungsterminen, findet die konkrete Projektarbeit in den einzelnen Lehrstühlen und Instituten statt. Zum Ende des dritten Termins erfolgt die endgültige Verteilung auf die angebotenen Projekte. Die Kriterien für eine erfolgreiche Teilnahme werden durch die lokalen Projektbedingungen der Lehrstühle und Institute bestimmt.

Das Projektangebot berücksichtigt die Platzierung dieses Projektes im 3. Semester. Dies bedeutet, dass keine besonderen Fähigkeiten in objektorientierter Implementierung vorausgesetzt werden. Die Projekte werden sich deshalb vornehmlich mit den

Phasen der objektorientierten Analyse und des Entwurfes befassen. Die Rahmenbedingungen werden jedoch so beschaffen sein, dass auch ablauf-fähige Programme realisiert werden können.

Projektkompetenz ist ein generelles Ziel, das mit der Lehrform Projekt verbunden ist. Sie orientiert sich an industriellen Projekten. Kompetenz bezeichnet die Fähigkeit, Vorgehensweisen und Entscheidungen in einem Problemlöseprozess fachlich, methodisch (Qualität) oder wirtschaftlich begründen und Dritten nachvollziehbar darstellen und erläutern zu können.

### Objektorientierung

Es ist für den Anfänger schwer, mit *Objektorientierung* konkretes Handeln zu verbinden. Orientierung besagt ja lediglich, man orientiert sich an Objekten. Gemeint ist damit allerdings, dass eine Softwarelösung zu einem Problem auf der Interoperabilität von Objekten mit wohldefinierten Fähigkeiten und Eigenschaften beruht. Die Schwierigkeit für den Anfänger liegt darin, dass er keine Kriterien kennt, nach denen Objekte zu bestimmen sind. Hinzu kommt, dass die Beschreibung von Objekten mittels Klassen erfolgt, die ihrerseits eine Menge gleichartiger Objekte repräsentieren können.

Klassen sind ein Beschreibungsschema für die mit einer Klasse verbundenen Eigenschaften und Fähigkeiten (Attribute, Operationen). Objekte werden aus Klassen instanziiert, die dafür aufgrund bestimmter Überlegungen vorgesehen sind. Klassen und Assoziationen zwischen Klassen sind die grundlegenden Darstellungsmittel zur Beschreibung einer objektorientierten Softwarelösung.

In der Einführungssequenz wird Objektorientierung vom Standpunkt objektorientierter Strukturierung und deren Darstellung mit den Mitteln der Unified Modeling Language (UML) behandelt.

Nach *Booch* sind die Prinzipien der *Kapselung*, der *Abstraktion*, der

*Modularität* und *Hierarchisierung* notwendige Denkmuster, auf denen sich objektorientiertes Denken gründet. Bei genauer Betrachtung sind damit die Fähigkeiten zur *Klassifikation* und *Differenzierung* eng verbunden. Abstraktion impliziert Klassifikation und Klassifikation ist Abstraktion mit dem Ziel der Kapselung. Ergebnisse von Klassifikation und Differenzierung werden in Klassendiagrammen dargestellt. Die Beziehungen (Relationen) zwischen Klassen heißen *Assoziationen*. Die *Spezialisierungs-/Generalisierungsrelation* und die *Aggregation/Komposition* sind grundlegende Assoziationen. Den Prinzipien der Hierarchisierung und Differenzierung kann damit bereits vielfältig entsprochen werden. Das in objektorientierter Technik verbreitete Vererbungsprinzip benutzt die Spezialisierungsrelation für Vererbungspfade. Für die Verifikation von Klassenstrukturen wird auf die Bedeutung von Metaebenen für die Klassifikation und Differenzierung eingegangen. Insgesamt wird eine Begriffssystematik eingeführt, die es erlaubt, die mit konkreten Entwicklungsumgebungen oder spezifischen Interpretationen objektorientierter Programmierung verbundene spezielle Begrifflichkeit mit diesen allgemeinen Konzepten abzugleichen oder einzuordnen.

### ComNets Projekt

ComNets hat als Projekt eine verkürzte Variante des bereits mehrfach erfolgreich durchgeführten CORBA-Projekt angeboten. Es bietet genügend Substanz, um allen Anforderungen des Projektkonzeptes gerecht werden zu können.

