

Universität Stuttgart  
Wintersemester 2000/2001  
Sommersemester 2001

# Studienprojekt A RoboCup

- Endbericht -



# Endbericht

Studienprojekt A RoboCup

14.10.2001  
Version 1.1

Jürgen Bertele  
Siegbert Dürbeck  
Frank Hahn  
Uwe-Philipp Käppeler  
Harriet Kasper  
Martin Koch  
Martin Kunzelnick  
Andreas Lachenmann  
Oliver Pilarski  
Jörg Rüdener  
Marko Tomljenovic



Soccers Stuttgart

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
1.1	Definition Studienprojekt . . . . .	4
1.2	Zweck dieses Dokumentes . . . . .	4
1.3	RoboCup . . . . .	5
1.4	Projektüberblick . . . . .	5
1.5	Projektziele . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Überblick über die Software</b>	<b>7</b>
2.1	Systemarchitektur . . . . .	7
2.2	Komponenten . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Projektorganisation</b>	<b>10</b>
3.1	Beteiligte Personen . . . . .	10
3.1.1	Kunde . . . . .	10
3.1.2	Betreuer . . . . .	10
3.1.3	Mitarbeiter . . . . .	11
3.1.4	Studenten . . . . .	11
3.2	Teams . . . . .	12
3.3	Projektmanagement . . . . .	12
3.3.1	Projektplan . . . . .	12
3.3.2	Projektleitung . . . . .	13
3.3.3	Zuständigkeiten . . . . .	14
3.3.4	Schnittstelle zu Kunde und Betreuern . . . . .	15
3.4	Sponsoring . . . . .	15

---

<b>4</b>	<b>Projektablauf</b>	<b>17</b>
4.1	Prozessmodell . . . . .	17
4.2	Vorprojekt . . . . .	17
4.3	Seminar . . . . .	19
4.4	Spezifikation . . . . .	19
4.5	Entwurf . . . . .	20
4.6	Implementierung . . . . .	21
4.7	Test . . . . .	22
4.8	Spiele . . . . .	25
4.9	Handbuch . . . . .	26
4.10	Projektabschluss . . . . .	26
<b>5</b>	<b>Projektarbeit</b>	<b>28</b>
5.1	Werkzeuge . . . . .	28
5.2	Aufwand . . . . .	29
5.2.1	Vorprojekt . . . . .	29
5.2.2	Arbeitsstunden . . . . .	29
5.2.3	Codezeilen . . . . .	32
5.2.4	Dokumentation . . . . .	32
5.2.5	Kommunikation . . . . .	32
<b>6</b>	<b>Abschließende Bewertungen</b>	<b>36</b>
6.1	Teilnehmer . . . . .	36
6.2	Betreuung . . . . .	36
6.3	Aufgabenstellung . . . . .	37
6.4	Aufwand . . . . .	37
6.5	Projektarbeit . . . . .	38
6.6	Infrastruktur . . . . .	38
6.7	Planung . . . . .	39
6.8	Qualitätsicherung . . . . .	39
6.9	Studienprojekt allgemein . . . . .	40

---

<b>7 Persönlicher Eindruck</b>	<b>41</b>
7.1 Jörgen Bertele . . . . .	41
7.2 Siegbert Dürbeck . . . . .	42
7.3 Frank Hahn . . . . .	43
7.4 Uwe-Philipp Käppeler . . . . .	44
7.5 Harriet Kasper . . . . .	45
7.6 Martin Koch . . . . .	46
7.7 Martin Kunzelnick . . . . .	47
7.8 Andreas Lachenmann . . . . .	48
7.9 Oliver Pilarski . . . . .	49
7.10 Jörg Rüdener . . . . .	50
7.11 Marko Tomljenovic . . . . .	51
<b>8 Nachwort</b>	<b>53</b>
8.1 Ergebnisse des Projektes . . . . .	53
8.1.1 Dokumente, Code und Sonstiges . . . . .	53
8.1.2 Deutsche Meisterschaft in Paderborn und Weltmeisterschaft in Seattle . . . . .	54
8.2 Ausblick . . . . .	54
8.3 Danksagungen . . . . .	55
<b>A Personenverzeichnis</b>	<b>57</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>59</b>

# Kapitel 1

## Einleitung

### 1.1 Definition Studienprojekt

Studienprojekte sind Lehrveranstaltungen im Hauptstudium des Studiengangs Softwaretechnik an der Universität Stuttgart. Ihre Dauer ist auf 2 Semester festgelegt. Der Umfang beträgt 16 Semesterwochenstunden. Neben einem Seminar im Umfang von zwei Semesterwochenstunden und Vorlesungen im Umfang von vier Semesterwochenstunden geht es bei einem Studienprojekt vor allem um Projektarbeit.

Die Teilnehmer sollen in enger Zusammenarbeit innerhalb einer Projektgruppe zeigen, dass sie in der Lage sind, sich in einer festgelegten Frist in die durch die Aufgabenstellung vorgegebenen Teilgebiete der Informatik oder des Anwendungsgebietes, sowie in die erforderlichen Bereiche der Softwaretechnik, einzuarbeiten und gemeinsam ein komplexes Softwareprodukt zu erstellen, zu warten oder weiterzuentwickeln.

Die Resultate werden im Rahmen einer Endpräsentation vorgestellt. Eine Projektgruppe besteht aus ca.6-12 Teilnehmern. Sie wird von einem oder mehreren wissenschaftlichen Mitarbeitern betreut. Außerdem gibt es einen Mitarbeiter, der die Rolle des Kunden übernimmt.

### 1.2 Zweck dieses Dokumentes

Dieses Dokument soll einen Überblick über das Studienprojekt A RoboCup (SPARC) geben. Im Vordergrund steht dabei nicht die entwickelte Software, sondern der Verlauf des Projektes, die Vorgehensweise, Erfahrungen, Probleme und deren Lösungen und eine abschließende Bewertung der Projektarbeit.

## 1.3 RoboCup

RoboCup steht für Robot World Cup Initiative. Diese hat zum Ziel die Förderung der Forschung in Künstlicher Intelligenz (KI) und Robotik. Erreicht werden soll das durch die Vorgabe eines Standardproblems, in diesem Fall des Fußballspiels. Es sollen etappenweise neue Anforderungen gestellt werden, bis 2050 menschenähnliche Roboter den aktuellen Fußball-Weltmeister besiegen können. Die ersten offiziellen RoboCup-Weltmeisterschaften fanden 1997 in Nagoya statt. Dieses Jahr fand in Seattle bereits die fünfte Weltmeisterschaft statt. Inzwischen gibt es viele verschiedene Ligen, in denen im Rahmen des RoboCup Fussball gespielt wird. Hier die wichtigsten Vertreter:

- **Simulation League** - dabei laufen 22 Programme (Spieler) auf einem zentralen Server. Es stehen ihnen eine begrenzte Anzahl von Aktionen zur Verfügung. Aktionen und Wahrnehmung werden durch den Server verrauscht.
- **Small Size League** - fünf bis zu 18cm große Roboter pro Team spielen auf einem Feld von der Größe einer Tischtennisplatte. Es wird eine Deckenkamera zur Lokalisierung benutzt.
- **Sony Legged Robot League** - Roboterhunde (AIBO) spielen auch auf einem Feld von der Größe einer Tischtennisplatte Fußball.
- **Middle Size League** - die "Königsklasse". Vier völlig autonome bis zu 50cm hohe Roboter pro Team auf einem Spielfeld von ca. 9mx5m Größe. Der Einsatz von globalen Sensoren (Deckenkamera) ist nicht gestattet.

Die RoboCup-Regeln bestehen aus einer Anpassung der offiziellen FIFA-Regeln und speziellen Meisterschaftsregeln. Sie sollen sicherstellen, dass ein fairer Wettkampf stattfindet, nicht aber die Entwicklung einschränken. Allgemein gilt, dass nach dem Startpfiff keine Interaktion mit den Robotern mehr erlaubt ist, außer natürlich, um Schiedsrichterentscheidungen mitzuteilen.

Die beiden Halbzeiten von je 10 Minuten Länge müssen ohne Eingriff des Menschen überstanden werden.

Mehr über den RoboCup erfährt man auf der offiziellen Homepage unter:

[www.robocup.org](http://www.robocup.org)

Die Abteilung Bildverstehen des Instituts für Parallele und Verteilte Höchstleistungsrechner an der Fakultät Informatik der Universität Stuttgart nimmt seit einigen Jahren in der Middle Size League am RoboCup teil. Die Mannschaft Cooperative Soccer Playing Robots Stuttgart (CoPS) entstand im Rahmen des Projektes Cooperative Mobile Robots Stuttgart (CoMRoS).

Im Literaturverzeichnis im Anhang dieses Dokumentes findet man die URL der RoboCup-Seite der Abteilung Bildverstehen.

## 1.4 Projektüberblick

Das Studienprojekt A RoboCup fand im Wintersemester 2000/2001 und Sommersemester 2001 am Institut für Parallele und Verteilte Höchstleistungsrechner

(IPVR) in der Abteilung Bildverstehen (BV) statt, 11 Studenten haben an diesem Studienprojekt erfolgreich teilgenommen.

### **Aufgabenstellung**

Für die RoboCup-Roboter (Middle Size League) sollte ein Ersatz des bisher eingesetzten Piloten und Navigators entwickelt werden. Dies war erforderlich, da sich die verwendeten Fahrbefehle als unzulänglich herausgestellt haben. Innerhalb des Studienprojektes wurden um eine Spielfähigkeit zu realisieren zusätzliche Komponenten entwickelt. Dazu gehören Spieler, Weltmodell und Server.

Zur ursprünglichen Aufgabenstellung gehörte auch die Entwicklung einer graphischen Oberfläche um das Spiel von außen beobachten und steuern zu können.

Vor allem sollte ein reaktiveres Fahren erreicht werden, das den Robotern bei der Deutschen Meisterschaft in Paderborn und der Weltmeisterschaft in Seattle eine erfolgreiche Teilnahme ermöglicht.

Die genauen Anforderungen wurden von Kunde und Betreuern vorgegeben bzw. während der Analysephase gemeinsam erarbeitet. Sie sind in Angebot und Spezifikation niedergeschrieben. Organisation und Projektmanagement wurde von den Studenten selbst übernommen.

Die Umsetzung erfolgte in enger Zusammenarbeit mit den Betreuern und anderen Mitarbeitern der Abteilung BV. Dies ist für ein Studienprojekt sehr ungewöhnlich. Wir (wenn im Folgenden von "wir" gesprochen wird, sind damit immer die Teilnehmer des Studienprojektes gemeint) haben sehr von der Erfahrung und der Hilfe durch die Mitarbeiter profitiert und nur dadurch konnte ein Ergebnis in der Form, wie es heute vorliegt, entstehen.

## **1.5 Projektziele**

Im Studienprojekt stand die erfolgreiche Umsetzung der Kundenanforderungen in ein qualitativ hochwertiges und verwendbares Softwareprodukt im Vordergrund. Dabei sollten die beteiligten Studenten ihre Fähigkeiten in der Anwendung von Softwaretechnik in einer praxisnahen Umgebung unter Beweis stellen. Software Engineering sollte dazu beitragen, die Qualität von Produkt und Prozess zu sichern.

Ein anderes Ziel lag darin in diesem Projekt etwas zu lernen. Erfahrungen und Fähigkeiten in folgenden Bereichen sollten gesammelt werden:

- Projektarbeit in einem großen Projekt (Projektmanagement, Qualitätssicherung, Configuration Management etc.)
- objektorientierter Entwurf und objektorientierte Programmierung
- allgemein Vorgehen des Software Engineering (z. B. Vorgehensmodell)

## Kapitel 2

# Überblick über die Software

### 2.1 Systemarchitektur

In diesem Kapitel soll ein kurzer Überblick über die im Studienprojekt entwickelte Software gegeben werden. Man kann diese grob in zwei Teile gliedern: Der eine Teil steuert die Roboter und wird deshalb auf jedem Roboter einzeln gestartet. Der andere Teil dient dazu, mit Hilfe eines Frontends Befehle an die Roboter zu schicken. Dieser Server wird auf nur einem Computer gestartet.

Die Software der Roboter basiert auf der CoMRoS-Architektur für ein Multi-Agenten-System. Die Hauptteile bilden Spieler, Navigator, Pilot und Weltmodell. Im Weltmodell werden die Daten der Sensoren gesammelt und für die anderen Teilsysteme bereitgestellt. Der Pilot stellt die Schnittstelle zur Roboter-Hardware dar. Auf einer höheren Abstraktionsebene ist der Navigator anzusiedeln. Er stellt Fahrbefehle wie „Hole Ball“ zur Verfügung. Welchen Befehl der Navigator ausführt, legt der Spieler fest. Er fällt strategische Entscheidungen, um das Fußballspiel eines einzelnen Roboters sowie die Kooperation mit seinen Mitspielern zu realisieren.

Abbildung 2.1 gibt einen Überblick über die Architektur und deutet das Zusammenspiel der Teilsysteme an.

