Kapitel 6

Networking und Multimedia

„Networking“ bildet den Oberbegriff für eine Vielzahl von Aktivitäten im Bereich vernetzter Systeme.

Unternehmensweite Vernetzungslösungen, die Sprache und Daten auf einem einzigen Trägernetz integrieren, bilden einen Schwerpunkt der Gruppe. Die untersuchten Fragestellungen reichen von der Netzwerkkonzeption und dem Netzwerkdesign bis hin zur Untersuchung der technischen Realisierbarkeit mit am Markt verfügbaren Produkten. Neben dem Asynchronen Transfer Modus (ATM) und proprietären Multiplexverfahren steht in diesem Zusammenhang zunehmend das Internetprotokoll IP (Stichwort IP-Telefonie) im Blickpunkt des Interesses. Konzeptionelle Überlegungen werden gestützt durch Untersuchungen im institutseigenen ATM-Netzwerk und Berechnungen mit Hilfe von Netzwerksimulatoren.

Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Analyse und anwendungsnahe Entwicklung von Protokollen. Multicast bezeichnet eine Form der Punkt-zu-Mehrpunktkommunikation: Ein Multicast-Sender verschickt die Daten genau einmal. Das Übertragungsnetzwerk sorgt dafür, daß jeder Interessent eine Kopie erhält. Hochbandbreitige Multicastkommunikation kommt zum Beispiel im Projekt „3V – Verteilte Verkehrssimulation und Visualisierung im Gigabit-Testbed West“ zum Einsatz, um zentral berechnete Daten an verschiedenen Standorten zeitgleich zu visualisieren. Bei der Protokollentwicklung steht die *verläßliche* Multicastkommunikation im Vordergrund. Der Standarddienst des Internets „IP-Multicast“ bietet weder eine verläßliche Übertragung, wie sie TCP für den Unicast-Fall gewährleistet, noch verfügt IP-Multicast über Mechanismen zur Flußsteuerung.

Mit dem World Wide Web ziehen die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien auch in den Lehrbetrieb der Universität ein. Im Verbund mit anderen Partnern entwickelt die Arbeitsgruppe Werkzeuge um Vorlesungen, Seminare u.ä. effizient durch zusätzliche Angebote im WWW zu vervollständigen (Projekt „Virtus“). Darüber hinaus wird ein Forum entwickelt, das eine interaktive Simulation politischen Handelns in globalen Szenarien umfaßt (Projekt „Nikos“). Beide Projekte profitieren von den Erfahrungen, die unsere Arbeitsgruppe durch die in Kooperation mit der ARD durchgeführten virtuellen Börse „Zasterix“ anläßlich der Fußballweltmeisterschaft 1998 in Frankreich sammelte.

6.1 Realisierbarkeit eines ATM-basierten Corporate Networks

Eine Machbarkeitsstudie für das Deutsche Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR).

Ziel der Studie war die Diskussion der verschiedenen Realisierungsvarianten, die sich für ein Corporate Network (CN) des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt bieten, welches sieben zentrale Standorte verbindet. Das Hauptaugenmerk galt dabei der Bewertung von ATM im Kontext der konkurrierenden Technologien. Die Integration von Sprache und ATM bildete einen weiteren Schwerpunkt.

In dieser Studie wurden die technischen Grundlagen eines unternehmensweiten Sprach-Datennetzes mit ATM als Basistechnologie durch unsere Arbeitsgruppe untersucht. ATM, als generisches Multiplex- und Vermittlungsverfahren, gilt als Basis für universelle Breitbandnetze der Zukunft, weil erst damit eine flexible Nutzung der heute angebotenen Bandbreiten möglich wird. Vor allem der langsame Standardisierungsprozeß bremste die Euphorie der frühen 90er Jahre und läßt ATM heute vielfach als die ewige Technologie der Zukunft erscheinen. Neben ATM sind proprietäre statistische Multiplexer oder Frame-Relay Switches noch oft in Corporate Networks zu finden. In jüngster Zeit konzentriert sich die öffentliche Diskussion außerdem auf die Sprachübertragung mittels des Internetprotokolls IP.

Kernpunkte der Studie waren die Positionierung von ATM als CN-Basistechnologie, die Eignung von ATM zur Sprachübertragung, die Implikationen beim Einsatz von ATM auf 2 Mbit/s (E1) Leitungen sowie die Art des Interworking zwischen ISDN und ATM. Beim Interworking sind zwei Fälle zu unterscheiden: Bei „ISDN-basierter Vermittlung“ wird die ATM-Verbindung wie eine Standardfestverbindung verwendet. Wesentlich fortschrittlicher ist die „ATM-basierte Vermittlung“. Dabei werden die Gespräche nicht mehr auf ISDN-, sondern direkt auf ATM-Ebene vermittelt. Eine verbesserte Sprach-Datenintegration, Vorteile bei Multi-Hop Umgebungen und eine gute Skalierbarkeit sprechen für diese moderne Vermittlungsvariante. Verfügbare, interoperable Lösungen sind noch selten. Eine der am Markt präsenten Lösungen kam bei dem im folgenden beschriebenen Projekt zum „Aufbau eines Sprachdienstes im B-WiN unter Verwendung von ATM-basierter Vermittlungstechnik“ zum Einsatz. Die Studie schloß mit einer Realisationsskizze eines DLR-weiten Netzes zur Sprach-Datenintegration.

6.2 Telefonie im Breitbandwissenschaftsnetz

Ein Projekt zum Aufbau eines Sprachdienstes im B-WiN unter Benutzung von ATM-basierter Vermittlungstechnik.

Im Rahmen eines Pilotprojekts zum Aufbau eines Sprachdienstes im B-WiN werden die Telekommunikations-Anlagen der RWTH Aachen, der Universitäten Düsseldorf, Köln und Münster unter Benutzung von ATM-basierter Vermittlungstechnik über das B-WiN verbunden.

Dieses technologisch fortgeschrittene Konzept ist, wie im vorigen Abschnitt beschrieben, in der Lage, ohne den Einsatz großer Transit-TK Vermittlungssysteme den Sprachverkehr im B-WiN für alle potentiellen Teilnehmer eines DFN-weiten Corporate Networks flexibel und effizient zu routen. Durch Nutzung von Least Cost Routing und Break-Out Technik können Telefongespräche zukünftig zum großen Teil über das B-WiN zum Zielort und so zu stark ermäßigten Kosten geführt werden. Untersucht werden u.a. die Skalierbarkeit der eingesetzten Technik, die Interoperabilität mit den im B-WiN verwendeten ATM-Switches sowie die Interoperabilität mit verschiedenen TK-Anlagen und TK-Signalisierungsprotokollen.

Zusammen mit dem Rechenzentrum der Universität zu Köln baute unsere Arbeitsgruppe zunächst die notwendige Hard- und Softwareinfrastruktur auf und übernahm danach das Konfigurations- und operative Management der Komponenten. Die „IGX“ Produktlinie der Firma Cisco wurde nach eingehender Marktanalyse als Hardwareplattform ausgewählt. Schon wenige Tage nach der vollständigen Installation der Hardware konnten erste Testgespräche geführt werden.

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF), dem Ministerium für Schule, Wissenschaft, Weiterbildung und Forschung (MSWWF) des Landes Nordrhein-Westfalen und dem DFN-Verein gefördert.