Es ist immer wieder erfreulich, zu beobachten, wie Studierende die Besonderheiten des Arbeitens im Team selbst erfahren und über die Projektmoderation lernen, ihre individuelle Arbeitsweise konstruktiv in den Dienst des Projektzieles einzustellen. Ein Team umfasst nicht mehr als fünf Mitglieder, wovon einer die Rolle des Projektleiters wahrnimmt.

# ComNets Leistungsanalyse

R. Gebhardt, P. Sievering

## Grundstruktur Bewertungsmodell

Die Leistungsanalyse (LA) dient der Leistungsbewertung von Kommunikationssystemen. Leistung steht in der Regel für Verkehrsleistung. Das bedeutet, die Verkehrstheorie ist Grundlage zur Spezifikation von Leistung. Das Analysemodell integriert alle am Leistungsverhalten beteiligten Komponenten. Das sind insbesondere Komponenten, welche bezüglich einer betrachteten Schnittstelle am Leistungsverhalten beteiligt

sind. Ein Bewertungsmodell benutzt das Analysemodell zur Ermittlung der spezifizierten Leistungskennzahlen.

In der Abbildung sind das generische Bewertungsmodell (Metamodell der ComNets Leistungsbewertung) und ein konkretes Tetra-Bewertungsmodell dargestellt. Es beschreibt die Analyse auf einer *konzeptionellen* Ebene.

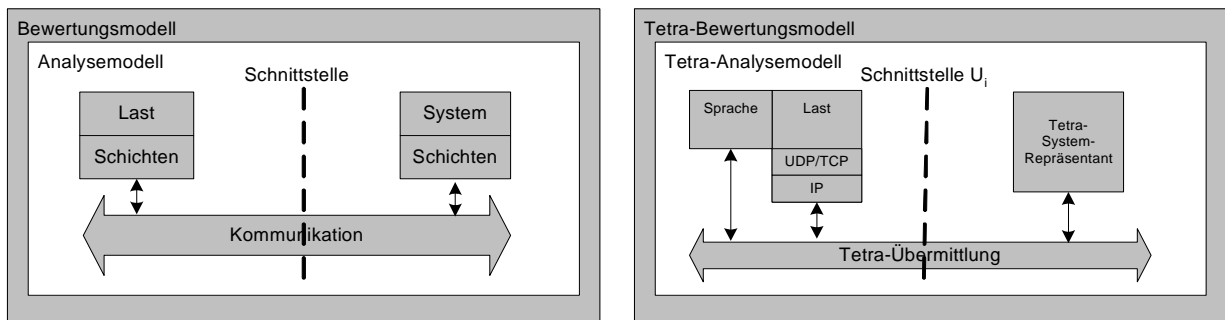
## Infrastruktur zur Darstellung des Bewertungsmodells

Für die Darstellung konkreter Modelle dienen zwei Darstellungsebenen: die SDL-Darstellung (SDL: Specification and Description

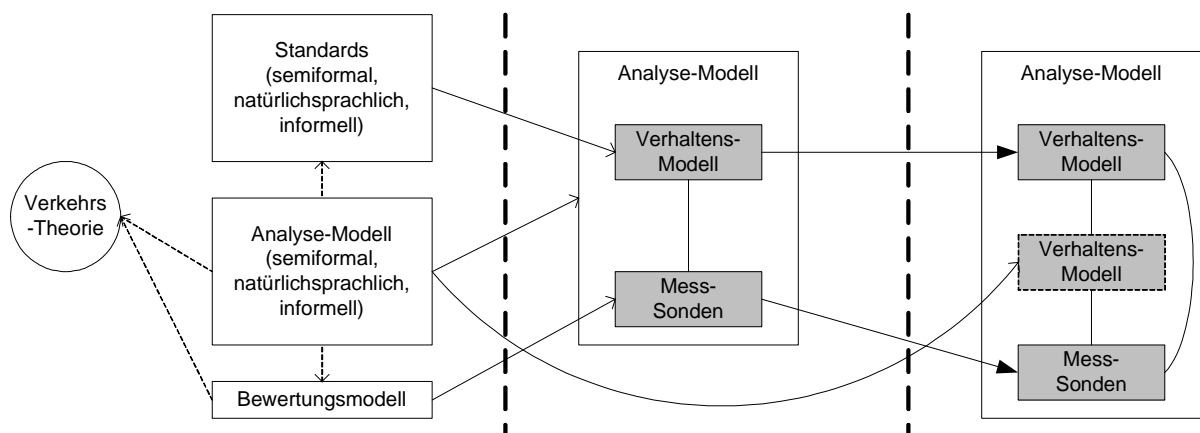
Language) und die SPEET-Darstellung (SPEET: SDL based Performance Evaluation Environment and Tools). Die SDL-Ebene dient nicht zur Repräsentation aller Komponenten des Analysemodells. Aus der SDL-Darstellung werden per Transformation mit Hilfe des Werkzeuges SDL2SPEETCL SPEET-Darstellungen generiert. Diese Darstellungen werden in einen in der SPEET-Ebene manuell eingerichteten Rahmen integriert.