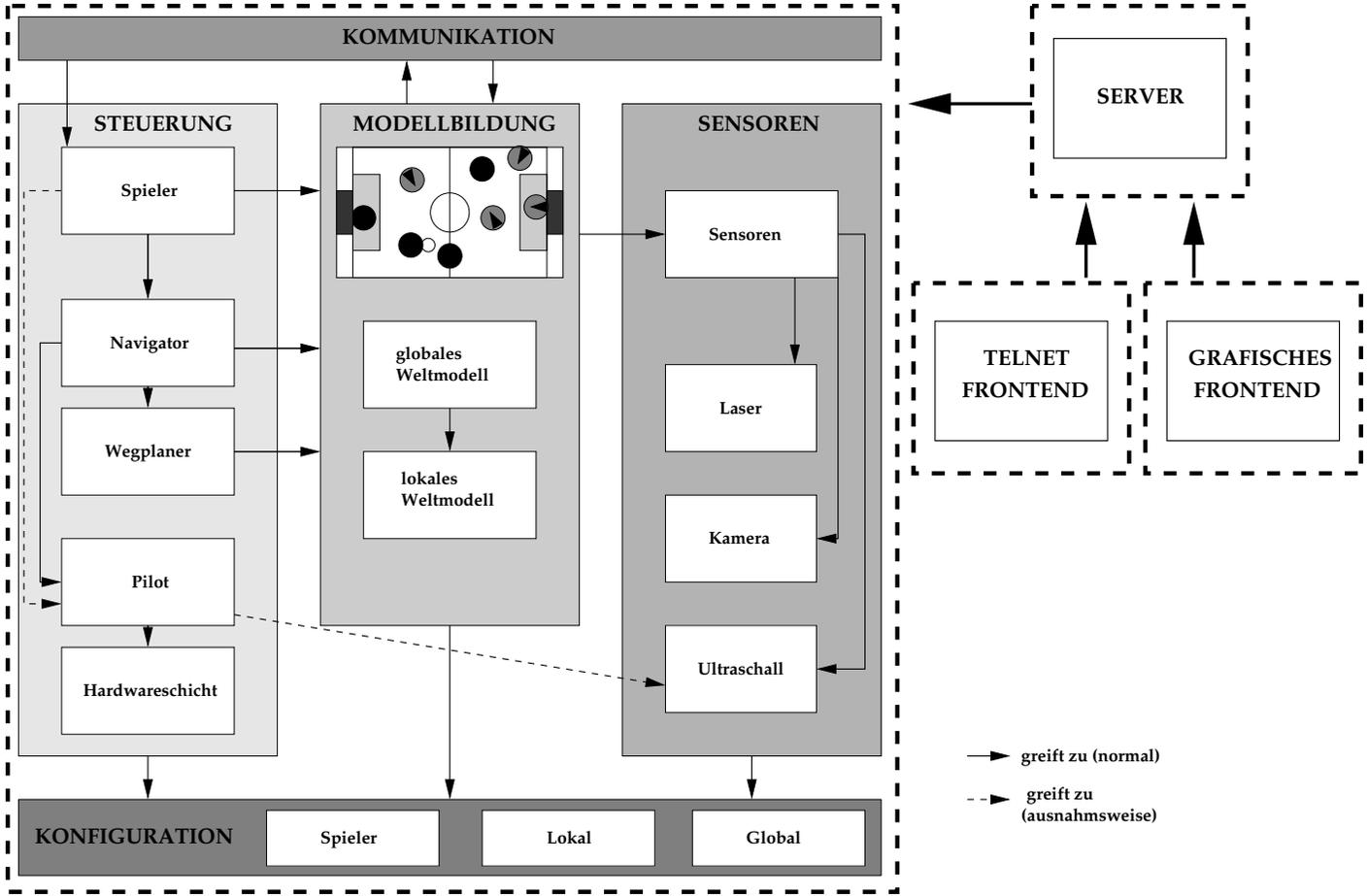
### 2.2 Komponenten

In diesem Abschnitt werden die verschiedenen Teilsysteme kurz erläutert. Nähere Informationen dazu können dem im Projekt erstellten Handbuch entnommen werden.

#### **Spieler**

Der Spieler fällt die spielstrategischen Entscheidungen und realisiert somit das eigentliche Fußballspiel. Er legt fest, welche abstrakten Fahrbefehle der Navigator ausführt. Dazu benutzt er eine Reihe von Bedingungen und Regeln, die in

Abbildung 2.1: Überblick über die Architektur



einer an XML angelehnten Syntax in einer Datei vorgegeben sind. So kann ohne Neuübersetzung das Verhalten des Spielers verändert werden.

### **Navigator**

Der Navigator stellt abstrakte Fahrbefehle wie „Hole Ball“ bereit. Der Spieler teilt ihm mit, welchen Fahrbefehl er ausführen soll. Beim Entwurf des Navigators wurde besonders auf hohe Flexibilität und eine einfache Erweiterbarkeit geachtet.

### **Wegplaner**

Der Wegplaner ist dafür verantwortlich, einen Weg zu einer Zielposition zu finden und abzufahren, ohne dabei mit Hindernissen zusammenzustoßen. Er wird von verschiedenen Fahrbefehlen des Navigators aufgerufen.

### **Pilot**

Der Pilot stellt primitive Befehle (z.B. „Fahre mit Geschwindigkeit  $v$ “) zur Verfügung, um auf die Roboter-Hardware zuzugreifen. Er wird von Navigator-Befehlen unter Verwendung der vom Wegplaner berechneten Radgeschwindigkeiten aufgerufen.

### **Weltmodell**

Im Weltmodell werden die Daten aller Sensoren gesammelt und für die anderen Teilsysteme bereitgestellt. Das lokale Weltmodell enthält dabei nur die Daten der Sensoren eines Roboters. Im globalen Weltmodell sind auch noch die fusionierten Daten der anderen Mitspieler enthalten.

### **Sensoren**

Im Teilprojekt SENF (Sensor Functions) werden die Daten der über die Sensoren wahrgenommene Außenwelt ausgewertet und für das Weltmodell aufbereitet.

### **Kommunikation**

Mit Hilfe der Kommunikation tauschen die Roboter untereinander ihre Daten über eine CORBA-Schnittstelle aus, damit der Spieler ein kooperatives Mannschaftsspiel im realisieren kann. Außerdem können die Roboter so Befehle von außen erhalten (z.B. „Anpff“).

### **Konfiguration**

In der Konfiguration sind Werte gespeichert, mit denen die Roboter leicht auf eine veränderte Situation (z.B. Gegner mit größerem Durchmesser) angepasst werden können. Dabei wird unterschieden zwischen einer globalen Konfiguration, die für alle Roboter gleich ist, und einer lokalen, die speziell auf einen einzelnen Roboter angepasste Werte enthält.

### **Server**

Der Server ist ein eigenständiges Programm. Er stellt eine auf einem Telnet-Protokoll basierende Schnittstelle bereit, mit der Befehle (z.B. „Anpff“) an das Team oder einen einzelnen Roboter gegeben werden können.

### **Oberfläche**

Es gibt sowohl ein textbasiertes Telnet Frontend als auch eine graphische Benutzeroberfläche, um die Roboter von außen zu steuern.

## Kapitel 3

# Projektorganisation

In diesem Kapitel werden die grundlegenden Organisationsstrukturen im Projekt erläutert.

### 3.1 Beteiligte Personen

#### 3.1.1 Kunde

Als Kunde fungierte Dr. Michael Schanz. Er war als Repräsentant der Abteilung BV, die unter der Leitung von Prof. Paul Levi steht, immer für uns ansprechbar und es war möglich, innerhalb kürzester Zeit einen Termin bei ihm zu erhalten.

Seine Aufgabe war es, die Anforderungen gegenüber dem Studienprojekt zu vertreten und Lösungsvorschläge zu bewerten.

Mit dem Kunden wurden Verschiebungen von externen Meilensteine abgeklärt. Änderungen des Plans wurden seitens der Projektleitung dokumentiert und durch die Unterschrift des Kunden validiert.

#### 3.1.2 Betreuer

Die beiden Betreuer unseres Studienprojekts Moritz Schulé und Reinhard Lafrenz haben uns, soweit es möglich war, unterstützt und haben bei Problemen schnell und unbürokratisch zu deren Lösung beigetragen.

Vor allem wichtig war die Unterstützung der Betreuer in der Analysephase, um die bestehende Software zu erklären, und in der Implementierung und bei der Fehlersuche.

Moritz Schulé war dafür zuständig, das wichtigste Arbeitsmaterial, die Roboter, funktionsbereit zu halten.

Reinhard Lafrenz unterstützte uns vor allem bei der Programmierung. Er ist in der letzten Phase des Projektes zu einem Vollzeitmitglied des Teams geworden und war unverzichtbar für die Implementierung und Fehlersuche.

Auch für allgemeine Fragen in der Organisation des Projektes standen uns die Betreuer jederzeit zur Verfügung. Verschiebungen im Plan trafen durch die enge Bindung auf meist auf Verständnis. .

### 3.1.3 Mitarbeiter

Georg Kindermann hatte uns vor allem bei Fragen zu CORBA unterstützt und auch in vielen anderen Bereichen der Software mitgearbeitet. Zusammen mit Reinhard Lafrenz half er uns, das System spielfähig zu machen.

Auch die Hilfe von Thorsten Buchheim war für das Projekt unverzichtbar. Er programmierte die graphische Oberfläche und beschäftigte sich mit einem der wichtigsten Befehle des Navigators – “Dribble”. Außerdem unterstützte er das Studienprojekt mit vielen Anregungen und Know-How bezüglich der bereits existierenden Software.

Reinhard Lafrenz, Georg Kindermann und Thorsten Buchheim wurden in der Implementierungsphase voll in das Studienprojekt integriert. Sie saßen genau wie wir Tage, Nächte und Wochenenden im Roboterlabor.

Auch andere Mitarbeiter unterstützten das Studienprojekt. Sei es Peter Burger, immer wenn es darum ging, alles für einen Wettkampf bereitzumachen oder Ute Gräter, die sich um die Organisation der Fahrten nach Paderborn und Seattle kümmerte. Auch bei Rechnerproblemen erhielten wir stets schnelle und unbürokratische Hilfe.

### 3.1.4 Studenten

Die Studentengruppe umfasste 11 Personen aus dem inzwischen 7.-11. Semester:

- Jörgen Bertele
- Siegbert Dürbeck
- Frank Hahn
- Uwe-Philipp Käppeler
- Harriet Kasper
- Martin Koch
- Martin Kunzelnick
- Andreas Lachenmann
- Oliver Pilarski
- Jörg Rüdener
- Marko Tomljenovic

Im Kapitel *Persönlicher Eindruck* schildert jeder der Teilnehmer seine persönlichen Erfahrungen im Projekt. Abschnitt 3.3.3 beschreibt die Zuständigkeiten und Funktionen jedes Einzelnen im Projekt.

## 3.2 Teams

Eine besondere Art der Teams innerhalb des Projektes stellt die Aufteilung im Vorprojekt dar. Bei der ersten Besprechung zum Studienprojekt fand eine spontane Trennung statt, die bis zur Angebotsannahme am 12.01.2001 bestehen blieb. Ziel des Kunden war es, von zwei konkurrierenden Teams jeweils ein Angebot zu erhalten, um sich dann für das bessere zu unterscheiden.

Die Teams wurden wie folgt eingeteilt:

SocS	Curra
Jörgen Bertele	Harriet Kasper
Siegbert Dürbeck	Martin Kunzelnick
Frank Hahn	Andreas Lachenmann
Uwe-Philipp Käppeler	Oliver Pilarski
Martin Koch	Jörg Rüdener
	Marko Tomljenovic

Die Teams, von denen in der darauffolgenden Zeit gesprochen wurde, gestalteten sich gänzlich unterschiedlich. Es ging nicht mehr um Konkurrenz, sondern um Zusammenarbeit.

Die Bearbeitung der Aufgaben erfolgte meistens in Teams von mindestens zwei Personen. Dadurch sollten große Besprechungen möglichst vermieden werden und durch gegenseitige Kontrolle sichergestellt werden, dass keine Missverständnisse entstehen.

Problematisch war jeweils das Zusammenführen der Teilergebnisse zu einem gemeinsamen Dokument, z. B. bei der Spezifikation.

Die Koordination der Teilteams erfolgte meist in gemeinsamen Sitzungen. Auch zahlreiche Reviews der Teilergebnisse förderten den Gesamtüberblick, den jedes Teammitglied zur korrekten Erfüllung seiner Aufgaben dringend benötigte.

Nicht nur bei der Erstellung von Spezifikation und Entwurf, sondern auch bei der Implementierung wurde in Teams, entsprechend den Komponenten (Weltmodell, Wegplaner, Spieler, Navigator etc.), gearbeitet. Dabei wurde versucht, die Arbeit gleichmäßig zu verteilen und auch durch Wechsel der Zuständigkeiten das Risiko, wenn der Know-How-Träger in einem Gebiet ausfällt, zu minimieren.

Unter den Studenten gab es sowohl Generalisten als auch Spezialisten. Die Einen arbeiteten oft als Springer an verschiedenen Systemteilen, Andere widmeten sich ganz einer Komponente. Zum Ende des Projektes hatte aber jeder überall schon mal die Finger dringehabt.

## 3.3 Projektmanagement

### 3.3.1 Projektplan

Nach Angebotsannahme wurde ein sehr detaillierter Projektplan ausgearbeitet. Wir verwendeten eine Anpassung des Object Engineering Process (OEP)

nach Bernd Oesterreich [Oestereich99]. Dieser gliedert sich in die Phasen Konzeptualisierung (Spezifikation), Entwurf, Konstruktion (Implementierung) und Einführung. Die Konstruktionsphase gliedert sich dabei in mehrere Iterationen. Zunächst wurden das System, das auf den Robotern läuft und die Oberfläche, als zwei völlig unabhängige Systeme identifiziert und in der Planung strikt getrennt.