6.3 Verläßliche Multicastkommunikation im Internet

„Multicast allows application developers to add more functionality without significantly impacting the network“ (Scott Bradner, Harvard)

Punkt-zu-Punkt Verbindungen (Unicast) auf Basis des Transmission Control Protocols, kurz TCP, bilden mit weit über 90% den Löwenanteil aller Verbindungen im Internet und das, obwohl viele Übertragungen logisch Punkt-zu-Mehrpunkt Beziehungen sind. Die Verteilung von Dokumenten, Softwareupdates oder Tickerinformationen sind Beispiele für solche Anwendungen. Beispielhaft sei der Tag erwähnt, als Mircosoft den Internet-Explorer in der Version 3.02 zum kostenlosen Download im World Wide Web anbot: Innerhalb des ersten Tages übertrugen mehr als 55000 Anwender eine Kopie der Datei. Wie üblich, wurde Unicast zur Übertragung eingesetzt, so daß der Server 55000 mal die gleiche Datei versenden mußte und damit das Übertragungsnetzwerk stark belastete – dabei hätte es u.U. genügt die Datei nur einmal zu versenden, allerdings per Multicast. Der Hauptgrund, warum Multicast dennoch keine Verwendung fand, gründet auf der Tatsache, daß der Standarddienst zur Multicastkommunikation im Internet, „IP-Multicast“ genannt, keine *verläßliche* Datenübertragung gewährleistet. D.h. es ist nicht gewährleistet, daß vom Server versendete Daten den Empfänger auch erreichen.

Neben der Erweiterung von IP-Multicast um Mechanismen zur verläßlichen Kommunikation zählt die Flußsteuerung zu den prinzipiellen Problemen neuer Kommunikationsprotokolle. Wichtig ist dabei, daß ein neues Protokoll

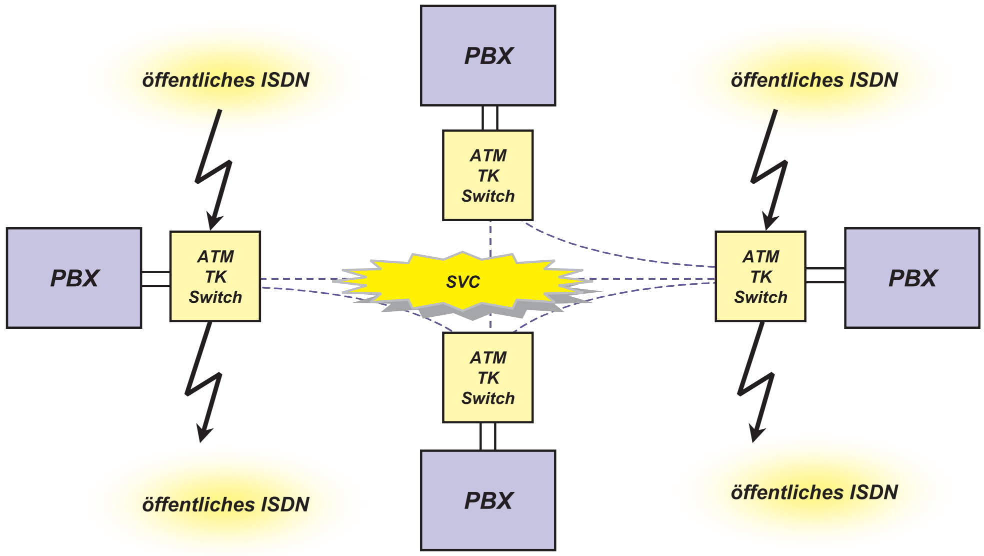

Abbildung 6.1: *Die ATM/TK-Switches (Cisco IGX) fungieren als Gateway zwischen ISDN und ATM und ermöglichen so eine direkte Vermittlung der Gespräche innerhalb des ATM-Basisnetzes. Transit-TK-Systeme sind nicht notwendig.*

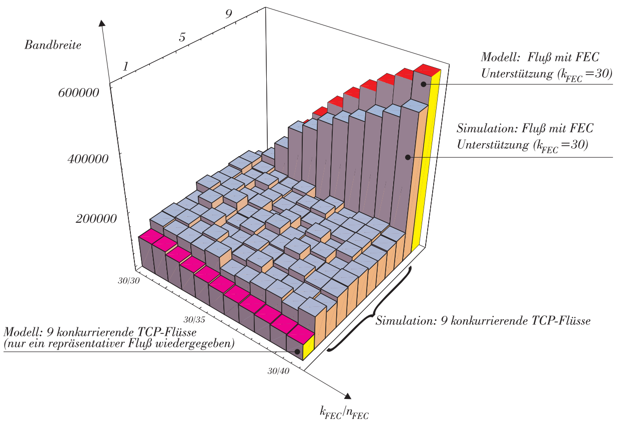

Abbildung 6.2: *Ein ET-RCR Fluß konkurriert unter sonst gleichen Bedingungen mit neun TCP-Flüssen. Je nach dem Umfang der eingesetzten Redundanz läßt sich der Durchsatz der ET-RCR-Verbindung mit dem Ziel der Konkurrenzfähigkeit einstellen. Die Abbildung stellt simulativ und analytisch gewonnene Ergebnisse einander gegenüber.*

die einander widerstrebenden Forderungen nach Fairneß zu der existierenden Protokollwelt des Internets auf der einen Seite und der Konkurrenzfähigkeit mit konkurrierenden Kommunikationsflüssen auf der anderen Seite in Einklang bringt.

Das im Rahmen einer Dissertation entwickelte Protokollrahmenwerk „ET-RCR“ zur verläßlichen Multicastkommunikation integriert Mechanismen zur fehlertoleranten Nutzlastkodierung mit einem empfängerzentrierten Kontrollmechanismus. Protokollkontrollnachrichten werden durch einen dynamischen Feedback-Baum aggregiert. Die gleichzeitige Verwendung von fehlertoleranter Codierung und einem TCP-ähnlichen Flußkontrollalgorithmus garantiert die Fairneß gegenüber TCP und gleicht gleichzeitig die höheren Latenzen eines 1:N Protokolles wie Reliable Multicast aus. Simulationsergebnisse sowie Erfahrungen mit unserer prototypischen Implementierung zeigen, daß der Flußkontrollalgorithmus die Hauptforderung der TCP-Fairneß bei gleichzeitiger TCP-Konkurrenzfähigkeit gut erfüllt.

6.4 3V - Verteilte Verkehrssimulation und Visualisierung

Ein Pilotprojekt innerhalb des erweiterten Gigabit-Testbeds West zur Erprobung kooperativer Arbeitsformen, flexibler Visualisierungsmechanismen und hochbandbreitiger Multicastkommunikation.

Im Zuge des 3V-Projektes wird das Gigabit-Testbed West (GTB-W), das in seiner ersten Phase lediglich das FZ-Jülich mit der GMD in Sankt-Augustin bei Bonn durch eine 2.4 GBits/s ATM-Strecke verbindet um die Standorte DLR (Köln Porz), Universität zu Köln und Kunsthochschule für Medien erweitert. Ziel des Gigabit-Testbeds ist es, hochbandbreitige Anwendungen zu befördern, die bislang nicht durchführbar waren, und so ein bundesweites Breitbandwissenschaftsnetz vorzubereiten.