## Typische Komponenten für die SDL-Darstellung

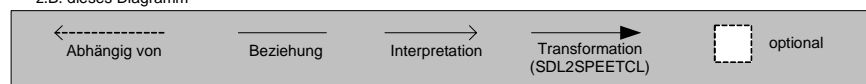
Das Analysemodell in der SDL-Darstellung ist von zentraler Bedeutung.

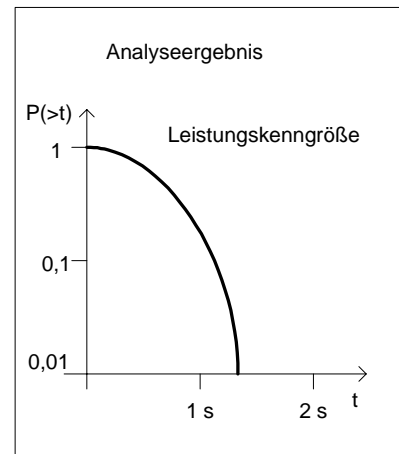
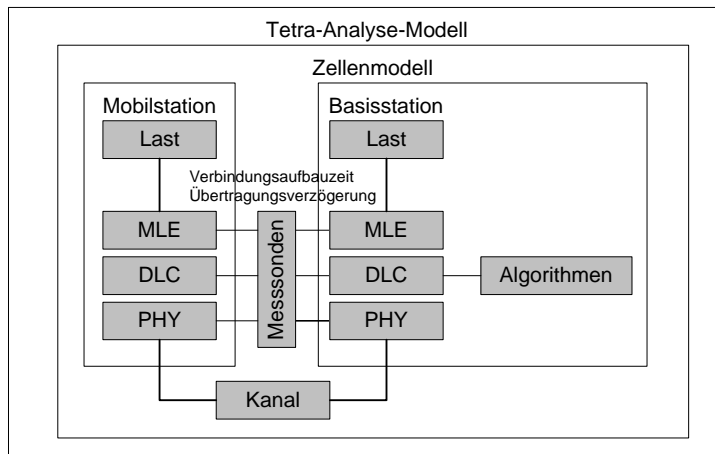


Darstellungsebenen für Modelle		
Konzeptebene	SDL-Ebene	SPEET-Ebene



Informell: jede nicht standardisierte Form, z.B. dieses Diagramm





Es integriert die Messsonden, die aus der Interpretation des Bewertungsmodells in Verbindung mit der Analyseaufgabe identifiziert werden. Die Verhaltensmodelle sind typischerweise Schichten eines Protokollstapels.

### Typische Komponenten für SPEET-Darstellung

Die Transformation der SDL-Darstellungen in die SPEET-Darstellung bedingt, dass jedes Modell in der SDL-Darstellung auch eine Repräsentation in der SPEET-Darstellung hat. Zusätzlich werden abhängig von der Analyseaufgabe weitere Verhaltensmodelle integriert. Beispiele sind Kanalmodelle, Lastmodelle, Mobilitätsmodelle oder topografische Modelle für Funkausbreitung.

Die SPEET-Darstellung beinhaltet alle Komponenten, um das Analysemodell im Rahmen einer ereignisgesteuerten Simulation ausführen zu können. Für die Ergebnisdarstellung stellt die SPEET-Infrastruktur Mittel zur statistischen Auswertung und grafischen Aufbereitung bereit.

## Exkursion zu Vodafone D2

Guido Gehlen

Auch in diesem Jahr wurde eine Exkursion zu Vodafone D2 nach Düsseldorf organisiert. Insgesamt 30

Personen, Studierende sowie Assistenten der Elektrotechnik und der BWL tauchten für einen Tag in die Kommunikationswelt der Zukunft ein.