Wegen geringerer Priorität wurden Spezifikation, Entwurf und Implementierung der Oberfläche auf den Zeitraum nach der Deutschen Meisterschaft in Paderborn gelegt.

Die Analyse im Vorprojekt hatte ergeben, dass eine rein iterative Entwicklung auch für das Robotersystem in dem angegebenen Zeitrahmen nicht möglich sei. Die Planung sah deshalb vor, erst eine Gesamtspezifikation und dann einen Gesamtgrobwurf zu erstellen, um dann in der Implementierung entsprechend der Prioritäten mehr und mehr Funktionalität zu realisieren. In der Implementierung kann man also von einem iterativen Vorgehen — vom Kernsystem zum Gesamtsystem — sprechen.

Die Deutsche Meisterschaft bot den idealen Testrahmen für das Kernsystem und brachte wichtige Erkenntnisse für die weitere Entwicklung. Nach der Deutschen Meisterschaft wurde der Wegplaner noch erheblich verbessert, der Spieler weiter ausgebaut, die Kommunikation zwischen den einzelnen Robotern mittels CORBA realisiert und von den Betreuern die graphische Oberfläche entwickelt. Die Realisierung der graphischen Oberfläche durch die Studienprojektteilnehmer wurde bereits vor Paderborn vom Kunden gestrichen.

Die Planung erfolgte mittels interner und externer Meilensteine. Sie stellte sich im nachhinein als viel zu detailliert heraus, half aber, einen Überblick über die zu erbringenden Leistungen zu behalten. Verschiebungen externer Meilensteine wurden mit dem Kunden abgeklärt und schriftlich festgehalten.

### 3.3.2 Projektleitung

Nach dem Vorprojekt entschied die Gruppe, die beiden Projektleiter beizubehalten. In der ersten Hälfte des Studienprojektes sollte der Projektleiter von SocS Siegbert Dürbeck als Stellvertreter fungieren, da er noch durch ein anderes Projekt gebunden war. In der zweiten Hälfte sollten die Rollen dann getauscht werden.

In der ersten Phase des Projektes wurde von beiden ein detaillierter Projektplan erstellt und das Vorgehen im Projekt besprochen. Der Projektplan wurde der Gruppe vorgestellt und mit ihren Vorstellungen abgestimmt. Alle Entscheidungen der Projektleitung wurden gemeinsam mit dem Team und in dessen Sinn gefällt.

Hauptaufgabe der Projektleitung war es, Teambesprechungen anzusetzen und inhaltlich zu leiten. Gegebenenfalls wurde die Leitung von Verantwortlichen anderer Gebiete übernommen, so zum Beispiel bei der Abstimmung des Entwurfes vom Entwurfsverantwortlichen Jörg Rüdener oder bei der Besprechung der Programmierrichtlinien vom Qualitätssicherungsbeauftragten Marko Tomljenovic.

Die Projektleitung bewahrte den Überblick über den Fortschritt des Projektes

und achtete auf die Einhaltung der zeitlichen Planung. Sie legte regelmäßig Ziele und Termine der kurzfristigen Planung zur Diskussion vor. Meist gab es keine Einwände, so dass sofort mit einer Verteilung von Aufgaben und Zuständigkeiten fortgefahren werden konnte.

Siegbert Dürbeck und Harriet Kasper übernahmen auch die Aufgabe der Sponsorsuche (vgl. Abschnitt 3.4. Sponsoring).

Siegbert Dürbeck hat sich kurz nach dem Projektleiterwechsel, vor der Deutschen Meisterschaft in Paderborn, leider den Fuß gebrochen und fiel danach für mehrere Monate im Projekt aus. Deswegen behielt Harriet Kasper über die meiste Zeit des Projektes die Verantwortung für die Projektleitung.

Die Verantwortung der Projektleitung bestand hauptsächlich gegenüber dem eigenen Team, jedoch auch gegenüber dem Kunden. Sie war Hauptansprechpartner, wenn es um Fragen, Probleme und deren Lösungen ging.

### 3.3.3 Zuständigkeiten

Neben der Stelle des Projektleiters wurden bei der Zusammenführung der beiden Gruppen aus dem Vorprojekt noch andere Rollen vergeben.

Die festgelegte und erweiterte Rollenverteilung innerhalb des Projektes ist der folgenden Auflistung zu entnehmen:

- **Jörgen Bertele** war Testbeauftragter. Er begann schon frühzeitig Tests aus der Spezifikation abzuleiten, schrieb Testprogramme und führte eigenverantwortlich Tests durch. Außerdem war Jörgen Bertele Cateringbeauftragter. Seine Aufgabe war es, stets einen ausreichenden Vorrat an Getränken, Knabberzeug, Süßigkeiten und vor allem Überraschungseiern für das Wohl des Teams bereitzuhalten. Motivation und Arbeitsatmosphäre aller Teammitglieder haben sicherlich von dieser Position profitiert.
- **Frank Hahn** hat sich bereits in seinem Seminar mit den Schnittstellen zu der bereits vorhandenen Software, den Sensorendaten, auseinandergesetzt und war auch im Folgenden dafür verantwortlich.
- **Uwe-Philipp Käppeler** stellte als Hardware-Beauftragter die diesbezügliche Kommunikation mit den Betreuern sicher. Innerhalb des Projektes war er erster Ansprechpartner für Hardware-Fragen. Außerdem kümmerte sich Uwe-Philipp Käppeler um die im Rahmen des Studienprojektes entstandenen Videofilme.
- **Martin Koch** war im Projekt der Toolbeauftragte. Er war zuständig für die Auswahl, Konfiguration und über seine Seminararbeit hinausgehende Einführung in die verwendeten Tools.
- **Martin Kunzelnick** kümmerte sich um die Gestaltung und Aktualisierung der Homepage. Im Rahmen dieser Aufgabe erstellte er eine Online-Stundenerfassung und erledigte weitere gestalterische Aufgaben, wie z. B. das T-Shirt-Motiv, die CDs und die Endpräsentation.
- **Andreas Lachenmann** war zuständig für das Configuration Management und erarbeitete alleine den für das Projekt sehr wichtigen Wegplaner.

- **Oliver Pilarski** übernahm zum Ende des Projektes die Verantwortung für das Handbuch. Im Verlauf des Projektes arbeitete er zusammen mit Uwe-Phillip Käppeler hauptsächlich an der Komponente Spieler.
- **Jörg Rüdener** war Entwurfsverantwortlicher. In dieser Rolle achtete er auf eine Abstimmung der Schnittstellen, gab generelle Richtlinien vor und erläuterte uns verschiedene Konzepte wie z.B. Entwurfsmuster.
- **Marko Tomljenović** war Qualitätssicherungsbeauftragter. In dieser Position erstellte er verschiedene Templates, stellte Programmierrichtlinien auf und übernahm die Verantwortung für die Dokumentation des Codes in DOC++.

Alle Projektmitglieder übernahmen im Verlauf des Projektes noch zahlreiche Aufgaben, die an dieser Stelle nicht vollständig aufgeführt sind.

Die Mitarbeit in allen Phasen (Spezifikation, Entwurf, Programmierung, Test etc.) ist an dieser Stelle nicht erwähnt, da sie selbstverständlich ist.

### 3.3.4 Schnittstelle zu Kunde und Betreuern

Die Kommunikation mit Kunde und Betreuern gestaltete sich zwanglos und informell. Per E-Mail oder meist persönlich wurden Fragen, Probleme und Lösungen ausgetauscht. Sowohl Kunde als auch Betreuer waren für uns jederzeit ansprechbar.

Der Kunde wurde an den externen Meilensteinterminen wie Spezifikation und Entwurf von dem aktuellen Projektstand informiert. Der Kontakt zum Projekt bestand hauptsächlich über die Projektleitung. Es bestand jederzeit die Möglichkeit, uns im Roboterlabor zu besuchen. Diese wurde vor allem bei Testspielen, oder wenn es etwas zu besprechen gab, wahrgenommen.

Durch seine Begeisterung hat der Kunde uns motiviert. Es gab keine Anforderungsänderungen seinerseits. Wir waren frei in der Entwicklung. Die Streichung eines Teils der Anforderung (der graphischen Oberfläche) war durch den bis dahin schon hoch angestiegenen Aufwand gerechtfertigt und vom Kunden ohne weitere Fragen sofort akzeptiert worden.

Die Kommunikation mit den Betreuern war nach einer Kennenlernphase außerordentlich gut. Sie erfolgte ab einem bestimmten Zeitpunkt im Projekt fast nur noch über Reinhard Lafrenz, da dieser fast permanent im Roboterlabor anwesend war.

Im Rahmen von öffentlichen Projektsitzungen wurden die Betreuer von der Planung in Kenntnis gesetzt. Die Kommunikation mit den Betreuern erfolgte nicht über bestimmte Personen.

## 3.4 Sponsoring

Um die Fahrt zu den Weltmeisterschaften zu finanzieren hat die Abteilung BV bereits in den letzten Jahren Sponsoren gesucht, die das Vorhaben unterstützen. Der Transport der Roboter, Flug und Unterkunft der Mitarbeiter kosten viel Geld, das nur teilweise von der Universität aufgebracht wird.

Da viele von uns sehr gerne bei der Weltmeisterschaft in Seattle dabei sein wollten, jedoch von den hohen Kosten abgeschreckt wurden, beschlossen wir auch, diesen Weg zu gehen.

Wir haben Infounterlagen, bestehend aus:

- einer Projektbeschreibung
- einer Personenbeschreibung
- einer Roadmap, mit vergangenen und zukünftigen Terminen
- und allgemeinen Informationen zum Sponsoring

erstellt und zusammen mit einem persönlichen Anschreiben an verschiedene Firmen versandt. Außerdem hat die Projektleitung mehrere Male auf den Weg gemacht und die Unterlagen persönlich bei verschiedenen Softwarefirmen abgegeben.

Die Anstrengungen waren nicht von dem erwarteten Erfolg gekrönt. Die meisten Firmen sagten ab mit der Begründung, dass Spendenetats schon im Vorjahr beschlossen und vergeben worden waren. Es empfiehlt sich sehr frühzeitig mit der Sponsorsuche zu beginnen.

Weitere Tips erhielten wir freundlicherweise von Dr. Wolfgang Holtkamp:

- die oben schon aufgeführten Unterlagen erstellen
- themenbezogene Zeitungsartikel und Fernsehberichte sammeln
- konkrete Ansprechpartner finden, dazu im Familien- und Bekantenkreis fragen
- nicht nur um Unterstützung bitten, sondern zur Orientierung einen Betrag nennen
- erst mit Informationen versorgen, dann nochmal nachfragen und am besten einen Termin vereinbaren
- selbst etwas anbieten und eine Spendenbescheinigung (allerdings sind diese beiden Punkte nicht so einfach vereinbar)

Um das Sponsoring zu unterstützen haben wir zum Ende des Projektes eine Demo-CD erstellt.

Letztendlich haben wir Studenten es geschafft, die Firma Koch, Neff & Oettinger als Sponsor zu gewinnen. Ihr Logo ([buchkatalog.de](http://buchkatalog.de)) findet sich zusammen mit den Logos der anderen Sponsoren am Ende des Dokumentes.

## Kapitel 4

# Projekttablauf

### 4.1 Prozessmodell

Ein rein iteratives Modell schien für dieses Projekt nicht geeignet, da es sich bei den Mitarbeitern (hier Studenten) nicht um Vollzeitkräfte handelt, die jederzeit koordiniert arbeiten können.

Im Gegensatz dazu stand das Wasserfallmodell, welches mit zahlreichen Risiken behaftet ist, z. B. dass Fehler der Spezifikation möglicherweise erst sehr spät beim Systemtest erkannt werden und dass die Realisierung oft falsch eingeschätzt wird, wodurch das Projekt zu einem ebenfalls sehr späten Zeitpunkt scheitern kann oder sich unvorhergesehen verlängert.

Einen Kompromiss bildet der Object Engineering Process (OEP) von Bernd Oesterreich [Oestereich99]. Wie bei der Projektplanung im vorangegangenen Kapitel schon erläutert handelt es sich dabei um ein Vorgehensmodell bestehend aus den Phasen Konzeptualisierung, Entwurf, Konstruktion und Einführung. Die Konstruktions- ggf. auch die Vorbereitungsphase wird dabei in mehrere Iterationen untergliedert.

Allgemein haben wir bei dem Vorgehen vor allem aus der Erfahrung mit kleineren Projekten heraus gehandelt und das Beste aus den uns bekannten Vorgehensmodellen gezogen, z. B. wurde in der Implementierung häufig die Technik des Pair Programming aus dem Extreme Programming verwendet.

Es wurde kein starres Prozessmodell verfolgt, vor allem auf unnötige Dokumentation wurde verzichtet, sondern die Entwicklung blieb flexibel und wurde von einem mit dem gesamten Team abgestimmten und regelmäßig angepassten Plan gesteuert.

### 4.2 Vorprojekt

#### Zeitlicher Ablauf

- 20.10.2000 - Kick-Off-Meeting, Robotervorführung

- 27.10.2001 - Teamaufteilung in SocS und Curra
- 27.10.2000 - 10.11.2000 erste Programmierversuche (*fahre zu Ball*)
- 10.11.2000 - Aufgabenausschreibung
- 22.12.2000 - Angebotspräsentation
- 12.01.2001 - Angebotsannahme

Das Studienprojekt startete verhältnismäßig spät nach Semesterbeginn mit einem Kick-Off-Meeting, bei dem wir das erste Mal die Roboter von Nahem begutachten durften und gegen den Torwart Sepp antreten durften.