Ausgangspunkt des 3V-Projektes ist die verkehrliche Beurteilung operativer, taktischer oder strategischer Maßnahmen zur Beeinflussung des Geschehens im Straßenverkehr. Sie obliegt den unterschiedlichsten Entscheidungsträgern aus der Politik, der Stadtplanung, den Verkehrswissenschaften oder dem Kraftfahrwesen, nicht zuletzt aber auch jedem betroffenen Verkehrsteilnehmer. So unterschiedlich wie die Ausbildung der betroffenen Personengruppen sind auch ihre Gewohnheiten, ihre Erkenntnisse zu formulieren und zu visualisieren. Als wichtiges Werkzeug bei der Bewertung verkehrlicher Maßnahmen ist in den letzten Jahren die Simulation von Straßenverkehr mit Hilfe von modernster Computertechnik entstanden (vgl. Abschnitt „Forschungsschwerpunkt Verkehr").

Bislang war es auf Grund der begrenzten Bandbreiten nicht möglich, heterogen zusammengesetzten Arbeitsgruppen am jeweiligen Arbeitsort ihrer Mitglieder eine Visualisierung anzubieten, die in Art und Umfang der Datenanzeige ihren Gewohnheiten und Bedürfnissen entspricht. Das Gigabit-Testbed West wird es erstmals erlauben, eine Verkehrssimulation in großen Straßennetzen in Echtzeit einschließlich der zugehörigen Visualisierung verteilt durchzuführen. Auf diese Weise wird die Zusammenarbeit „virtueller Arbeitsgruppen", z.B. aus Verkehrsforschern, Beamten der Verkehrsleitzentrale und Verkehrspolitikern ermöglicht. Ein Rückkanal von der Anzeige zur Simulation wird die reine Datenrezeption um eine interaktive Komponente erweitern. So können zum einen die Wirkungen operativer Maßnahmen der Verkehrssteuerung - z.B. Straßensperrung bei einem Großunfall - adhoc bewertet werden, zum anderen die langfristigen Einfüsse verkehrsplanerischer Eingriffe - z.B. veränderte Emissionsbelastung durch variable Ampelschaltungen - anschaulich gemacht werden. Dazu soll es dem Benutzer möglich sein, seinen Beobachtungsstandpunkt individuell zu wählen, oder ein Fahrzeug auf einer frei zu bestimmenden Route durch den Verkehr zu manövrieren - als „virtuelles Taxi".

Die sehr unterschiedlichen Hard- und Softwareanforderungen von Simulation und Visualisierung schlossen lokale Komplettlösungen, die verschiedenste Problemansichten gleichzeitig darstellen, bisher aus. Bei dem in 3V umgesetzten verteilten Ansatz wählen die Endnutzer unabhängig von der eigentlichen Simulation die ihren Bedürfnissen adäquate Form der Visualisierung aus. Für die beschriebenen Szenarien bieten sich eine technisch-wissenschaftliche Visualisierung, die die Analyse der Verkehrsforscher erleichtert, und eine realitätsnahe Visualisierung, die sich der Methoden der „virtuellen Realität" (VR) bedient und von politischen Entscheidern und der interessierten Öffentlichkeit bevorzugt wird, als Anzeigeoptionen an.

Die Rechenleistungsanforderungen der Verkehrssimulation machen eine Erzeugung des Datenstroms einzeln für jeden Anzeigeplatz unmöglich. Die Simulation des Berliner Stadtverkehrs ist eines der innerhalb von 3V untersuchten Szenarien. Bis zu 100.000 Autos samt ihrer Umgebung müssen dazu in Echtzeit simuliert werden. Der anfallende Simulationsdatenstrom beziffert sich auf etwa 400 Mbit/s und liegt damit deutlich oberhalb der heute gängigen 155 Mbit/s. Die Kommunikationsleistung eines Endsystems ist schon bei mehr als einem Visualisierungsplatz ausgeschöpft.

Durch den Einsatz von modernen Punkt-zu-Mehrpunkt Übertragungsmethoden, dem Multicast, muß der Simulationsdatenstrom, der den Zustand des Verkehrssystems mit allen Fahrzeugdaten enthält, nur ein einziges Mal durch den Simulator erzeugt werden. Das Netzwerk leistet, falls notwendig, die Replikation der Daten. Der Sender wird von dieser Aufgabe befreit. Die klassische Routertechnik erreicht die notwendigen Replikationsraten für Datenströme dieser Größenordnung allerdings nicht. Erst die Geräte der Gigabit-Generation sind für anspruchsvolle Anwendungen, wie sie die verteilte Simulation und Visualisierung darstellt, geeignet. Ihr Einsatz wird im Zuge des Projektes getestet und analysiert. Neben der Umsetzung und Erprobung des Datentransfers zur verteilten Visualisierung mit Hilfe von Multicast-Techniken werden die vorhandenen Simulations- und Visualisierungstools in ein Rahmenwerk, das verläßliche Multicastverbindungen gewährleistet, eingebettet. IP-Multicast, natives ATM-Multicast sowie deren Wirkung auf parallele

Unicast-Verbindungen sind Gegenstand der Betrachtungen.

Das 3V-Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF), dem Ministerium für Schule, Wissenschaft, Weiterbildung und Forschung (MSWWF) des Landes Nordrhein-Westfalen und dem DFN-Verein gefördert. Neben unserer Arbeitsgruppe arbeiten das Forschungszentrum Informationstechnik GmbH (GMD), das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) sowie die Firma echtzeit GmbH im Projekt mit.

6.5 Virtuelle Universität

Eine zunehmende Bedeutung, besonders im Bereich der Lehre, erhalten die sogenannten neuen Medien. Einerseits ergeben sich mit dem technischen Fortschritt auf diesem Gebiet neue Möglichkeiten des Umgangs mit Lehrmaterial und der Organisation des Studiums. Andererseits gilt es, die Studenten auf die damit verbundenen neuen Berufsfelder vorzubereiten. Das ZPR beteiligt sich an der Entwicklung auf diesem Gebiet. Unsere Arbeitsgruppe am ZAIK kooperiert dabei mit dem Seminar für Politische Wissenschaft der Universität Köln (Lehrstuhl Prof. Dr. Leidhold), was sich in der gemeinsamen Durchführung der beiden Projekte VIRTUS und NIKOS niederschlägt.

6.5.1 VIRTUS

Ein Projekt zur Etablierung neuer Formen des Lehrens und Lernens im Hochschulbereich.

Konzept

VIRTUS ist ein Projekt für den Einsatz neuer Medien in der Hochschule, entwickelt und realisiert an der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Köln. Ziel ist die gewinnbringende Nutzung dieser Technologien für Studium, Lehre und Weiterbildung. Mit rund 10.000 Studenten ist die Kölner WiSo-Fakultät die größte Fakultät ihrer Art in Deutschland. Am Projekt beteiligen sich bereits 33 der 49 Professorinnen und Professoren.

Neben dem Projekt WinFo-Line ist VIRTUS Teil der Initiative Bildungswege in der Informationsgesellschaft (BIG) und wird gefördert von der Bertelsmann Stiftung, der Heinz Nixdorf Stiftung und dem Ministerium für Schule, Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung Nordrhein Westfalen. Weitere Fördermittel für die Produktion multimedialer Lerneinheiten und den Aufbau des Informationssystems UNIAS erhält das Projekt seit Juli 1998 vom Universitätsverbund Multimedia NRW.