Nach einem kurzen Überblick in die Struktur von Vodafone D2 und in das Vodafone Testcenter, wurde uns eine UMTS Datenverbindung vorgeführt. Zwei Siemens UMTS Endgeräte, an einem Laptop angeschlossen, bauten eine Internetverbindung auf mit 384 kbit/s. Der Laptop diente lediglich

zur Anzeige eines Videostreams, da die Leistungsfähigkeit der zurzeit verfügbaren UMTS Endgeräte dazu noch nicht ausreicht.

Danach wurde die Geschichte, Stand der Technik und die Zukunft der Vodafone Netztechnik im Testcenter dargeboten.

Angefangen mit den Anlagen zu Beginn der GSM Ära über GPRS Netzelemente bis hin zu ersten UMTS Anlagen wurde so die Evolution der Mobilfunktechnik deutlich.



Erste Versuche auf dem UMTS Endgerät ...

Im Anschluss gab uns Dr. A. Baier Auskunft über die strategische Planung des UMTS Netzaufbaus und die zu erwartenden UMTS Dienste. Konkrete Anwendungen insbesondere UMTS-Streaming Dienste wurden von Dr. M. Guntermann präsentiert und konnten live mit einigen Endgeräten ausgetestet werden. In der folgenden Diskussionsrunde wurden Fragen zur Technik und derzeitige Arbeitsmöglichkeiten bei Vodafone D2 angesprochen und geklärt.





## Diplomarbeitsthemen

RegNr	Thema	Datum
738	Formale Spezifikation und Entwicklung eines Simulationswerkzeuges zur Leistungsbewertung des Bluetooth-Protokollstapels Formal Specification and Development of a Simulation Tool for the Performance Evaluation of the Bluetooth Protocol Stack	08.10.2001
741	Konzeption und Realisierung von Spracherkennung und -synthese zur Dienststeuerung eines Java-basierten Kommunikationsmanagement- und Unified Messaging-Systems Concept and Implementation of Voice-Recognition and -Synthesis for Service Control of a Java-based Personal Call Management and Unified Messaging System	28.09.2001
742	Entwicklung und Validierung eines Empfängermodells zur Untersuchung von Störeinflüssen in nicht-synchronen Funknetzen Development and validation of a receiver model to investigate interference in asynchronous radio networks	02.10.2001
743	Implementierung und simulative Leistungsbewertung von Soft und Softer Handover Verfahren in UMTS Implementation and Performance Evaluation of Soft and Softer Handover Algorithms in UMTS	15.11.2001
744	Konzeption und Realisierung einer MExE-konformen Ausführungsumgebung für mobile Endgeräte der 2. und 3. Generation Concept and Implementation of a MExE-compliant execution environment for enhanced 2G and 3G mobile devices	09.11.2001
745	Simulative Untersuchung von vertikaler Protokollkommunikation zur Kanalabhängigen Ansteuerung adaptiver Quellcodierer Evaluation of Vertical Protocol Communication for a Channel-Dependent Control of Adaptive Source Coders	18.01.2002
746	Terminal zu Terminal Betrieb und Funkmittelverwaltung in ad hoc Netzen mit QoS Unterstützung Terminal to terminal operation and radio resource management in QoS supporting ad hoc networks	05.12.2001
747	Dynamische Frequenzplanung im 5 GHz Band unter Berücksichtigung von Ad Hoc und Multi-hop Kommunikation Dynamic Frequency Selection in the 5 GHz Band in Consideration of Ad Hoc and Multi-hop Communication	17.12.2001
748	Entwicklung und Leistungsbewertung optimierter Verfahren zur Dienstgüteverwaltung in EGPRS-Netzen Development and Performance Evaluation of Optimized Quality of Service Management Techniques in EGPRS Networks	09.01.2002
749	TETRA-Funknetzdimensionierung TETRA-Radio Network Dimensioning	01.10.2001
750	Bewertung von Verfahren zur Verwaltung der Funkbetriebsmittel in UMTS Funknetzen betrieben im TDD Modus mit 3.84 Mchip/s und 1.28 Mchip/s Evaluation of Radio Resource Management Algorithms in UMTS Networks Operated with TDD Mode with 3.84 Mchip/s and 1.28 Mchip/s	24.01.2002
751	Entwicklung und Bewertung von Verkehrslastgeneratoren zur Modellierung von Sprach- und Daten-Gruppenkommunikation Design and Evaluation of Traffic Load Generators for Voice and Data Group Communication	15.01.2002
752	Leistungsbewertung verschiedener Konfigurationen der physikalischen Schicht in UMTS Performance Evaluation of different UMTS Physical Layer Configurations	21.12.2001
753	Entwicklung und Leistungsbewertung von Koexistenz und Zusammenarbeit fördernder Verfahren in IEEE 802.11e zur Untersuchung im Spektrum konkurrierender Funknetze Coexistence and Interworking in IEEE 802.11e in Competition Scenarios of Overlapping Wireless Networks	31.01.2002
754	Untersuchung von Signalisierungsprozeduren für adaptive Modulation bei HIPERLAN/2 Investigations of Signaling Procedures for Adaptive Modulation in HIPERLAN/2	12.02.2002