Eine Woche später wurden die Seminarthemen verteilt und wir erhielten eine kleine Programmieraufgabe. Sie sollte dazu dienen, ein erstes Gefühl für die Roboter zu bekommen. Die 11 Teilnehmer wurden auf zwei Teams verteilt und sollten getrennt zwei Angebote entwickeln. Die Aufgabenstellung für das Studienprojekt erhielten wir wiederum zwei Wochen später bei der Präsentation der kleinen Programme, die schnell und mit wenig Aufwand erstellt waren.

Parallel zur Erstellung eines Angebotes mussten im folgenden Zeitraum alle Studienprojektteilnehmer ihr Seminar vorbereiten.

Während SocS sich entschied das Angebot in letzter Minute und Nacharbeit zu erstellen hat das Team Curra frühzeitig angefangen eine Architektur zu entwerfen und eine sehr grobe Spezifikation zu schreiben. Diese wurde von Betreuern und Kunden gereviewt.

Beide Teams haben zur Organisation des Vorprojektes einen Projektleiter gewählt und diverse andere Rollen (z. B. Webbeauftragter, Qualitätssicherungsbeauftragter) besetzt. Innerhalb des Vorprojektes haben beide Teams mit diversen Schwierigkeiten zu kämpfen. Es musste eine Architektur in einem völlig neuen Gebiet erdacht werden, dabei entstanden große Probleme, da zu der bereits vorhandenen Software keinerlei Dokumentation vorhanden war. Die Betreuer und Mitarbeiter gaben sich größte Mühe unsere Fragen zu beantworten, doch wußten wir meist nicht, was wir fragen sollten.

Nach der Präsentation in Form eines Vortrags gab es eine lange Projektpause bis zur Angebotsverkündung. In Hinblick auf die danach verbleibende Zeit bis zur Deutschen Meisterschaft war das verlorene Zeit und es gilt, dies in einem Nachfolgeprojekt zu vermeiden.

Allgemein war das Vorprojekt in dieser Form viel zu lang und hat nicht den gewünschten Erfolg gebracht. Angesichts der sehr umfangreichen Aufgabenstellung wäre es von Vorteil gewesen, wenn alle von Anfang an am gleichen Strang gezogen hätten. Die Nachbereitungsphase, in der das Angebot nochmals in vielen Dingen geändert wurde (z. B. Projektplan) hätte größtenteils vermieden werden können.

Eine weitere Schwierigkeit lag darin, dass für dieses Projekt vorgesehene Seminar auch in diesen Zeitraum fiel.

### 4.3 Seminar

Das Seminar fand als Blockveranstaltung am 14. und 15.12.2000 statt. Zu jedem Seminar gab es eine umfangreiche Ausarbeitung von zwischen 25 und 35 Seiten Länge, deren Inhalt in einem halbstündigen Vortrag erläutert wurde.

Die Themen des Seminars waren stark am RoboCup orientiert und sollten uns beim Erstellen der Angebots behilflich sein. Doch wurden die Seminare zu spät vorgestellt, so dass sie uns nicht viel weitergebracht haben.

Das Problem war, dass es im Vorprojekt zwei Teilgruppen gegeben hat und die Personen in diesen jeweils auf ein Themengebiet spezialisiert waren und die Kenntnisse des Seminars zwar in ihre Teilgruppe eingebracht haben, die andere Teilgruppe aber erst zum Seminar davon in Kenntnis gesetzt wurde.

Folgende Liste gibt einen kurzen Überblick über die einzelnen Seminarthemen:

- **Jörgen Bertele:** Kalibrierung und Bildverarbeitung
- **Siegbert Dürbeck:** RoboCup Regelwerk
- **Frank Hahn:** Selbstlokalisierung mit dem Laserscanner
- **Uwe-Phillip Käppeler:** Kooperative Mobile Roboter
- **Harriet Kasper:** Vorgehensmodelle - der OEP
- **Martin Koch:** CVS, SNIFF+, STP
- **Martin Kunzelnick:** Multi-Threaded Programmierung
- **Andreas Lachenmann:** Wegplanung und Hindernisvermeidung
- **Oliver Pilarski:** Objektorientierte Softwareentwicklung (OOSE)
- **Jörg Rüdener:** Die CoMRoS-Architektur
- **Marko Tomljenovic:** Grundlagen von CORBA

Die Themengebiete waren sehr nützlich für uns, doch um die Einarbeitung jedes einzelnen Projektmitglieds zu erleichtern, und damit viel Arbeitszeit zu sparen, hätte jeder Projektteilnehmer z. B. ein bestehendes Teilprojekt beschreiben können und den anderen Projektteilnehmern vorstellen können.

Um Zeit zu sparen, die uns vor den Deutschen Meisterschaften gefehlt hat, hätte man die Seminare auch zu einem früheren Zeitpunkt abhalten können, um mehr davon im Angebot nutzen zu können.

### 4.4 Spezifikation

Nach Beendigung des Vorprojektes wurden die beiden konkurrierenden Teilgruppen wieder vereint. Dabei kam es zu einer Neuordnung innerhalb der Projektgruppe. Wer welche zusätzlichen Aufgaben übernahm, ist in der Beschreibung zum Projektmanagement Seite 12 zu entnehmen.

Während dieser Phase mußte erstmal das Angebot entsprechend den Wünschen des Kunden überarbeitet werden und danach wurde das gesamte System, bis

auf die graphische Oberfläche, genau spezifiziert. Die Spezifikation der einzelnen Teilsysteme fand in Teams von 2-4 Personen statt.

Die Spezifikation wurde dem Kunden und den Betreuern erstmals zum 14.02.2001 vorgelegt. Davor unterlief sie einigen internen und externen Reviews.

Wir verwendeten zur Spezifikation, ausser zum Diagramme zeichnen, kein CASE-Tool. Die Spezifikation wurde in L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X geschrieben.

Es entstand ein Dokument, das die funktionalen und qualitativen Eigenschaften des Systems festhielt und damit Grundlage für alle weiteren Phasen der Entwicklung war. Die Spezifikation stellte die Anforderungen an das zu entwickelnde Projekt vollständig und zutreffend dar. Dabei gab es vor allen bei der Beschreibung des Weltmodells viele Probleme, da wir im Angebot nicht so ins Detail gegangen sind und uns erst in dieser Phase auffiel, wie umfangreich das Weltmodell ist.

Die Spezifikation wurde am Ende des Projektes nicht angepasst. Änderungen zur Spezifikation sind im SocS-Handbuch niedergeschrieben und diesem zu entnehmen.

Die Spezifikationsphase wurde am 23.02.2001 nach Überarbeitung der Teilsysteme nach einem externen Review abgeschlossen.

## 4.5 Entwurf

Der Entwurf legt die Architektur und die Schnittstellen unseres Systems fest und ist damit Grundlage für alle weiteren Phasen der Entwicklung. Zudem gibt unser Entwurf einen für spätere Wartung nötigen Überblick über die implementierten Klassen und deren Zusammenspiel. Der Entwurf dient somit auch als Wartungsdokument.

Der Entwurf legte die Struktur für die spätere Implementierung fest und soll dem Nachfolgeprojekt einen Überblick über die implementierten Klassen und deren Zusammenspiel verschaffen. Der Entwurf basiert auf dem in der Spezifikation festgelegten Schichtenmodell. Beim Entwurf wurde auf strikte Modularität und gute Erweiterbarkeit Wert gelegt. Es wurden verschiedene Entwurfsmuster verwendet, um die Qualität des Entwurfes zu erhöhen. Die wichtigsten:

- Command
- Observer
- Singleton
- Facade

Der Entwurf ist mit dem in einer Seminararbeit vorgestellten Tool STP erstellt und mittels Framemaker erweitert worden.

Es gab keinen genauen Termin für die Beendigung dieser Phase, da bei Änderungen am Code durch neue Erkenntnisse auch eine Anpassung des Entwurfes zur Folge hatte. Der Entwurf wurde während der Konstruktionsphase immer weiter verfeinert und durch Implementierung bestätigt.

Die Vorstellung des Grobentwurfes und dessen Diskussion mit den Betreuern und dem Kunden fand nach einigen internen Reviews am 23.04.2001 statt. Da das aus STP erstellte Entwurfsdokument mit fast 500 Seiten viel zu unhandlich war, wurden zu der Besprechung die wichtigsten Diagramme vorgestellt. Dieses Treffen diente auch dazu, im ganzen Team für ein Grundverständnis für die Abläufe und das Zusammenspiel im Programm zu sorgen.

## 4.6 Implementierung

Die Implementierungsphase wurde schon teils parallel zu der Entwurfspahse gestartet und der Entwurf wurde nach und nach verfeinert.

Die Studienprojektteilnehmer hatten vor diesem Projekt weitestgehend keine Erfahrung mit der Programmiersprache C++, konnten sich aber schnell einarbeiten, da Kenntnisse von mindestens einer objektorientierten Sprache (z. B. Java) schon in Projekten im Vordiplom gesammelt wurden.

Weitaus mehr Probleme bei der Programmierung machte uns der Umgang mit Threads. Die durch einen vergessenen Mutex resultierenden Fehler konnten nur schwer identifiziert werden.

Anfangs war die Programmierung sehr mühsam, da sehr lange keine sichtbaren Ergebnisse vorlagen. Immer wieder verzögerte sich das Weltmodell. Dadurch konnten auch andere Teilsysteme nicht weiterentwickelt und getestet werden.

Da wir mit dem für die Implementierung gedachten Tool SNIFF+ Probleme bezüglich der Versionsverwaltung hatten, wechselten wir zu emacs. Vergleiche Abschnitt Werkzeuge im Kapitel Projektarbeit (Seite 28).

Der Qualitätssicherungsbeauftragte erstellte einen Styleguide zur Implementierung, der weitestgehend eingehalten wurde. Der in diesem Projekt entstandenen Code ist sowohl in Dokumenten als auch im Code selbst durch Kommentare gut dokumentiert. Auf besonderen Wunsch des Kunden wurden während der Abschlussarbeiten Kommentare für DOC++ nachgetragen.

Noch einige Wochen vor der Deutschen Meisterschaft in Paderborn zweifelten die meisten daran, dass wir überhaupt ein Spiel zustande bekommen würden. Durch Ehrgeiz, durcharbeitete Nächte und vor allem auch die Hilfe von Reinhard Lafrenz, Georg Kindermann und Thorsten Buchheim haben wir es dann doch geschafft. Trotz eines reichlich unausgereiften Spiels konnten wir in Paderborn den 4. Platz belegen. In der ersten Nacht vor dem Wettkampf wurden in Schichten die gravierendsten Mängel behoben oder besser gesagt umgangen. Die zweite Nacht brachte weitere Verbesserungen und in der dritten Nacht haben wir sogar eine erste Kommunikation lauffähig gemacht, die wir in einem Freundschaftsspiel gegen die GMD-Roboter erstmals ausprobierten.

Wichtigste Erkenntnis der Deutschen Meisterschaft in Paderborn war, dass Kommunikation dringend erforderlich ist, denn sonst fahren ständig alle Roboter auf den Ball zu und behindern sich dabei gegenseitig. Außerdem fiel auf, dass viele Fahrbefehle dringend verbessert und einige noch implementiert werden mussten.

Die zweite Iteration der Konstruktionsphase fand nach Paderborn statt. Nach dem eingehenden Test waren viele Mängel und Defizite bekannt, die es zu beheben gab.

Wir erhielten weiterhin starke Unterstützung von den oben genannten Mitarbeitern, die inzwischen zu einem Teil unseres Teams geworden waren.

Nachdem der Kunde für uns die Erstellung der graphischen Oberfläche aus den Anforderungen gestrichen hat, wurde von Thorsten Buchheim das SocS-Control-Center erstellt. Zusammen mit der zugehörigen Visualisierung war es eine große Hilfe beim Test. Außerdem kümmerte er sich um einen der wichtigsten Navigatorbefehle *Dribble*, welcher das Fahren mit dem Ball realisierte.

Georg Kindermann investierte viel Zeit in die Kommunikation und zusammen mit Reinhard Lafrenz erstellten sie wichtige Befehle des Navigators. Vor allem bei der Fehlersuche und dem korrekten Umgang mit Threads waren sie uns eine wichtige Hilfe.

## 4.7 Test

Folgender Abschnitt stellt das grundlegende Vorgehen beim Test der Software dar. Er wurde vom Testbeauftragten Jörgen Bertele erstellt und für diesen Endbericht etwas überarbeitet.

Der Test ist eine der schwierigsten Phasen bei der Entwicklung hardwarenaher, autonomer Software. Dies liegt hauptsächlich an mangelnder Reproduzierbarkeit. Bei der Entwicklung unserer Software wurden deswegen verschiedene Wege gegangen.

- **Codeinspektionen**

Der entstandene Code wurde so weit wie möglich von verschiedenen Leuten durchgesehen und auf Fehler überprüft. Basis der Codeinspektionen waren der Entwurf, sowie die Programmierrichtlinien.

- **Parametertest**

Für viele Teilprojekte wurden Testprogramme entwickelt, die es ermöglichen, die Funktionsfähigkeit bei den verschiedenen möglichen Parameter zu überprüfen. Es wird also gegen den Entwurf getestet.