Das VIRTUS-Projekt an der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Köln steht mit seinem Namen für die Entwicklung *Virtueller Universitätssysteme*.

Virtuell meint die Ergänzung der klassischen Optionen einer Universität durch Nutzung der genuinen Möglichkeiten neuer Medien. Dies kann z.B. geschehen durch interaktive Lerneinheiten und durch Internet-gestützte Verwaltungsverfahren.

Der Begriff *Universitätssystem* zielt auf ein fakultätsweites Konzept, das einzelne Aktivitäten bündelt und für einen vernetzten, studiengangbezogenen Einsatz integriert. Mit diesem Bündelkonzept werden Lehre, Serviceleistungen und Kommunikation an der Hochschule unterstützt und verbessert.

VIRTUS will keine Automatisierung des Lernens, sondern entwickelt Bausteine für ein neues Lernen an der Präsenzuniversität. Durch den Einsatz neuer Medien wird so eine verbesserte Lernsituation geschaffen, deren Möglichkeiten sich zeit- und ortsunabhängig wahrnehmen lassen. Damit gewinnt die Massenuniversität Freiräume für eine direkte und persönliche Kommunikation zwischen Lehrenden und Lernenden.

Zugleich entwickelt VIRTUS Anwendungen, die den Einsatz neuer Medien im universitären Einsatz entscheidend vereinfachen sollen. Dabei wird die Akzeptanz der Anwendungen bei Studenten, Dozenten und Mitarbeitern durch eine enge Zusammenarbeit von Entwicklern, Benutzern und Evaluatoren gesichert.

Hier leistet das ZPR/ZAIK seinen Beitrag durch die Einbindung des projekteigenen zentralen Servers in die bestehende technische Infrastruktur. Dieser ist für die Bereitstellung aller VIRTUS-Dienste inner- und außerhalb der Universität zuständig und muß daher ausfallsicher auch höhere Lasten bewältigen können. Die dazu notwendigen Administrationsaufgaben, sowie die Konfiguration der vom System benötigten Umgebung wird von den Mitarbeitern unserer Arbeitsgruppe geleistet.

Die Kommunikation der VIRTUS-Mitarbeiter wird nicht nur durch die Betreuung der Mailinglisten, sondern auch durch eine am ZPR/ZAIK entwickelte Software namens WWWCVS unterstützt, welche ein Web-Interface eines etablierten Programms zur gemeinsamen Dateibearbeitung, sowie einfache Möglichkeiten zur Internet-Publikation zur Verfügung stellt.

WWW-Adresse

`http://www.virtus.uni-koeln.de`

ILIAS

ILIAS - das Integrierte Lern-, Informations- und Arbeitskooperationssystem - ist eine Lerner- und Autorenumgebung für das Lernen im Internet, entwickelt im Rahmen des VIRTUS-Systems.

Es stellt den Lehrenden ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem Vorlesungsinhalte didaktisch anspruchsvoll im Internet umgesetzt werden. Dieses System bedient sich eines eigens konfigurierten Apache-Webservers, welcher den Studenten eine automatische Authentifizierung über ihren Zugang am Rechenzentrum der Universität ermöglicht und die in der Skriptsprache PHP3 entwickelten Routinen von ILIAS interpretiert.

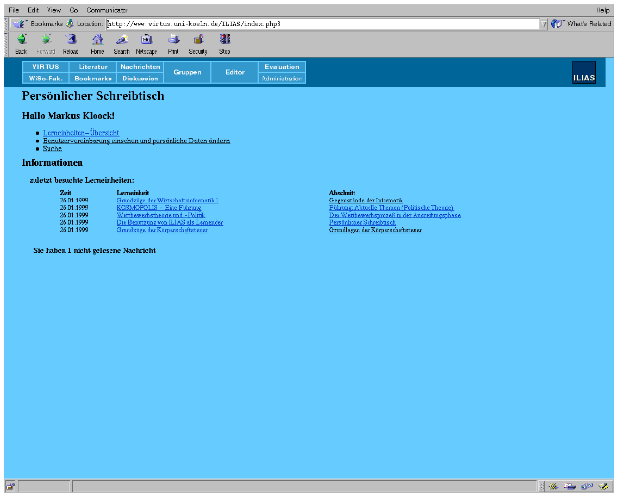

Abbildung 6.3: Persönlicher Schreibtisch der ILIAS-Nutzer

Mit ILIAS kann jeder Lehrende einfach und ohne Programmierkenntnisse Lerneinheiten realisieren und ins Netz stellen. Die Lerneinheiten entstehen im Dialog mit einer Datenbank. Texte, Grafiken, Formeln und Audio/Videoquellen in digitalisierter Form werden in standardisierte Oberflächen eingegeben. Mit einer einfachen Gliederungsmaske kann der Lehrende die Struktur der Lerneinheit und den Lernweg für den Lernenden festlegen. Die Datenbank wandelt die eingegebenen Materialien in HTML-Seiten um. Kommunikationsmöglichkeiten, wie Diskussionsforen oder ein Nachrichtensystem werden vom System automatisch eingerichtet und zur Verfügung gestellt. Die Betreuung dieser immer umfangreicher werdenden Datenbank, obliegt den Mitarbeitern des ZPR/ZAIK.

Durch den persönlichen Zugang zu ILIAS kann jeder Lerner seine eigenen Notizen, Verweise und Dokumente zu seiner Lerneinheit eingeben, dort ablegen und jederzeit wieder aufrufen. Der aktuelle Lernstand kann mit automatisierten (Multiple-Choice) und persönlich auszuwertenden Testfragen überprüft werden. Per Nachrichtensystem ist der Lernende jederzeit mit dem Dozenten verbunden und kann bei Unklarheiten Nachfragen stellen.

Seit Sommer 1998 steht den Lehrstühlen der Kölner WiSo-Fakultät der Lerneinheiten-Editor zur Verfügung. Die inzwischen produzierten Lerneinheiten sind seit dem 2.11.98 zugänglich und können von Studenten zur Vor-, Auf- und Nachbereitung des Studiums genutzt werden.

Bis Ende 1999 sollen mit ILIAS über 40 Lerneinheiten an der wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Fakultät realisiert und den Studenten zugänglich gemacht werden.

6.5.2 NIKOS

Neue Informations- und Kommunikationstechnologien im Studium.

Konzept

Gegenstand des NIKOS-Projekts ist die Entwicklung eines „virtuellen Seminars“. Mittels einer computergestützten, interaktiven Simulation und eines begleitenden Vorlesungs- und Betreuungsprogramms sollen so effektivere und betreuungsintensivere Formen des Lehrens und Lernens erarbeitet werden.