755	Frequenzübergreifende Multi-hop Ad Hoc Kommunikation im WLAN IEEE 802.11a bei 5 GHz Multi-hop Ad Hoc Communication Across Frequency Channels for WLAN IEEE 802.11a at 5 GHz	08.02.2002
756	Leistungsbewertung von Conversational-Anwendungen über EGPRS Performance Evaluation of Conversational Applications over EGPRS	15.02.2002
757	Untersuchung zusätzlicher Kapazität für die UMTS Abwärtsstrecke durch dynamische Allokierung weiterer Frequenzbereiche und adaptive Modulations- und Kanalvergabefahren Analysis of Additional Downlink Capacity for UMTS by Dynamic Frequency Allocation and the High Speed Downlink Packet Access Mode with Adaptive Modulation	15.02.2002
758	Algorithmen zur Sendeleistungssteuerung in HiperLAN/2 und IEEE 802.11a Ad Hoc Netzen Transmit Power Control Algorithms for HiperLAN/2 and IEEE 802.11a Ad Hoc Networks	19.03.2002
759	Algorithmen zur Funkressourcensteuerung und Verbindungsannahmesteuerung und deren Einfluß auf die Dienstgüte in EGPRS Netzen Radio Resource Control (RRC) and Connection Admission Control (CAC) algorithms and their Influence on the Quality of Service (QoS) in EGPRS networks	16.05.2002
760	Modellierung und Simulation des Random Access Channel (RACH) in UMTS Modelling and Simulation of the Random Access Channel (RACH) in UMTS	19.03.2002
761	Entwicklung und Untersuchung der Grundlagen für systemunabhängiges IP-Routing Development of Framework Methods for Infrastructure-Independent IP Routing Protocols	19.03.2002
762	Entwurf und Implementierung eines generischen Simulationssystems zur Leistungsbewertung paketvermittelter Netze Conception and Implementation of a Generic Simulation System for Performance Analysis of Packet Switched Networks	10.06.2002
763	Lastabhängige Leistungsbewertung von GPRS-Datendiensten durch Betrachtung von realen Netzen Load-Dependent Performance Evaluation of GPRS-Data Services in live Networks	18.06.2002
764	Spezifikation und Leistungsanalyse des High PERformance Metropolitan Area Network (HIPERMAN) Protokolls Formal Specification and Performance Evaluation of the High PERformance Metropolitan Area Network (HIPERMAN) protocol	08.07.2002
765	Leistungsbewertung von Multi-Hop-Konzept für IEEE 802.11e Performance Evaluation of Multi-Hop concept for IEEE 802.11e	19.06.2002
766	Entwicklung und Leistungsbewertung von Frequenzbasierten Multi-Protokollen und Multi-Hop System in heterogene Netze Implementation and Performance Evaluation of Frequency based Multi-Protocol and Multi-Hop System in Heterogeneous Network	19.06.2002
767	Entwicklung und Validierung einer Rahmenstruktur zur Interaktion zwischen Funknetzen und GPRS/EGPRS Development and Validation of a Framework for System-Interaction between WLAN and GPRS/EGPRS	15.07.2002
768	Entwicklung und Leistungsbewertung von Zeitbasierten Multi-Protokollen und Multi-Hop System in heterogene Netze Implementation and Performance Evaluation of Time based Multi-Protocol and Multi-Hop System in Heterogeneous Network	22.07.2002
769	Analytische Leistungsbewertung von Echtzeitanwendungen in paketvermittelnden Mobilfunksystemen unter Verwendung des Fluid-flow Modells Analytical Performance Evaluation of Real-time Applications in Packetswitched Mobile Radio Networks using the Fluid-flow Model	28.08.2002
770	Analyse und Bewertung von Firewall- und VPN-Protokollarchitekturen sowie Konzeptionierung einer leistungsfähigen Systemlösung Analysis and Evaluation of Firewall and VPN Protocol Architectures as well as Design Proposal for an Efficient System Solution	30.08.2002
771	Kanalzuweisungsstrategien in EGPRS Netzen Channel assignment strategies in EGPRS networks	12.09.2002