- **Funktionstest**

Der Funktionstest überprüfte das Zusammenspiel und die Belastbarkeit der einzelnen Module. Hierbei wurde sowohl gegen den Entwurf, als auch gegen die Spezifikation getestet.

- **Situationstest**

Im Situationstest wurden Spielsituationen und die Reaktion des Roboters gegenüber der Spezifikation getestet. Bei diesem Test wurde auch das Zusammenspiel der einzelnen Roboter überprüft.

- **Demonstrationsspiel**

Das Demonstrationsspiel bildete den Abschluß der Softwareentwicklung. Hierbei wurden die praktische Spielfähigkeit untersucht.

Die Abbildungen 4.2 und 4.1 zeigen die von Thorsten Buchheim erstellte graphische Oberfläche, die den Test an vielen Stellen unterstützt hat.

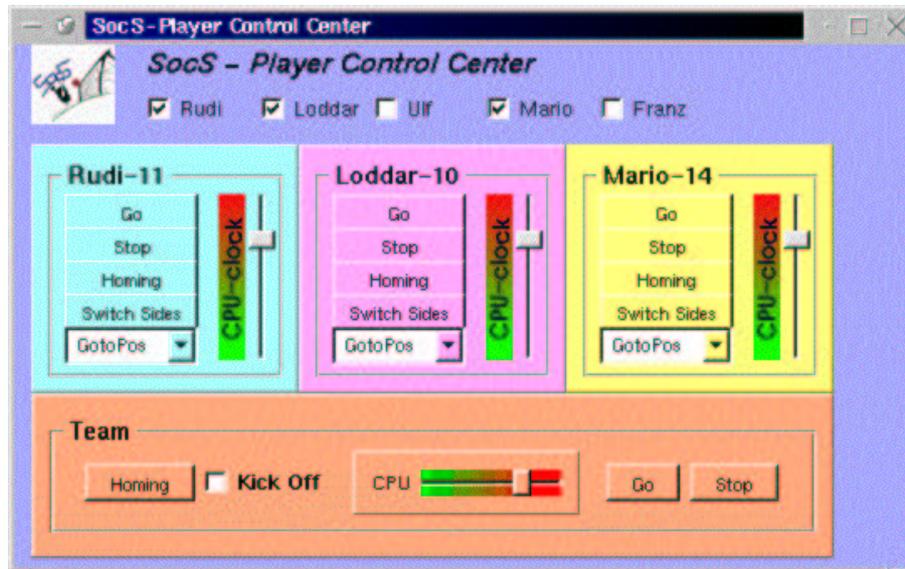


Abbildung 4.1: SocS Control Center

Im Folgenden wird auf die Art und Weise der Durchführung der einzelnen Testabschnitte, als auch die daraus gewonnenen Erfahrungen näher eingegangen.

Die **Codeinspektionen** wurden auf zwei verschiedene Arten durchgeführt. Ein Entwicklungsteam bestand grundsätzlich aus zwei Personen. Einer war jeweils für die Programmierung der Klasse zuständig. Der Andere hat sich diese Klasse dann entweder anschließend am Bildschirm oder in ausgedruckter Form durchgesehen. Falls möglich wurde sogar zu zweit programmiert und so die Codeinspektion gleich on-the-fly durchgeführt. Codeinspektionen haben im Projekt zwei Zwecken gedient. Erstens wurde die Codequalität erhöht und zweitens die Fachkompetenz der Projektmitglieder. So gab es in einem bestimmten Bereich in der Regel immer zwei Personen, die sich damit auskannten. Ein Problem der Codeinspektionen war der dichte Zeitplan. Als die deutsche Meisterschaft in Paderborn näher rückte, gab es zu viele Baustellen, als dass Codeinspektionen noch vernünftig durchgeführt werden konnten. Deshalb wurden sie meist nur noch im Problemfall, oft auch unter Hinzuziehung der Betreuer angewendet.

Bei den **Parametertests** wurde parallel zur Entwicklung des Teilprojekts ein Testprogramm geschrieben, mit welchem beispielsweise die Fahrbefehle mit den nötigen Daten versehen werden konnten. Die Verwendung solcher Testprogramme wie beispielsweise IAPilotTest, IAWoMoTest und NavTest ermöglichte es uns, Fehler mit Hilfe von Debug-Ausgaben auf die Konsole recht schnell zu lokalisieren und zu beheben. Die Grenzen dieser Testprogramme traten an mehreren Stellen auf. Einerseits gab es ein subjektives Limit. Die etwas mühsame Art, die einzelnen Funktionen mit den verschiedensten Parametern zu initialisieren, führt dazu, dass die Tests aus Zeitgründen meist vorschnell abgerochen wurden, sobald eine hinreichende Funktionalität gegeben war. Das objektive Limit

bestand darin, dass immer nur ein Funktionsbereich getestet wurde. Eventuelle Abhängigkeiten wurden nur mit Hilfe von Debuginformationen gefunden.

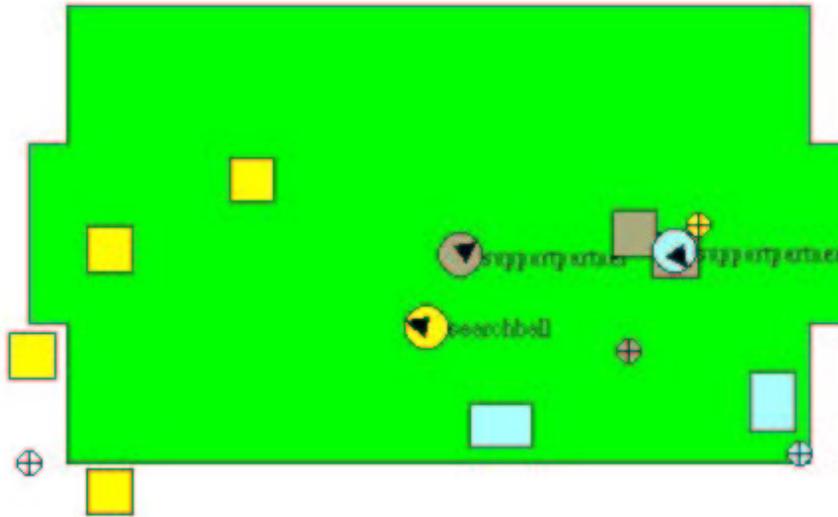


Abbildung 4.2: Das Spielfeld auf dem Bildschirm

Der **Funktionstest** wurde mit stark erweiterten Testprogrammen, die teilweise mit einer Oberfläche unter NCurses ausgestattet waren, durchgeführt. Das Testprogramm PilotSimTest beispielsweise läßt den Roboter einen zufälligen Kurs über das Spielfeld fahren und besitzt damit eine ähnliche Funktionalität wie die Searchball-Routinen aus dem Vorprojekt. Mit diesem Testprogramm war es möglich, einen Belastungstest des Piloten durchzuführen. Damit war es möglich, die Routinen des Piloten über einen längeren Zeitraum zu testen. Im Bereich der Sensoren und des Weltmodells wurde mit SENFTest und WoMoTest ein Testprogramm geschrieben, welches unter NCurses sämtliche Informationen ohne Scrollen angezeigt hat. Damit konnte man einen Roboter genau positionieren und die angezeigten Daten, sowie deren Varianzen mit Sollwerten vergleichen. Das Testprogramm des Weltmodells wurde noch dahingehend erweitert, dass sämtliche Funktionalität des Navigator auch angesteuert werden konnte. Damit konnte der Tester sämtliche Informationen des Weltmodells sehen und den Roboter auch komplett steuern. Mit dem Funktionstest konnte der Betrieb des Roboters bereits gut simuliert werden und vor allem auch reproduziert werden. Ein Testszenario sah beispielsweise so aus, dass der Roboter abwechselnd eine bestimmte, zuvor abgespeicherte Position anfuhr, dann zum Ball fuhr und den Ball ins Tor schoß. Auch bei diesem Testverfahren gab es durch zeitliche, personelle und materielle Engpässe viele Abstriche. In einem Folgeprojekt sollte für diese prinzipiell nützliche Testphase stets ein Roboter zur Verfügung stehen, da so manche Probleme früher erkannt werden können.

Der **Situationstest** konnte planmäßig erst durchgeführt werden, nachdem eine erste Betaversion der kompletten Software vorlag. Aus Zeitgründen wurde der Situationstest nur zweimal planmäßig durchgeführt. Dazu wurden bereits in der Entwurfsphase auf Grundlage der Spezifikation Testpläne erstellt, die ein be-

stimmtes Szenario enthielten. In diesen Szenarien ist sowohl die Startaufstellung, als auch das Testziel beschrieben. Ein solcher Test galt als bestanden, wenn alle am Test beteiligten Roboter dreimal hintereinander zusammen das Soll erreicht haben. Dieser Test wurde kurz vor Seattle im Rahmen einer kleinen Präsentation durchgeführt. Dieses Testverfahren ist recht anschaulich und läßt sich auch recht gut planen, die Ergebnisse sind aber reichlich ungenau. Über Fehler kann nur ausgesagt werden, dass sie existieren. Bei der Durchführung dieses Tests ist es also wichtig, dass Fehler in den Teilsystemen bereits ausgeschlossen sind. Nur so läßt sich ein gefunder Fehler eingrenzen.

Ein richtiges Probespiel war zwar in der Planung vorgesehen, musste aber aus zeitlichen Gründen gestrichen werden. Deswegen behelfen wir uns mit menschlichen Gegnern, die notdürftig die gegnerische Mannschaft simulierten. Deswegen ähnelte dieses Testverfahren sehr stark dem Situationstest. Es wurde praktisch eine sehr realistische Situation nachgestellt. Es wäre jedoch hübsch gewesen, wenn zu diesem Zweck wie ursprünglich vorgesehen eine zweite Mannschaft zur Verfügung gestanden hätte.

Der ursprünglich fest geplante Testablauf konnte im Studienprojekt mangels Robotern nie durchgeführt werden. Für ähnliche Projekt ist dringend zu empfehlen, ein extra Testsystem vorzusehen. So kann ein Meilenstein des Programms getestet werden, ohne dass die Entwicklung stehen bleibt. Mit eingeschränkten materiellen Ressourcen ist ein richtiger Test (aus SE-Sicht) nur auf Kosten der Zeit zu realisieren.

## 4.8 Spiele

Da in Stuttgart niemals mehr als vier Roboter einsatzbereit waren, hatten wir lediglich bei den Meisterschaften die Chance, gegen andere Roboter anzutreten. Diese Begegnungen waren jedesmal spannend und interessant. Die Spielweise unserer Roboter war stark von der des Gegners abhängig. Beispielsweise sah das Spiel gegen den amtierenden Weltmeister CS Freiburg in Paderborn sehr gut aus, während wir gegen einen fast bewegungslosen Gegner, der allerdings einen Zufallstreffer erzielte, nicht gewinnen konnten.

Die folgende Schilderung soll einen kleine Ahnung von einem solchen Roboterfußballspiel vermitteln:

Ein Spiel in der Middle Size League dauert zwanzig Minuten verteilt auf zwei Halbzeiten zu jeweils zehn Minuten. Vor dem Spiel werden von jeder Mannschaft je zwei Teammitglieder bestimmt, die für die Ein- und Auswechslung der Roboter zuständig sind und ein Teamleiter. Der Teamleiter, bei uns Reinhard Lafrenz, fungierte als Schnittstelle zwischen dem Schiedsrichter und den beiden Assistenten einer jeder Mannschaft (die für Ein- und Auswechslung zuständig waren).

Vor einem Spiel müssen die Kameras der Roboter an die herrschenden Lichtbedingungen angepasst werden. Die Kalibrierung nimmt meist sehr viel Zeit in Anspruch. Außerdem müssen die exakten Maße des Spielfeldes gemessen und in die Konfigurationsdatei eingetragen werden.

Direkt vor dem Spiel erhält jeder der Roboter zwei voll aufgeladene Akkus.

Die Programme wurden bereits vorher übersetzt und müssen von einem Laptop oder Standrechner aus auf jedem einzelnen Roboter gestartet werden. Ausserdem muss der CORBA-Event-Channel zur Kommunikation gestartet werden. Last but not least wird die graphische Oberfläche zur Teamsteuerung gestartet. Theoretisch kann dies alles von einer Person ausgeführt werden, allerdings hat sich bei der Hektik einer Meisterschaft folgendes Vorgehen bewährt:

Es gibt eine Aufsichtsperson und drei Bediener. Davon startet einer die graphische Oberfläche, die anderen beiden jeweils die Programme auf je zwei Robotern (3 Feldspieler + 1 Ersatzspieler). Bei einem Absturz oder bei der Konfigurationsänderung in der Halbzeitpause kann so schneller reagiert werden. Die Rolle der Aufsichtsperson über die Bediener hat Georg Kindermann übernommen.

Der Torwart ist von uns weder entwickelt noch verbessert worden. Er wurde von Moritz Schulé bedient.

Fiel ein Roboter während des Spiels aus, so wurde von dem entsprechenden Arbeitsplatz Georg Kindermann informiert, der versuchte, Kontakt mit Reinhard Lafrenz aufzunehmen. Dieser teilte es dem Schiedsrichter mit und nach dessen Einverständnis wurde einer der beiden Assistenten auf das Spielfeld geschickt. Dabei musste dieser versuchen, beim Herausheben des Roboters nicht aktiv in das Spielgeschehen einzugreifen.