Seit 1982 ist unter Leitung von Prof. Leidhold an der Universität Erlangen in einer interdisziplinären Arbeitsgruppe das Simulationsspiel POL&IS („POLitik und Internationale Sicherheit“) entwickelt worden. Seit 1992 hat diese Arbeitsgruppe ihren Sitz an der Universität Köln. Die Simulation hat die komplexe Wechselwirkung zwischen Sicherheitspolitik und militärischer Rüstung einerseits sowie internationaler Politik und Weltwirtschaft andererseits zum Inhalt. Auf diese Weise wird den beteiligten Studierenden ein Eindruck von der sensiblen Konstruktion dieses Systems vermittelt. Die Welt des POL&IS-Simulationsspiels besteht aus 11 Regionen, die den realen Weltregionen nachgebildet sind und untereinander in regelgeformten Beziehungen stehen. Die einzelnen Spielgruppen, die je eine Region vertreten, können mit bis zu

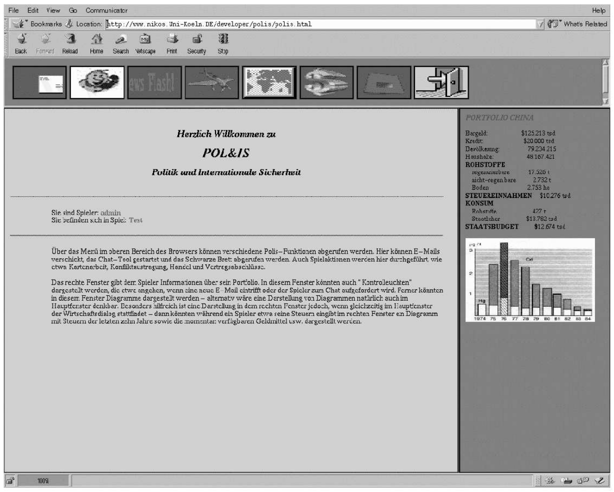

Abbildung 6.4: Startseite für das PO&LIS

vier Personen besetzt werden (Regierung, Opposition, Militär und Wirtschaft). Um handlungsfähig zu sein, muß jede Spielgruppe sich auf ein einheitliches Vorgehen einigen. Auf diese Weise entsteht eine in vielen Ebenen vernetzte Welt von Beziehungen, in der jedes Handeln automatisch auf Gegenhandeln stößt und somit niemals abschließend zu berechnen ist. Insofern handelt es sich bei der POL&IS-Simulation um eine offene Simulation; sie ist nicht Abbild, aber Annäherung an die Wirklichkeit.

Im Rahmen von NIKOS wird diese teilformalisierte, interaktive Simulation in einer computerunterstützten Version neu aufgearbeitet. Das inhaltliche Konzept des computergestützten NIKOS-Seminars umfaßt eine Vielzahl von komplexen Variablen aus den Bereichen Politik und Wirtschaft, die in ihrer Gesamtheit die Prozesse und Strukturen der Internationalen Politik modellhaft abbilden.

Realisierung

Dieses Modell wurde am ZPR/ZAIK entwickelt, außerdem werden die Programmbausteine zur Durchführung der Simulation hier erstellt. Das virtuelle Seminar wird mit Hilfe der vorhandenen Infrastruktur im World Wide Web realisiert.

Die Hardware-Architektur besteht aus einem zentralen Server-Rechner, auf dem die gesamte Simulationsablaufsteuerung stattfindet (Sun Ultra 1). Dieser wird im ZPR/ZAIK betreut und bedient sich der Fast-Ethernet-Anbindung zum dortigen Rechnernetz. Dieses Institutsnetz ist über den ATM-Backbone der Universität an das Breitbandwissenschaftsnetz angeschlossen, so daß für ausreichende Kapazitäten gesorgt ist. Auf dem Server läuft das UNIX-Betriebssystem Sun Solaris, welches die TCP/IP-Internet-Anbindung realisiert. Der frei verfügbare und gängige Apache-Webserver steuert die Verbindung der Client-Rechner mit der integrierten Spieloberfläche. Zur Verwaltung der im Laufe der Simulation anfallenden Daten dient eine ebenfalls frei verfügbare MySQL-Datenbank, die alle erforderlichen Programmierschnittstellen und eine ausreichende Performance bietet. Zur Steuerung der synchronen Kommunikation wird der frei erhältliche Chat-Server Apirc im Zusammenhang mit zugehörigen Client-Tools verwendet.

Die Module zur Simulationsablaufsteuerung, und zu den Bausteinen Wirtschaft und Politik fließen in einem Server-Programm zusammen, welches in der objektorientierten Programmiersprache C++ realisiert ist und das Herzstück der Simulation bildet. Dazu kommt eine Anzahl von Applets zu den verschiedenen Simulationsbereichen der Kommunikation und Spieloberfläche (Abb. 6.5) sowie zur Dateneingabe und Informationsdarstellung, die eine Verbindung zur Datenbank beziehungsweise zum Serverprogramm herstellen. Diese Applets werden in Java programmiert, laufen somit auf den Client-Rechnern der Teilnehmer, ohne die dortige Installation von Software erforderlich zu machen. Sie entsprechen der Java-Spezifikation 1.1, um gerade im grafischen Bereich ausreichend Möglichkeiten zu bieten. Die entwickelten Kommunikationsroutinen werden dabei im Hinblick auf allgemeine Verwendbarkeit entwickelt. Auf der Client-Seite braucht der individuelle Teilnehmer lediglich eine Internet-Anbindung in beliebiger Form und einen der gängigen Webbrowser. Mit den derzeit erscheinenden Versionen werden diese die Java 1.1.-Spezifikationen erfüllen und sind somit in der Lage die Applets auf Client-Seite auszuführen.

Die Simulation

Eine Spieloberfläche bildet die Schnittstelle zwischen Benutzer und zentralem Server und dient dazu, dem Teilnehmer den Simulationsstand und die Aktionsmöglichkeiten auf einen Blick zu präsentieren. Der Teilnehmer ruft im Internet die Startseite der Simulation auf, welche von ihm eine Authentifizierung verlangt. Daraufhin gelangt er zur grafisch gestalteten Spieloberfläche, auf der per Mausklick alle zur Simulation gehörenden Applets zum Erhalt weiterer Informationen beziehungsweise zur Durchführung von Spielaktionen gestartet werden.

Eine Projektion der Erdoberfläche dient dazu, dem Teilnehmer eine plastische Sicht der Geschehnisse aufzuzeigen, indem dort Informationen zur Simulation ortsbezogen und grafisch aufgearbeitet dargestellt sind. Zentraler Bestandteil sowohl der Anwenderoberfläche als auch der gesamten Simulation ist die Einteilung der Erdoberfläche in Zellen, denen gewisse topographische Eigenschaften und dynamische Ressourcengrößen zugewiesen sind. Einen entsprechend wichtigen Raum nimmt ein hierzu programmiertes grafikorientiertes Applet ein, welches per Mausklick individuelle Sichtweisen auf zellspezifische, sowie globale Informationen ermöglicht, die auf der Weltkarte dargestellt werden.