## Wissenschaftliche Mitarbeiter

Name	Titel	Kürzel	Telefon	Raum
Althoff, Marc Peter	Dipl.-Ing.	mpa	80-25829	W105/I
Berlemann, Lars	Dipl.-Ing.	ber	80-27916	W107
Clavijo, Martha	MS.ECE	cla	80-27915	W102
Einhaus, Michael	Dipl.-Ing.	ein	80-23923	M323/III
Farjami, Peyman	Dipl.-Ing.	pemi	80-27918	W202
Forkel, Ingo	Dipl.-Ing.	ifl	80-27915	W102
Fornefeld, Ulrich	Dipl.-Ing.	ufo	80-27916	W107
Gebhardt, Reinhold	Dr.-Ing.	geb	80-20548	W103
Gehlen, Guido	Dipl.-Ing.	guge	80-27918	W202
Hamacher, Christian	Dipl.-Ing.	ham	80-27912	M226
Heier, Silke	Dipl.-Ing.	she	80-27928	M221/III
Herwono, Ian	Dipl.-Ing.	ian	80-27248	W105/II
Hiertz, Guido Roland	Dipl.-Ing.	grh	80-25829	W105/I
Hoymann, Christian	Dipl.-Ing.	hoy	80-27954	W209
Ilnich, Tim	Dipl.-Ing.	tim	80-27954	W209
Jain, Prabhat	Dipl.-Ing.	pra	80-27920	M229
Kemper, Andreas	Dipl.-Ing.	kem	80-28576	M323/I
Klein, Ole	Dipl.-Ing.	ole	80-28575	M323/II
Kriengchaiyapruk, Tham	MS.ECE.	tham	80-27917	W104
Kuypers, Dirk	Dipl.-Ing.	dk	8793779	W101
Malkowski, Matthias	Dipl.-Ing.	mal	80-27911	M221/II
Mangold, Stefan	Dipl.-Ing.	smd	80-27248	W105/II
Oh, Seoung-Hoon	Dipl.-Ing.	oh	80-23923	M 323/III
Orfanos, Georgios	Dipl.-Ing.	orf	80-27919	M221/I
Pabst, Ralf	Dipl.-Ing.	pab	80-25828	W108
Peetz, Jörg	Dipl.-Ing.	jp	80-27919	M221/I
Plitsis, Grigorios	Dipl.-Ing.	pli		
	M.Sc. Management		80-27920	M229
Rokitansky, Carl-Herbert	Prof. Dr.	roki	80-27924	W203
Schinnenburg, Marc	Dipl.-Ing.	msg	80-27911	M221/II
Schultz, Daniel	Dipl.-Ing.	dcs	80-27916	W107
Siebert, Matthias	Dipl.-Ing.	mst	80-25828	W108
Sievering, Peter	Dipl.-Ing.	psi	8793779	W101
Stuckmann, Peter	Dipl.-Ing.	pst	80-27915	W102
Sumaryo, Sony	Ir. MT.	sny	80-28576	M323/I
Tuchel, Horst	Akad. Direktor			
	Dr.-Ing.	tu	80-27930	W201
Weiß, Erik	Dipl.-Ing.	erw	80-28575	M323/II
Wijaya, Harianto	Dipl.-Inf.	hari	80-27954	W209
Zhao, Rui	Asc.	rui	80-27916	W107

## Mitgliederwerbung

Wir haben auf der letzten Seite einen Aufnahmeantrag für unseren Verein beigelegt. Sprechen Sie als Mitglied bitte Freunde und Kollegen an, sich unserem Verein anzuschliessen.

### Impressum

Herausgeber: **Verein der Freunde und Förderer des Lehrstuhls für Kommunikationsnetze (FFV)**

Redaktion: **Reinhold Gebhardt, Horst Tuchel**

Tel.: **0241/80-27910**, Fax: **0241/80 22-242**

## Protokoll

*der 5. ordentlichen Mitgliederversammlung des Fördervereins Lehrstuhl Kommunikationsnetze e.V.*

### Mitgliederversammlung

am Freitag, den 22. März 2002 um 18:00 Uhr RWTH Aachen, Ahornstr.