## 4.9 Handbuch

Das Schreiben eines Handbuches wurde aufgrund der Zeitknappheit entgegen dem Plan auf die Zeit nach Seattle verschoben. Dies stellt jedoch kein Problem dar, weil genügend Teilnehmer des Studienprojektes, mit mehr Know-How als ein Handbuch enthalten kann, vor Ort anwesend waren.

Nachteil dieser Verschiebung war, dass das Schreiben des Handbuches in die Phase des Projektabschlusses fiel und sich außerdem bei nahezu jedem mit mehreren Prüfungen überschneidet. Trotzdem wurde es fristgerecht fertiggestellt, in einem Review und durch Joachim Vollrath, einem der späteren Nutzer, geprüft und nachgebessert.

Das SocS-Handbuch ist eine Kombination aus Spezifikation und Entwurf. Es erklärt die Funktionalität und der von uns entwickelten Software auf einfache Art und Weise und ergänzt diese um Entwurfsdetails. Wo nötig werden Klassenstrukturen erläutert und wichtige Parameter erklärt.

Das SocS-Handbuch bietet eine gute Unterstützung bei der Weiterentwicklung des Systems.

## 4.10 Projektabschluss

In der Phase des Projektabschlusses sank die Motivation der Projektmitglieder merklich. Jeder war damit beschäftigt auf Prüfungen zu lernen oder vernachlässigte Studienprojekte wieder aufleben zu lassen.

Trotzdem gelang es uns die nötigen Arbeiten noch fristgerecht abzuschließen. Dazu gehörten:

- Handbuch schreiben
- STP nachführen
- DOC++ - Kommentare nachtragen
- Projektmetriken erheben
- Dokumentation sammeln, ordnen und auf einer CD zusammenstellen
- Demo-CD erstellen
- Filmmaterial ordnen und zusammenschneiden
- Endbericht schreiben
- Endpräsentation vorbereiten

Am 18.10.2001 endet das Projekt mit einer Endpräsentation, in der wir den RoboCup, unsere Ideen und deren Verwirklichung vorstellen werden.

Im Rahmen eines Freundschaftsspiel gegen die Ulmer Roboter werden viele Leute an der Fakultät zum ersten Mal die Gelegenheit haben, ein solches Spiel zu sehen.

Wir werden die Endpräsentation in einem feierlichen Rahmen abhalten und dem folgenden Studienprojekt und allen Interessierten dabei gerne für Fragen zur Verfügung stehen.

## Kapitel 5

# Projektarbeit

### 5.1 Werkzeuge

Die Verantwortung für Werkzeuge im Studienprojekt A RoboCup wurde von Martin Koch übernommen. Er hat bereits in seinem Seminar die Versionsverwaltung CVS, die Entwicklungsumgebung Sniff+ und das CASE-Tool STP vorgestellt.

Für die Spezifikation wurde kein CASE-Tool verwendet, weil eine Modellierung der angestrebten Funktionalität in UML uns weder sinnvoll noch überhaupt möglich erschien. In einem autonomen System, wie der zu entwickelnden Software gibt es keine Use-Cases.

Das Spezifikationsdokument wurde in LATEX verfasst und durch zahlreiche Abbildungen ergänzt. Diese wurden mit xfig oder anderen Zeichenprogrammen erstellt.

Im Vorprojekt wurde von der Gruppe Curra zusätzlich das CASE-Tool Rational Rose zum Zeichnen der Diagramme benutzt.

Auch die meisten anderen Dokumente, die in diesem Projekt entstanden sind, wurden in LATEX verfasst. Wir haben uns aus folgenden Gründen darauf geeinigt:

- Von verschiedenen Teilteams können Dokumententeile verfasst werden und dann in einem Gesamtdokument, das für ein einheitliches Layout sorgt, einfach zusammengeführt werden.
- LATEX ist neben einem sehr langsamen Star Office die einzige Textverarbeitung, die im Roboterlabor allen zur Verfügung steht.
- Textverarbeitungsprogramme wie MS Word oder Star Office werden bei großen Dokumenten schnell unpraktisch.

Die Versionsverwaltung CVS wurde durch das Studienprojekt intensivst genutzt. Ein Projekt dieser Größenordnung ist ohne ein solches Tool fast unmöglich. Gerade bei der Verwaltung des Source Codes ist es unverzichtbar. Der wichtigste Vorteil ist, dass man jederzeit auf alte Versionen zurückgreifen kann und die alltägliche Bedienung selbst über die Kommandozeile sehr einfach ist.

Software through pictures (STP) stellte sich in unserer Umgebung als sehr langsam heraus, außerdem verbrauchte es viele Systemressourcen. Die Handhabung, z. B. zur Eingabe von Klassenbeschreibungen ist ziemlich umständlich und Zeit raubend.

Das von STP erzeugte Framemaker-Dokument ist zum Lesen kaum geeignet. Es lohnt sich nicht, diese Dokumentation auszudrucken. STP eignet sich lediglich als Nachschlagewerk beim Programmieren. Einige wenige Klassenstümpfe wurden direkt aus STP generiert.

Auch die Entwicklungsumgebung Sniff+ bereitete uns wegen falscher Einstellungen am Anfang sehr große Probleme. Um Arbeiten zu können hat unser Tool-Beauftragter Emacs mit den nötigsten Funktionalitäten wie CVS-Funktionen, einer Speedbar, Kompilierfunktionen etc. ausgestattet. Fast alle Studienprojektteilnehmer haben bis zum Ende im Emacs programmiert, obwohl Sniff+ bald korrekt funktionierte und sicherlich auch einige Vorteile hat. Zum Debuggen wurden die Tools GDB und DDD verwendet.

## 5.2 Aufwand

Das Studienprojekt A RoboCup begann mit dem Kick-Off-Meeting am Mittwoch, den 20.10.2000 und endet mit der Endpräsentation am Donnerstag, den 18.10.2001.

In diesem Abschnitt betrachtete Daten erstrecken sich nicht immer über den gesamten Zeitraum. Der betrachtete Zeitraum wird jeweils angegeben.

### 5.2.1 Vorprojekt

Am Anfang wurden die Teilnehmer des Studienprojektes in zwei Gruppen eingeteilt, diese arbeiteten getrennt und erstellten zwei konkurrierende Angebote. Am 22.12.2001 wurden beide Angebote präsentiert. Der dafür erbrachte Aufwand wird im nächsten Abschnitt Arbeitsstunden nicht betrachtet.

Folgende Tabelle gibt einen kleinen Überblick:

	<b>SocS</b>	<b>Curra</b>
<b>Arbeitsstunden</b>	450	330
<b>Angebot (Seiten)</b>	43	68
<b>Dokumentation sonstige</b>	k. a.	30+

### 5.2.2 Arbeitsstunden

Die hier erhobenen Daten beziehen sich auf den Zeitraum vom 12.01.2001 bis zum 08.10.2001.

Unser Web-Beauftragter Martin Kunzelnick hat auf unserer Homepage eine Zeiterfassung eingerichtet. Jeder einzelne war dafür verantwortlich dort seine Stunden einzutragen. Arbeitszeiten konnten 24 Kategorien zugeordnet werden, z. B. Angebot, Spezifikation, Besprechung, Entwurf, Sponsoring, Handbuch, Test, Implementierung, Kommunikation etc.

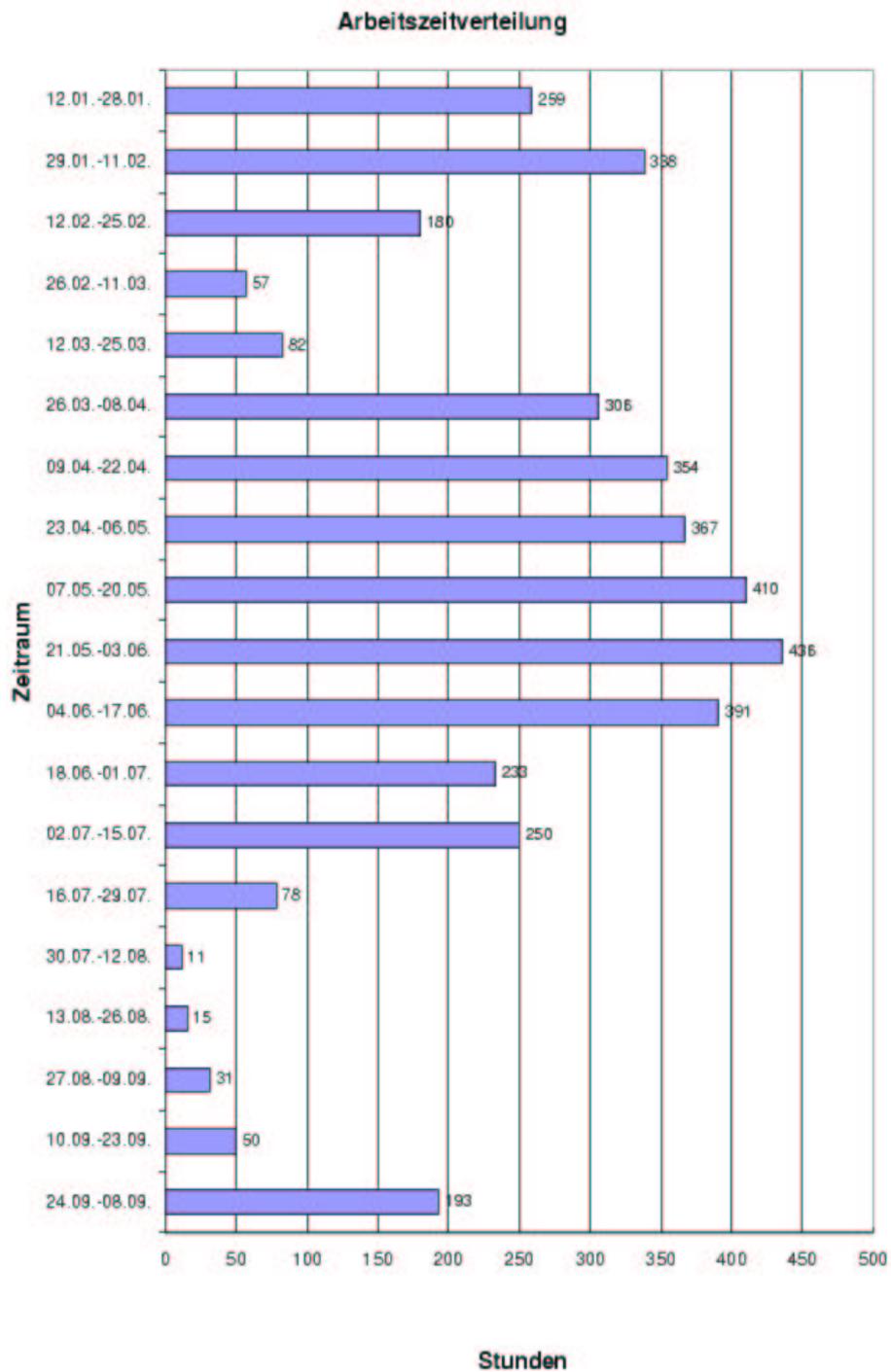


Abbildung 5.1: Gesamtarbeitszeit der Studenten, betrachtet in Zeiträumen von je zwei Wochen

Insgesamt wurden bis zum betrachteten Zeitpunkt 1454 Einträge gemacht. Aus der Datenbank können theoretisch direkt mit SQL-Abfragen zahlreiche Statistiken generiert werden.

Die Erhebung der geleisteten Arbeitsstunden gestaltet sich aber aus drei Gründen schwierig:

- Es ist der Projektleitung nicht gelungen, alle Projektmitglieder dazu zu bringen, gearbeitete Stunden gewissenhaft einzutragen.
- Über unzählige von den Betreuern geleistete Stunden existiert keinerlei Erhebung.
- Arbeitszeiten wurden nicht immer der korrekten Kategorie zugeordnet, z. B. ist oft Implementierung und Test nicht getrennt.

Abbildung 5.1 betrachtet die Arbeitsstunden, die in bestimmten Zeiträumen eingetragen wurden. Es handelt sich hier natürlich nur um Arbeitsstunden der Studenten, nicht der Mitarbeiter und Betreuer.

In den ersten Wochen wurde wie aus dem Diagramm ersichtlich viel gearbeitet. Zum einen musste das Angebot und der Projektplan entsprechend den Vorstellungen des Kunden abgeändert werden, zum Anderen wurde die Spezifikation erstmals zum 14.02.2001 abgegeben. Danach blieb der Aufwand noch relativ hoch, weil noch einige Verbesserungen an der Spezifikation zu machen waren. Der Einbruch im Zeitraum vom 26.02.-25.03. erklärt sich durch zahlreiche Prüfungen, durch die jeder Student im Projekt betroffen war.

Entwurfsphase und Implementierung gingen fließend ineinander über und hielten die Arbeitsintensität über mehrere Monate konstant sehr hoch.

Nach der Deutschen Meisterschaft in Paderborn (08.06.-10.06.) wurde die Lage wieder etwas entspannter. Die Roboter wurden am 19.07. für die Weltmeisterschaft in Seattle verpackt und waren erst Ende August wieder zurück in Stuttgart. Für alle Studienprojektteilnehmer begann dann auch wieder die Prüfungszeit, so dass nicht viel für das Projekt getan werden konnte.