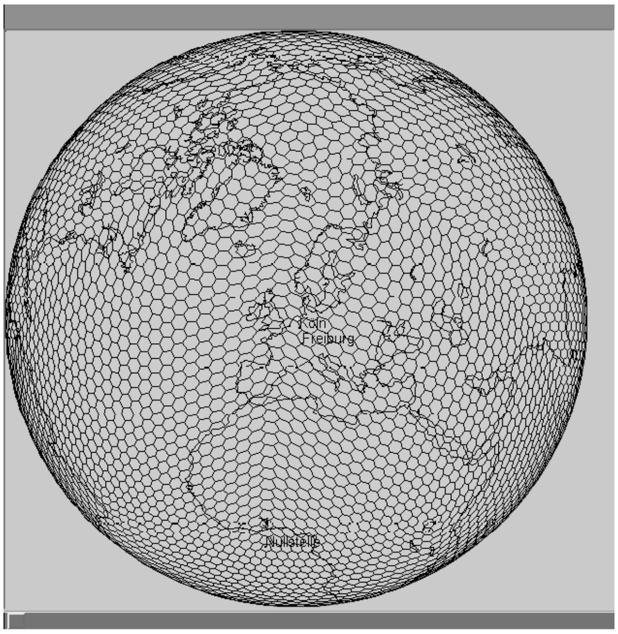

Abbildung 6.5: Spielfläche von NIKOS

Während der Phasen von Verhandlungen und Diskussionen besprechen sich die Teilnehmer über Vertragsinhalte sowohl regionenintern, als auch in Verhandlungen mit Vertretern anderer Regionen online (synchrone Kommunikation). Dabei bedienen sie sich eines Chat-Tools, welches mit einem zentralen Chat-Server verbunden ist, auf dem - je nach Spielsituation - die passenden Kanäle eingerichtet oder gesperrt sind.

Außerdem wird eine asynchrone Kommunikationsform zum Nachrichtenaustausch zwischen den Seminarteilnehmern und Benachrichtigungen der Teilnehmer durch die Spielleitung (und umgekehrt) benötigt. Zum Einsatz kommt ein Mailtool, welches mit spielspezifischen Adressen arbeitet. Die Mails sind auf einem zentralen Rechner gespeichert und abrufbar. Accounts bei Providern oder anderen Rechnern sind nicht nötig; somit entfällt die Notwendigkeit, ein Adressenverzeichnis aller anderen Teilnehmer einzurichten.

Im Hinblick auf die Globalisierung des wirtschaftlichen und politischen Handelns wurden standardisierte Vertragsmodelle entworfen, die eine Grundlage des gemeinsamen Vorgehens von Regionen bilden. Sie umfassen die Bereiche Wirtschaft, Militär und Rüstung. Die Vertragsgestaltung erfolgt durch den Aufruf dialoggesteuerter Java-Applets, die den Entwurf von Verträgen eines vorgesehenen Standards auf einfache Art und Weise ermöglichen. Die Inhalte der Verträge werden in der zentralen Datenbank gespeichert und sind dort durch die dazu von den Unterzeichnern autorisierten Mitspieler einsehbar.

Der Forschungsverbund NRW-Metacomputing „Verteiltes Höchstleistungsrechnen“

Die Forschungskooperation „NRW-Metacomputing“ wurde 1995 gegründet mit dem Ziel, die Supercomputing-Ressourcen in Nordrhein-Westfalen für wissenschaftliche Anwender besser verfügbar zu machen. Der einzelne Wissenschaftler soll von seinem Arbeitsplatz aus ohne besondere Hard- oder Software-Installationen auf die verschiedensten Computer-Server zugreifen, sowie deren Rechenkapazitäten im Einzelfall bündeln, um Probleme anzugehen, die auch auf einem einzelnen Supercomputer noch nicht handhabbar sind. Zu diesem Zweck haben sich Arbeitsgruppen der Hochschulen in Aachen, Bochum, Dortmund und Paderborn sowie die Großforschungseinrichtungen DLR (Köln), KfA (Jülich) und GMD (St. Augustin) mit dem ZPR/ZAIK in dem Projekt „NRW-Metacomputing“ zusammengeschlossen.

Im Rahmen dieses Projektes haben Arbeitsgruppen des RRZ/ZPR (ZAIK) die Aufgabe übernommen, die Grundlagen einer Metacomputing-Infrastruktur auf Basis des *Distributed Computing Environment* (DCE) bzw. des *Distributed Filesystem* (DFS) bereitzustellen. Mit diesen Produkten sind die Basisdienste einer Umgebung für verteilte Anwendungen vorhanden. Dazu zählt zwar ein einheitliches Benutzer-Accounting sowie ein globales Filesystem, jedoch fehlt es einerseits an Mechanismen wie Job-Queueing, Scheduling oder LoadBalancing, andererseits beinhalten die kommerziellen Produkte keine Lösung für die Aufgabe, dem Benutzer auf seiner Desktop-Maschine ohne weitere Installationen eine Oberfläche anzubieten, über die er seine Jobs absetzen und beeinflussen kann.

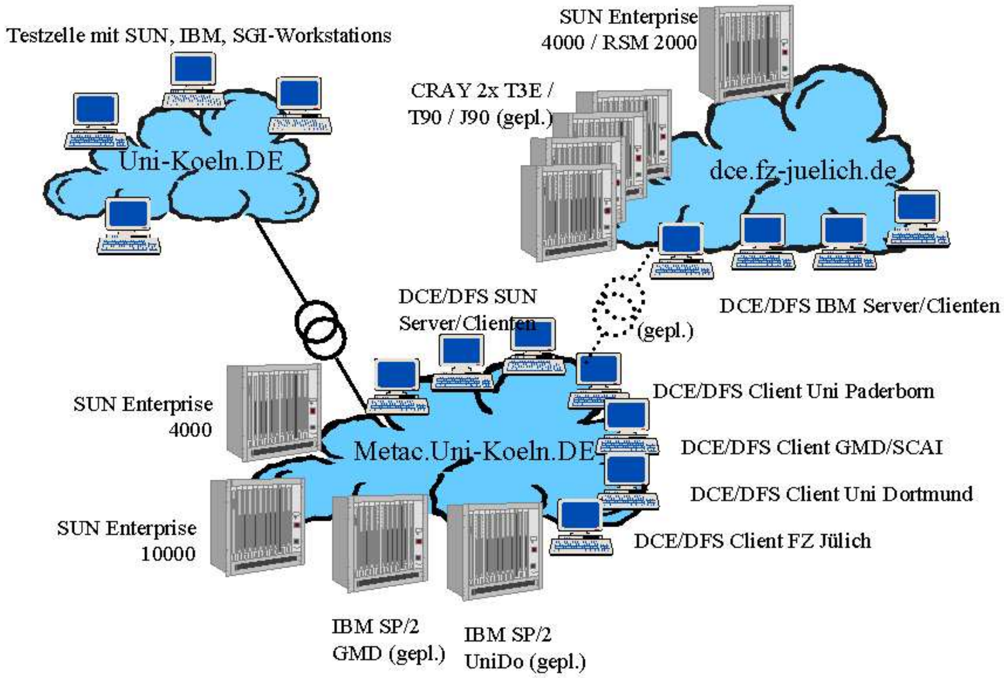

Abbildung 6.6: Die im Projekt betriebenen DCE-Zellen

Hier setzt die High-Performance-Computing-Management (HPCM) Software an, die unter Federführung des Paderborn Center for Parallel Computing (Universität Paderborn, PC^2) entwickelt wurde. Dem Anwender wird hier ein von der Jülicher Teilgruppe entwickeltes Java-Applet präsentiert, das ihm ermöglicht, mit jedem gängigen WWW-Browser eine verschlüsselte Verbindung zu einem Server aufzubauen, der dann die weitere Kommunikation mit den entsprechenden Software-Modulen des HPCM übernimmt.