Anwesend waren 26 Mitglieder. Das Protokoll folgt der vorgegebenen Tagesordnung.

#### 1. Begrüßung

Der Vorsitzende Herr Dr. Norbert Niebert begrüßt die Mitglieder und stellt Beschlussfähigkeit der Mitgliederversammlung fest.

#### 2. Bestimmung des Protokollführers

Als Protokollführerin stellt sich Carmelita Görg zur Verfügung.

#### 3. Bericht des Vorstandes

Herr Dr. Niebert berichtet über die Aktivitäten des Vereins im vergangenen Jahr: *Freundeskreistreffen, Neugestaltung der Internetseiten (<http://www.comnets.rwth-aachen.de/~friends/>), Lehrbuchsponsoring (Verkauf des Mobilfunkbuches an die Studenten zum Skriptpreis), ComNets News, ein erster Konferenzbesuch eines Assistenten unterstützt durch den Verein, etc.*

Die Vorteile für Mitglieder werden kurz zusammengefasst und darauf hingewiesen, dass insbesondere Anregungen aus dem Kreis der Ehemaligen willkommen sind, z.B. zur Anregung von Themen für Workshops.

In 2001 fanden keine speziellen Workshops statt, diese Aktivität soll jedoch weiter beibehalten werden. Ein weiterer möglicher Veranstaltungsort ist die Universität Bremen (Prof. Görg). Als mögliche Themen werden: Simulation von Kommunikationsnetzen und Ad-Hoc Netze genannt.

Die neuen von der EU geförderten Veranstaltungen der sog. Networks of Excellence bieten eine weitere Möglichkeit den Freundeskreis einzubeziehen. Herr Gude weist daraufhin, dass ein Workshop zu den betriebswirtschaftlichen Aspekten der Berufsplanung sinnvoll wäre.

#### 4. Kassenbericht

Der Schatzmeister Herr Dr. Tüchel berichtet über die Einnahmen und Ausgabensituation des vergangenen Jahres sowie die Planungsdaten des nächsten Jahres. Kasse und Planung für 2002 sind ausgeglichen.

Für 2002 sind ca. 10500 Euro an Ausgaben vorgesehen. Als weitere Ausgaben wird die Ausstattung der Lehrstuhlmannschaft mit Trikots für das Fußballturnier genannt.

Die Mitgliedsbeiträge werden auf volle Eurobeiträge festgesetzt:

- Persönliche Mitglieder 20 Euro,
- Firmen (< 50 Mitarbeiter) 400 Euro,
- Firmen (>50 Mitarbeiter) 1250 Euro.

Abstimmung: einstimmig (keine Gegenstimmen, keine Enthaltungen)

#### 5. Bericht über die Kassenprüfung

Der Kassenprüfer (J. Peetz) bestätigt die ordnungsgemäße Kassenführung des Schatzmeisters.

#### 6. Entlastung des Vorstandes

Herr Gude stellt den Antrag zur Entlastung des Vorstandes.

Der Vorstand wird einstimmig (ohne Gegenstimme, ohne Enthaltungen) entlastet.

#### 7. Neuwahl des Vorstandes und der Kassenprüfer

Prof. Walke ist laut Satzung zweiter Vorsitzender.

Folgende Zusammensetzung des Vorstandes wird vorgeschlagen:

- 1. Vorsitzender: Norbert Niebert
- 2. Vorsitzender: Bernhard Walke (siehe oben)
- Schriftführer: Carmelita Görg
- Kassenwart: Horst Tüchel

Abstimmung: einstimmig (keine Gegenstimme, keine Enthaltung, Durchführung: M. Gude)

Alle nehmen die Wahl an.

#### 8. Wahl des Beirats

Vorsitz: Bernhard Walke

(Bisheriger Beirat: Junius, Brass, Geulen, Richter)

Als neuer Beirat werden einstimmig gewählt:

- Martin Junius,
- Jörg Habetha,
- Herbert Steffan,
- Mathias Hoder.

Als Kassenprüfer wird Herr Peetz gewählt.

#### 9. Verschiedenes

Die weitere Diskussion wird aus Zeitgründen ins Restaurant Esprit verlegt.