Im letzten betrachteten Zeitraum sieht man wieder einen deutlichen Anstieg in der Stundenzahl. Er repräsentiert die gerade angelaufenen Abschlussarbeiten, die bis zur Endpräsentation am 18.10. noch eine beachtliche Anzahl von Stunden kosten werden.

In den vorliegenden Statistiken wurde das Problem der nicht eingetragenen Stunden durch Verwenden von Mittelwerten für die betreffenden Personen gelöst.

Im Durchschnitt ergeben sich für alle, die zuverlässig ihre Stunden eingetragen haben, 370 Stunden pro Person.

An dieser Stelle soll keine namentliche Übersicht der abgeleisteten Stunden gezeigt werden. Die Gesamtstundenzahl der einzelnen Studienprojektteilnehmer bewegt sich zwischen 259,9 und 459,75 Stunden.

Hochgerechnet ergeben diese Zahlen eine Gesamtsumme von 4070 Stunden. Im Hinblick auf die im nächsten Abschnitt betrachteten Codezeilen (ca. 60000) erscheint diese Zahl sehr gering. Rechnet man mit dem gleichen Durchschnitt für die beteiligten drei Betreuer ergibt sich eine Gesamtstundenzahl von 5180 Stunden. Die Stunden aus dem Vorprojekt erhöhen den Wert um weitere 780 Stunden auf 5960 Stunden.

Daraus berechnet sich ein Wert von 10 Zeilen Code pro Stunde.

Die Teilnahme an der Deutschen Meisterschaft in Paderborn, wo in den Nächten noch sehr viel gearbeitet wurde, wurde von keinem der Studienprojektteilnehmer als Arbeitszeit eingetragen, waren aber sehr wichtig für Implementierung und Test.

In der Betrachtung fehlen außerdem noch die Zeiten der gerade andauernden Abschlußarbeiten. Dazu gehört dieser Endbericht, die Nachbesserung des Handbuchs, die Endpräsentation, die Demo- und Doku-CD.

### 5.2.3 Codezeilen

Als eine der wichtigsten Metriken wurde im Studienprojekt Robocup die Anzahl der Codezeilen erhoben. Dazu wurde das Freeware-Tool "lc" verwendet, das im Quellcode z.B. von C. M. Lott [Lott] erhältlich ist und echte Codezeilen von Kommentarzeilen unterscheiden kann und auch leere Zeilen extra berücksichtigt. Bei den Angaben zur Anzahl der Klassen sind rein abstrakte Klassen nicht mitgezählt.

Vor dem Beginn des Studienprojekts waren in den Teilprojekten, die während des Studienprojektes noch geändert wurden, 41230 Zeilen Code und 7211 Zeilen Kommentar vorhanden (Stand: 6. Januar 2001), die sich auf 95 Klassen verteilten. Am Ende des Studienprojektes waren in diesen Teilprojekten und in den neu hinzugekommenen Teilprojekten insgesamt 103082 Zeilen Code und 61590 Zeilen Kommentar vorhanden (Stand: 8. Oktober 2001), die sich auf 412 Klassen verteilten. Es wurden somit im Zeitraum von 9 Monaten von Studenten und Betreuern ca. 60000 Zeilen Code, ca. 55000 Zeilen Kommentar sowie 317 Klassen erstellt.

Eine detaillierte Auflistung getrennt nach Teilprojekten ist der folgenden Tabelle 5.1 zu entnehmen.

### 5.2.4 Dokumentation

Die folgende Tabelle 5.2 gibt einen Überblick über die im Projekt entstandene Dokumentation. Bei den Seitenzahlen handelt es sich um die des jeweils endgültigen Dokumentes. Die hohe Anzahl der Reviews bei den Meilensteindokumenten Spezifikation und Entwurf ergibt sich daraus, dass es sich um jeweils getrennte interne und externe Reviews der Teilsysteme handelt.

Zu *Sonstiges* gehören Sponsoringdokumente, Dokumente der Qualitätssicherung (Reviewrichtlinien, Code-Styleguide), Testberichte und alles Schriftliche was im Laufe des Projektes entstanden ist. Dabei handelt es sich um weitere 100 Seiten Dokumentation.

### 5.2.5 Kommunikation

Kommunikation ist in einem Projekt dieser Größenordnung essentiell wichtig. Auch an dieser Stelle wird der Zeitraum vom 12.01.2001 - 08.10.2001 betrachtet.

Tabelle 5.1: Metrik der Codezeilen

Teilprojekt	Codezeilen	Kommentarz.	% Kommentar	Anz. Klassen	Codez. / Klasse
CLA (Lokalisierung) <sup>1)</sup>	17330	3800	18,0	53	327,0
cuti (CORBA-Hilfen) <sup>1)</sup>	6776	587	8,0	4	1694,0
ENV (Weltmodell) <sup>1)</sup>	336	51	13,2	2	168,0
kafi (Lokalisierung) <sup>1)</sup>	1413	285	16,8	7	201,9
NaP (alter Navigator) <sup>1)</sup>	10593	2606	19,7	17	623,1
PFF (Hilfsklassen) <sup>1)</sup>	8243	4089	33,1	29	284,2
PTHR (Thread-Hilfen) <sup>1)</sup>	1761	555	24,0	6	293,5
SConf (Konfiguration)	3196	1916	37,5	10	319,6
SENF (Sensoren)	999	2059	67,3	4	249,8
SExec (Hauptprogramme) <sup>2)</sup>	529	205	27,9	2	214,5
SNa (Navigator) <sup>2)</sup>	7626	7125	48,3	28	272,4
SPP (Wegplaner)	4604	4635	50,2	14	328,9
SPi (Pilot) <sup>2)</sup>	1673	2343	58,3	9	185,9
SPI (Spieler) <sup>2)</sup>	10313	15138	59,5	73	141,3
STest (Testprogr.)	1882	616	24,7	4	470,5
SUTIL (Hilfsklassen)	1088	1355	55,5	11	98,9
SoSeVis (Visualisierung) <sup>1)</sup>	8008	1116	12,2	34	235,5
SoSe (Server)	3173	1135	26,3	47	67,5
SocsCOM (Kommunikation) <sup>1)3)</sup>	4538	2410	34,7	20	226,9
VeP (Roboter-Hardware) <sup>1)</sup>	1857	291	13,5	2	928,5
WMObj (Weltmodell)	1553	2557	62,2	9	172,6
WoMo (Weltmodell)	5424	6277	53,6	24	226,0
Gesamt:	103082	61590	37,4	412	250,2
Von SocS <sup>4)</sup> :	37700	42300	53	218	170

<sup>1)</sup>Von Mitarbeitern der Abteilung BV erstellt<sup>2)</sup>Teilweise von Mitarbeitern der Abteilung BV erstellt<sup>3)</sup>Teilweise automatisch aus IDL generiert<sup>4)</sup>Nur grobe Schätzung möglich

Tabelle 5.2: Dokumentation im Studienprojekt SPARC

	Version	Seitenzahl	Reviews
<b>Seminare *</b>	-	261	-
<b>überarbeitetes Angebot</b>	1.1	43	1
<b>Spezifikation</b>	1.2	124	5
<b>Entwurf in STP</b>	1.1	480	8
<b>Handbuch</b>	1.1	ca.100	1
<b>Endbericht</b>	1.1	ca. 70	1
<b>Zwischenbericht</b>	-	17	-
<b>Protokolle</b>	-	60	-
<b>Sonstiges</b>	-	ca. 100	-
<b>Gesamt</b>	-	ca. 1255	-

\* nicht in der Zeiterfassung enthalten

Es gab insgesamt über 25 Sitzungen mit dem gesamten Team, zu denen jeweils ein Protokoll erstellt wurde.

Für 12 Wochen haben wir im Sommersemester 2001 eine Kernarbeitszeit jeweils Mittwochs und Donnerstags 15:00 - 17:00 eingeführt; hier bestand Anwesenheitspflicht.

Die Zeit in Paderborn kann als dreitägiger Workshop mit Beteiligung des ganzen Teams betrachtet werden. Ein weiteres wichtiges Kommunikationsmittel war E-

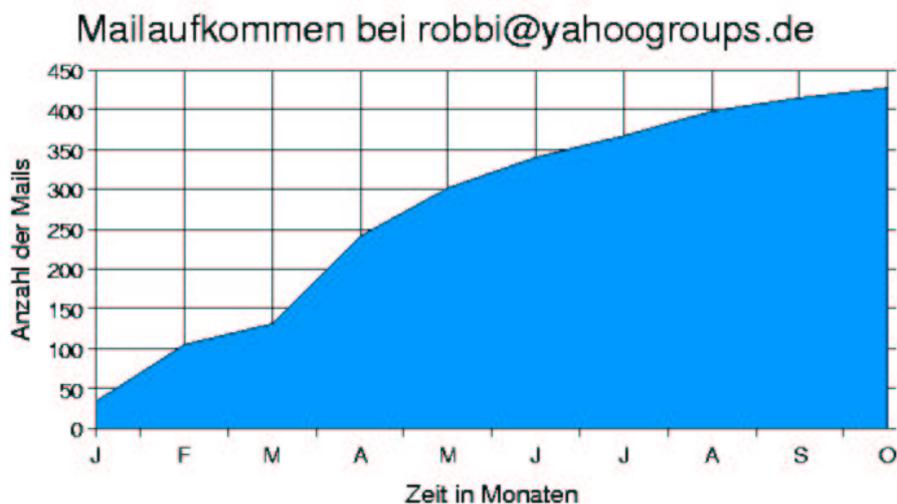


Abbildung 5.2: Kummulierte Darstellung

Mail. Über die eigens eingerichtete Mailingliste robbi@yahoogroups.de gingen in dem betrachteten Zeitraum insgesamt 428 Mails. Abbildung 5.2 stellt nochmals das monatliche Mailaufkommen dar.

Über die mit den Betreuern gemeinsam benutzte Mailingliste sparc@informatik.uni-stuttgart.de gingen in dem gleichen Zeitraum ca. 60 Mails.

Außerdem kann davon ausgegangen werden, dass jeder einzelne im Dialog mit

der Projektleitung und zur Kommunikation zwischen den Teilteams zusätzlich weitere 50-150 Mails verschickt hat. Rechnen wir mit dem kleinsten Wert, ergeben sich zusätzlich 550 Mails.

Insgesamt ergeben sich daraus 488 Mails an alle Projektteilnehmer, mindestens 538, die jeder einzelne erhalten hat und insgesamt ca. 1000 Emails über das Projekt.

Der Mailverkehr bei der Sponsorsuche und die Organisation der Reise nach Seattle wurde hier nicht betrachtet.

## Kapitel 6

# Abschließende Bewertungen

Anhand eines von Michael Schanz erstellten Fragebogens, der in ähnlicher Form auf alle Studienprojekte angewendet werden soll, wird das Studienprojekt abschließend von den Teilnehmern bewertet werden. Einige der Kriterien sind an anderer Stelle dieses Dokumentes behandelt worden, andere haben nirgendwo so richtig herein gepasst sind aber trotzdem wichtig und werden an dieser Stelle allgemein betrachtet. Es handelt hier um eine erzählende Darstellung einzelner Punkte und weniger um einen wissenschaftlichen Bericht.

### 6.1 Teilnehmer

Für die Mehrheit der Teilnehmer (8) war dieses das erste Studienprojekt. Sie hatten keinerlei Erfahrung mit einem Projekt solcher Größenordnung (Teilnehmerzahl, Umfang und Laufzeit).

Die meisten Teilnehmer hatten vorher noch nicht zusammengearbeitet. Am Anfang musste in einem Kennenlernprozess erst herausgefunden werden, wo die Stärken und Schwächen der einzelnen Teilnehmer liegen.

Die Projektgröße von elf Teilnehmern war für die Aufgabenstellung durchaus angemessen, erforderte aber natürlich vermehrten Koordinations- und Kommunikationsaufwand.

Der Zusammenhalt zwischen den Teilnehmern, die Motivation und Leistungsbereitschaft war durchweg sehr gut. Der unterschiedliche Kenntnisstand bewirkte einen positiv zu bewertenden Know-How-Transfer im Verlauf des Projektes.

Insgesamt betrachtet wurde die Aufgabe, als Team zusammenzuarbeiten, sehr gut erfüllt.

### 6.2 Betreuung

Da das Studienprojekt innerhalb eines Abteilungsprojektes stattgefunden hat, bedurfte es keiner großen Vorbereitung. Anfänglich stellte sich das Problem,

dass kaum Dokumentation vorhanden war. Das wurde jedoch durch die permanente Anwesenheit bzw. Ansprechbarkeit der Betreuer kompensiert. Die Aufgabenstellung und Anforderungen konnten gemeinsam erarbeitet und präzisiert werden. Der Kunde Dr. Michael Schanz war dabei sehr kooperativ.

Die konsequente Anwendung der Softwaretechnik, unsere Neigung erstmal sehr viel Papier zu produzieren, bevor wir die erste Zeile Code schreiben, wurde vielleicht ein bißchen belächelt, wurde im Ergebnis jedoch gewürdigt.

Nicht nur die offiziellen Betreuer Reinhard Lafrenz und Moritz Schulé, sondern auch Georg Kindermann und Thorsten Buchheim haben unser Team vor allem bei der Programmierung sehr unterstützt. Ihre Hilfe hat sehr zum Erfolg des Projekts beigetragen. Ihr Interesse und ihre Begeisterung war mit ein entscheidender Faktor für die Motivation im Studienprojekt. Das Verhältnis zu den Betreuern war sehr gut. Es herrschte eine freundschaftliche Atmosphäre.