Die Metacomputing-Gruppe des ZPR/ZAIK unterstützt das Projekt im Hinblick auf DCE/DFS in mehrfacher Weise. So werden zwei verschiedene DCE/DFS Zellen unterhalten, die zum einen (in der Zelle `/Metac.Uni-Koeln.DE`, siehe Abbildung) die landesweite Basis-Plattform für den NRW-Metacomputer-Prototypen bereitstellen, und zum anderen (in der Zelle `/Uni-Koeln.DE`) eine Umgebung bieten, um neue Software-Versionen vor ihrer Übernahme in die Produktionszelle zu testen. In die Produktionszelle `/Metac.Uni-Koeln.DE` wurden Rechner von allen beteiligten Institutionen aufgenommen, und damit eine landesweite Implementation des Metacomputer-Prototypen realisiert, die trotz mancher Performance-Probleme des zugrundeliegenden B-WIN stabil betrieben werden konnte. Die Projektpartner wurden bei der Installation ihrer Klienten sowohl persönlich als auch durch die umfangreiche Dokumentation auf dem Kölner Webserver unterstützt. Zur Evaluation wurde in dieser Zelle neben dem Metacomputer-Prototypen auch ein entsprechendes Anwendungsprogramm (ein Simulationsprogramm für Molekulardynamik der Dortmunder Gruppe) eingerichtet.

Daneben ist die Gruppe des ZPR/ZAIK damit beschäftigt, den C, C++ und Java-Software-Modulen innerhalb des HPCM die Verwendung der DCE-Sicherheitsmechanismen, des DCE-Accountings und den direkten Zugriff auf das DFS zu ermöglichen. Hierzu werden Schnittstellen geschaffen, die aus den genannten Programmiersprachen heraus die Verwendung der DCE-Registry erlauben. Auch die Kommunikation zwischen den verschiedenen Modulen muß sicher ablaufen; das heißt, die Kommunikationspartner sollten sich authentifizieren müssen, und der folgende Datenaustausch sollte verschlüsselt erfolgen. Hierfür wird eine DCE-spezifische

Version der Generic-Security-Services-API (GSSAPI) untersucht und an Bibliotheksroutinen gearbeitet, die das Gewünschte möglichst universell leisten. In der Folge ist beabsichtigt, diese Routinen auch zur Absicherung der Inter-Prozess-Kommunikation einer Message-Passing-Library zu verwenden.

Der Prototyp des NRW-Metacomputers wurde im Herbst 1998 in Paderborn erfolgreich präsentiert, wobei allerdings neben der Grundfunktionalität erst wenige Features implementiert waren. Im Sommer des Jahres 99 wird zum Ende des Projektes wiederum in Paderborn eine Demonstration des Erreichten vor einem größeren Publikum stattfinden.

6.6 ZA$TERIX

Die Internetbörse zur Fußball-Weltmeisterschaft in Frankreich

Idee

In den letzten Jahren haben virtuelle Börsen als Instrumente zur Vorhersage quantitativ meßbarer Ereignisse verstärkt an Bedeutung gewonnen. So werden beispielsweise bei politischen Wahlen von verschiedenen Veranstaltern imaginäre Aktien der antretenden Parteien zum Handel angeboten. Die Teilnehmer dieser Börsenspiele offerieren ihre Anteile dann zu Preisen, die Ihren Erwartungen für das Abschneiden der jeweiligen Parteien entspricht. Dabei entstehen Handelskurse, die einen guten statistischen Überblick über die Einschätzungen des Teilnehmerkollektivs erlauben. Die erzielten Ergebnisse können dabei häufig in der Genauigkeit mit aufwendigen demoskopischen Umfragen oder Expertenschätzungen konkurrieren. Mit dem Internet steht mittlerweile ein optimales Medium zur Abwicklung eines solchen virtuellen Börsenhandels zur Verfügung.

Im ZPR wurden solche Börsenspiele bereits zweimal zu Fußballmeisterschaften abgehalten. Zur Weltmeisterschaft 1998 in Frankreich wurde die softwaretechnische Umsetzung des Börsenspiels komplett überarbeitet, um u.a. Übertragungstechniken für das Projekt VIRTUS (vgl. Abschnitt „Virtuelle Universitätssysteme") zu erproben. In absehbarer Zukunft soll es möglich werden, den klassischen Vorlesungs- und Übungsbetrieb der universitären Ausbildung durch entsprechende Lehrangebote im Internet zu unterstützen. Dazu ist es notwendig, Übertragungstechniken einzusetzen, die auch bei hoher Netzlast den Studenten einen schnellen Zugriff auf die umfangreichen Daten ermöglichen, gleichzeitig aber die Authentifizierung der Benutzer und ihrer Aktionen erlaubt und die zu transferierenden Daten in hinreichender Qualität verschlüsselt. Ein aussagefähiger Test der dazu notwendigen Technologie erfordert eine hinreichend große Teilnehmerzahl, die mit Hilfe des WM-Börsenspiel gewonnen wurde. Um einem möglichst großen Kreis von Interessenten das Mitspielen zu erlauben, wurde auf eine Umsetzung in JAVA verzichtet, und stattdessen die Abwicklung des Börsengeschehens vollständig mit CGI-Scripten auf der Serverseite implementiert.

Unterstützt wurde die WM-Börse von der Firma SUN Microsystems, die für diesen Zeitraum einen sehr leistungsfähigen Server zur Verfügung stellte, und dem Westdeutschen Rundfunk, der attraktive Preise für die Gewinner bereitstellte und die Börse auf den ARD-WM-Seiten im Internet präsentierte.

Der Spielablauf

Die Internet-Börse wurde in Anlehnung an den realen Börsenhandel konzipiert. Gehandelt wurde mit Aktien der am Turnier teilnehmenden Mannschaften. In einer Vorbörse gaben ungefähr 1500 Teilnehmer ihre Prognose für die Spielergebnisse der gesamten WM ein und ermöglichten uns auf diese Weise eine Festlegung der Startkurse durch Mittelung der Einschätzungen.

Am 4. Juni 1998 wurde der Handel unter den Mitspielern eröffnet. Sie hatten bei der Anmeldung ein Konto im Wert

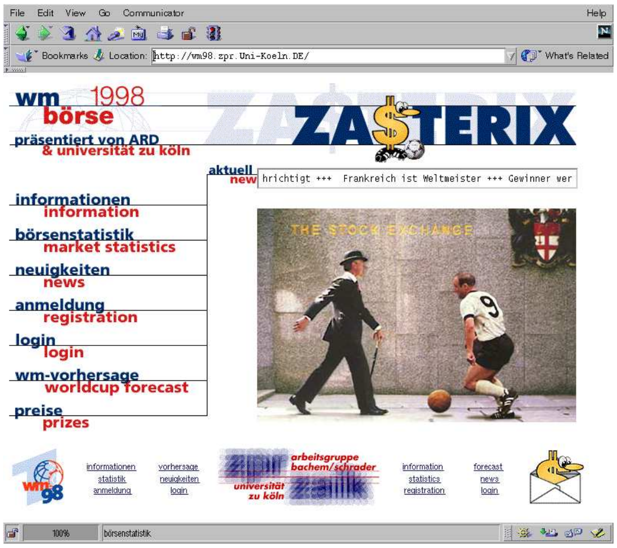

Abbildung 6.7: *Homepage der WM-Börse*

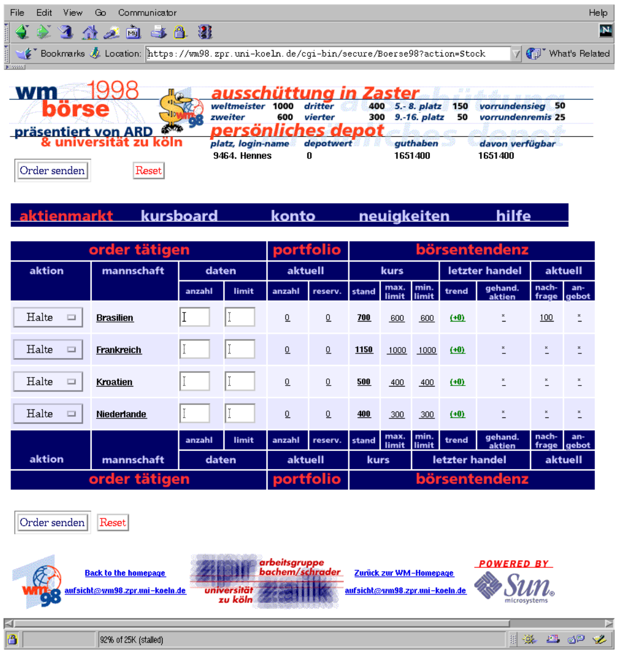

Abbildung 6.8: *Ordermaske für das Semifinale*

von 1 Mio. Zaster erhalten. Einen Teil davon als Aktienpaket mit jeweils 100 Stück jeder Mannschaft. Der Handel war auf 4 feste Zeitpunkte pro Tag beschränkt. Über ein persönliches Paßwort konnten alle registrierten Teilnehmer ihre Kaufs- bzw. Verkaufswünsche eingeben. Zur Unterstützung der Hobby-Börsianer konnte für jede Mannschaft und den Aktienindex Zasterix der bisherige Kursverlauf abgerufen werden. Im Kursboard war die letzte Kursveränderung und die aktuellen maximalen Kauf- bzw. minimalen Verkaufsgebote der Mannschaften vermerkt. Weitere Informationen lieferten die regelmäßigen Börsenkommentare von André Zastolanix. Gewinner der Börse wurde der Spieler, der am Finaltag den meisten Zaster auf seinem Konto angesammelt hatte.

Das Börsengeschehen

Die erfolgreichen Börsianer verfolgten die Taktik der Gewinne durch Ausnutzung von Kursschwankungen, die weniger durch die Spielergebnisse als durch die Spieltermine bestimmt waren. Die Kursverläufe in Abbildung 6.9 verdeutlichen das Grundprinzip der erfolgreichen Strategie. Aufgetragen sind hier die Wertbewegungen der aktiven Mannschaften eines Spieltags im Vergleich zu denen der Gesamtheit. Am Spieltag konnten die Aktien beider beteiligten Mannschaften zu hohen Kursen gehandelt werden, während sie die Tage vorher günstig zu erwerben waren.

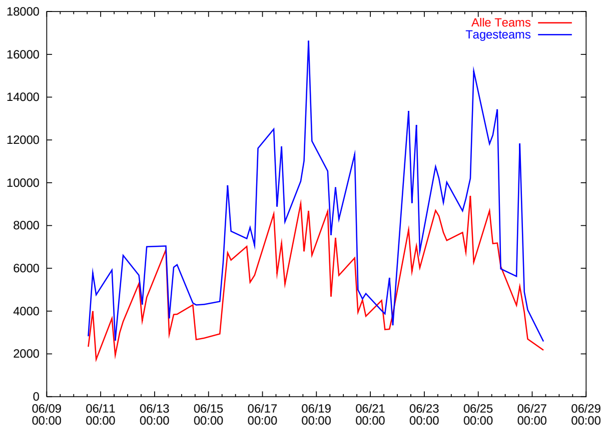

Abbildung 6.9: *Kursverläufe der spielenden Mannschaften im Vergleich zur Gesamtheit*

Auffällig war die Neigung der Mitspieler, Aktien eher zu kaufen, als zum Verkauf anzubieten. Die erfolgreichen Börsianer versuchten daher, vor den letzten Spieltagen nur noch Zaster auf ihrem Konto zu verbuchen, und vermieden damit den Verlust der Aktien der unterlegenen Mannschaft. Der Gewinner der Internet-Börse erreichte am Ende das zahlen-ästhetische Ergebnis von 7.777.777 Zaster und durfte sich wie der Zweitplazierte auf eine Reise in die Sonne freuen. Weitere Preise waren zwei Multimedia-PCs und 65 kleinere fußballspezifische Offerten. Die meisten der rund 10.000 registrierten Mitspieler, von denen mehr als die Hälfte regelmäßig am Handel teilnahm, hatten jedoch einfach viel Spaß beim Aktienpoker.

Technische Umsetzung

Die sichere Übertragung der persönlichen Daten wurde mit Hilfe des HTTPS-Protokolls vorgenommen. Nur wenige Teilnehmer mußten auf Grund ihres Browsers oder einer Firewall auf eine ungesicherte Übertragungsvariante zurückgreifen. Die Handhabung war einfach und wurde von den Mitspielern positiv aufgenommen. Die überwiegende Mehrzahl der Teilnehmer war deutschsprachig und benutzte einen Browser in der aktuellen Version. Die Verteilung der benutzten Software wies einen deutlichen Vorsprung für den Netscape Navigator (65%) vor dem Microsoft Internet Explorer (35%) aus.

Der von SUN bereitgestellte Server (Enterprise 450 mit 4 Prozessoren und 500 MB Hauptspeicher) bewältigte

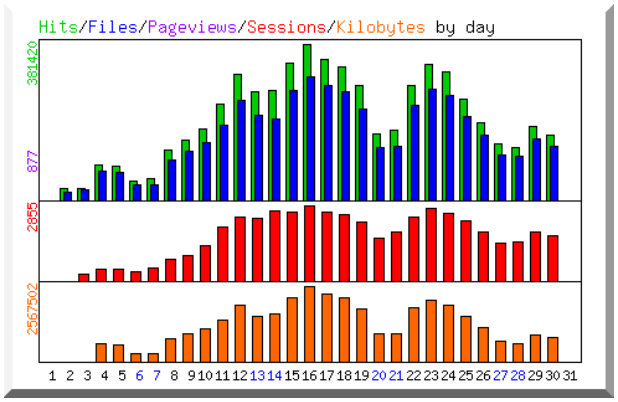

Abbildung 6.10: *Zugriffsstatistik für das hhtps-Protokoll*

die bis zu 500.000 Hits pro Tag problemlos. Die Kursermittlung erforderte trotz Einbindung von 20.000 Dateien weniger als 5 Minuten Berechnungszeit. Ebenso führte die online-Verschlüsselung aller Daten durch das HTTPS-Protokoll zu keiner merklichen Verzögerung. Der problemfreie und schnelle Einsatz dieser Technik bei der Internetbörse empfahl sie für den weiteren Einsatz bei Transaktionen im Internet mit hohen Sicherheitsanforderungen, wie sie bei der Universität im Internet notwendig sind.

Abbildung 6.11: *Maskottchen Zasterix*