### 6.3 Aufgabenstellung

Bei der Aufgabenstellung handelte es sich für uns alle um das interessanteste angebotene Studienprojekt. Im Gegensatz zu anderen angebotenen Studienprojekten sollten wir keine Anwendung die auf irgendeinem Rechner läuft, programmieren, sondern durften ein ganz neues interessantes Feld erforschen.

Die Aufgabenstellung war nicht detailliert, das lag aber sicherlich an dem Aufgabengebiet. Dieses erforderte eine lange Einarbeitungszeit, die wahrscheinlich erst mit Programmierung und Test endete. Unsere Software baut auf bereits existierender Software auf und musste sich teilweise daran anpassen. Verschiedene Kenntnisse mussten dazu erarbeitet werden, vor allem Thread-Handling war unter den Studienprojektteilnehmern weitgehend unbekannt.

Der grobe Zeitrahmen für die Realisierung wurde durch die Deutsche Meisterschaft in Paderborn und die Weltmeisterschaft in Seattle gesetzt. Sonst gab es nur durch den späten Termin der Angebotsunterzeichnung einen Eingriff in die Organisation.

Insgesamt war es sehr interessant und schön, dass wir durch unsere Software tatsächlich die Chance hatten, etwas in der RoboCup-Geschichte der Stuttgarter Roboter zu verändern, auch wenn die Aufgabenstellung etwas zu umfangreich war und den normalen Rahmen etwas gesprengt hat.

### 6.4 Aufwand

Der von uns erbrachte Aufwand geht wie im Kapitel Projektarbeit dargestellt weit über das Soll eines Studienprojektes hinaus, vor allem, wenn man bedenkt, dass die Deutschen Meisterschaften in Paderborn, die Weltmeisterschaft in Seattle, das Schneiden von diversen Videos etc. dabei nicht berücksichtigt wurden. Die Bereitschaft, diese Arbeit zu leisten, beweist nochmal die enorme Motivation, die dieses Projekt so besonders macht.

Über den durch die Betreuer erbrachten Aufwand existiert keine Aufstellung, es handelt sich dabei aber auch um eine nicht unwesentliche Anzahl an Tagen, Nächten und Wochenenden.

Die Teilnehmer haben weitestgehend kontinuierlich an dem Projekt gearbeitet. Studium in Form von Vorlesungen, parallele Studienprojekte und Privatleben sind dabei oft zu kurz gekommen. Eine Ausnahme bildet der Zeitraum nach der Weltmeisterschaft in Seattle, wo einige Prüfungen die Projektarbeit gebremst haben. Vor wichtigen Terminen wie den oben erwähnten Meisterschaften gab es deutliche Spitzen mit durchgearbeiteten Nächten.

## 6.5 Projektarbeit

Auch auf die Projektarbeit wurde schon an anderer Stelle eingegangen. Eine kurze Zusammenfassung bildet der folgende Abschnitt.

Die Projektarbeit musste aufgrund der Aufgabenstellung vor allem im Roboterlabor an der Universität Stuttgart durchgeführt werden. Aus diesem Grund haben wir uns dort auch gemütlich eingerichtet. Unsere Sofaecke und der Essenschrank, befüllt von unserem Catering-Beauftragten Jörgen Bertele, schafften angenehme Arbeitsbedingungen, die die Kommunikation innerhalb des Teams sehr unterstützt haben. Die Einführung einer Kernarbeitszeit zwei Mal die Woche ist als positiv zu bewerten, auch wenn manchmal die Rechner knapp wurden. Wir haben versucht, die Software in verschiedene Arbeitspakete aufzuteilen, welche von einzelnen Teams bearbeitet wurden. Regelmäßige Sitzungen waren sehr wichtig für die Koordination der Teilprojekte.

## 6.6 Infrastruktur

Das Roboterlabor hat für uns eine fast ideale Infrastruktur und sehr gute Arbeitsbedingungen zur Verfügung gestellt. Wir hatten sehr viel Platz, die erwähnte Sofaecke, einen eigenen abschließbaren Schrank. Wir waren zusammen mit den Betreuern und Joachim Vollrath alleinige Nutzer des Raumes. Wir erhielten genügend Schlüssel, um auch nachts und am Wochenende arbeiten zu können. Zum Ende standen uns im Roboterlabor 10 Workstations zur Verfügung. Außer in der Kernarbeitszeit war das ausreichend, weil sehr oft im Team gearbeitet wurde und nicht jeder einen eigenen Arbeitsplatz brauchte. Die Anzahl der Roboter überstieg niemals drei, so dass bei Tests Absprachen getroffen werden mußten.

Die Ausstattung der Arbeitsplätze war ausreichend, wenn man mal von der Zeit in der alle mit STP, dem uns für den Entwurf zur Verfügung stehenden CASE-Tool, arbeiten mussten, absieht. Eine Projektverwaltung (CVS) stand uns sowohl für den Code als auch für die Dokumentation zur Verfügung. Wir hatten unbegrenzten Plattenplatz und eine unbegrenzte Druckquota zur Verfügung. Auch Büromaterial erhielten wir, wenn notwendig. Moritz Schulé ist es gelungen, die Roboter, auf die ab einem gewissen Zeitpunkt nicht mehr verzichtet werden konnte, nach Defekten stets rasch wieder fahrbereit zu machen.

Diese Infrastruktur war auch ein sehr entscheidender Faktor für den Erfolg des Projektes.

## 6.7 Planung

Die Planung, die zum Anfang des Projektes von den Teilnehmern sehr detailliert entworfen wurde, ist in den wichtigsten Meilensteinen eingehalten worden. Die Roboter waren bei den Meisterschaften in geplantem Umfang funktionsfähig und haben zufriedenstellende Ergebnisse erzielt. Interne Meilensteine wurden manchmal verschoben, z. B. ist das Handbuch erst zum Ende des Projektes fertiggestellt worden. Wir haben uns beim Vorgehen für ein Phasenmodell entschieden, wobei die Realisierung in zwei Iterationen – vor Paderborn und nach Paderborn – aufgeteilt wurde. Ein Teil des Angebotes, die graphische Oberfläche, wurde zur Hälfte des Projektes mit Zustimmung des Kunden gestrichen. Sie wurde durch die Betreuer realisiert. Dies ist jedoch nicht als Fehlschlag der Planung zu werten. Dieses Teilprojekt war bewußt später angesetzt worden und bereits im Angebot als Puffer gekennzeichnet. Da in den anderen Teilen weit mehr geleistet wurde als ursprünglich erwartet, war die Entscheidung, es zu streichen, gerechtfertigt.

In den Besprechungen wurde jeweils die Feinplanung für die nächsten Wochen festgelegt. Die zu Anfang gemachte Feinplanung (Meilensteine 1-47) wurde dadurch überschrieben.

Zusammenfassend kann man sagen, dass eine genaue, stimmige Planung für das ganze Projekt von vornherein nicht möglich war. Gerade bei einer Neuentwicklung, aufbauend auf bestehender Software, in einem völlig neuen Gebiet ist das auch nicht sinnvoll.

## 6.8 Qualitätssicherung

Qualitätssicherungsbeauftragter im Projekt war Marko Tomljenovic. Er hat am Anfang diverse Templates (z. B. Protokoll) erstellt, Kriterien für Spezifikation und Entwurf aufgestellt und Code Richtlinien ausgewählt und vorgestellt. Die Kontrolle der Qualität erfolgte bei den Dokumenten (Angebot, Spezifikation, Entwurf, Handbuch, Endbericht) durch interne und externe Reviews. Der Code wurde durch gemeinsame Entwicklung, gemeinsame Fehlersuche und systematische Tests durch den Testbeauftragten Jörgen Bertele validiert. Die Kommentierung des Codes in DOC++ wurde durch den Qualitätssicherungsbeauftragten überwacht.

Insgesamt betrachtet hat die Entwicklung nach den Prinzipien des Software Engineering zu einem hohen Standard aller Ergebnisse des Projektes geführt.

## 6.9 Studienprojekt allgemein

Der Nutzen des Studienprojektes ist insgesamt sehr hoch zu bewerten. Im Hinblick auf das weitere Studium hat jeder neue Fähigkeiten erlangt und Erfahrungen gesammelt, die sich auf andere Studienprojekte positiv auswirken werden. Auch im Berufsleben ist die Projekterfahrung von großer Wichtigkeit. Wir haben mehr über die Zusammenarbeit mit anderen Menschen und über Probleme und Lösungen gelernt, als uns je eine Vorlesung vermitteln kann.

## Kapitel 7

# Persönlicher Eindruck

### 7.1 Jörgen Bertele

SPARC - StudienProjekt A RoboCup war in meinem Studium etwas Besonderes. Ich empfand es als ein tolles Geschenk für jeden von uns. Es hat sich von den anderen angebotenen Projekten durch folgende Punkte unterschieden:

- **Relevanz**  
Im Gegensatz zu vielen anderen Studienprojekten bestand hier die Möglichkeit aktiv in einem Abteilungsprojekt mitzuwirken. SPARC gab es nicht, weil ein Studienprojekt benötigt wurde, sondern weil eine neue Software für die Roboter geschrieben werden sollte.
- **Betreuung**  
Das Arbeiten im SPARC war stets ein Miteinander und nie ein Gegeneinander von Betreuern und Studenten. Alle zogen am gleichen Strang. Die Unterstützung aus der Abteilung war stets motivierend.
- **Softwaretyp**  
Die Programmierung von Robotern unterscheidet sich doch sehr, von dem ansonsten oftmals gebotenen Einheitsbrei. Viele Studienprojekte beschäftigen sich mit der Darstellung und Auswertung von Daten. Das war sowohl im EST-Praktikum und im SoPra, als auch in anderen Studienprojekten der Fall. Bei uns entstand dagegen eine Software, die neue Daten erschafft. (Steuersignale, Logfiles, usw.)
- **Wettbewerbe**  
Unser Programm mußte sich international messen lassen können. Für mich bedeutete das den wertvollen Kontakt mit Leuten anderer Universitäten und einen gewaltigen Blick über unsere Universität hinaus. Und zuletzt: Wer hat als Student schon etwas gegen eine Dienstreise.
- **Erfahrung**  
Durch die feste Zielvorgabe war SPARC einem richtigen Projekt in einer externen Firma schon recht ähnlich. Man konnte Erfahrungen auf allen

Gebieten mitnehmen und man mußte sich mit Mängeln arrangieren. Einer Änderung des Zieles war nicht möglich.

- Ausrüstung  
Für SPARC wurden tolle Betreuer und eine große Räumlichkeit zur Verfügung gestellt.

Unter diesen Gesichtspunkten war es für mich die Entscheidung für dieses Projekt klar und ich bin froh über alle neuen Erfahrungen, die es mir gebracht hat. Ich möchte mich an dieser Stelle bei dieser Stelle bei Georg, Michael, Moritz, Reinhard, Thorsten, Peter und natürlich bei Herrn Levi für dieses einzigartige Projekt und viele sowohl lustige, als auch lehrreiche gemeinsame Stunden bedanken.

Wir waren eine tolle Truppe. Es gab niemanden, der nichts konnte, niemanden, der nichts machen wollte und niemanden, der für nicht zur Klärung von Differenzen bereit war. In welchen sonstigen Studienprojekt wurde so viel Blödsinn gemacht, so viele Nächte durchgearbeitet, so viele Ü-Eier gegessen, und so oft die Melodie von Captain Future gehört?

## 7.2 Siegbert Dürbeck

Ich beschäftige mich privat viel mit Fussball und war froh an diesem Projekt zur Entwicklung der Software für Fussball spielende Roboter mitwirken zu dürfen.

Ich hatte mir Videos über Spiele angeschaut, und war überzeugt unseren Robotern den Doppelpass beibringen zu können. Ich lernte dabei das Zusammenspiel der Sensoren kennen und bekam immer mehr Einblick in der Welt der Roboter.//

Leider musste ich im Vorprojekt feststellen das es nicht so einfach war den Roboter den ein oder anderen Trick anzueignen. Um schon kleine Fortschritte zu erzielen war ein hoher Aufwand von Nöten.//

Es hat Spass gemacht zu entwickeln mit dem Ziel sich bei der Deutschen Meisterschaft und Weltmeisterschaft mit anderen Mannschaften messen zu können. Wir wollten dabei unbedingt den Weltmeister schlagen und arbeiteten mit aller Macht darauf hin. //

Dabei verbrachten wir die ein oder andere Nacht im Robolabor und liessen uns von den Klagen von Caption Future inspirieren. Wir lernten den einen oder anderen Security-Mann kennen und ernährten uns vorzugsweise von Pizza, 5 Minuten Terrine und Ü-Eiern.

Doch leider zog ich mir beim Fussball spielen eine schwere Verletzung zu die mich eine lange Zeit ausser Betrieb setzte. Ich wäre sehr gerne bei den Meisterschaften dabei gewesen und war froh über die nette Post die ich von unserem Team erhalten habe. Danke!//

Die Stimmung innerhalb des Teams war einmalig. Probleme wurden schnellst möglich beseitigt und man half sich gegenseitig wo man nur konnte. Es war einfach klasse. //

Dies was mein drittes Studienprojekt und das mit Abstand beste Projekt. Ich kann demjenigen, der mit dem Gedanken spielt an einem Nachfolgerprojekt teilzunehmen, nur sagen: Lass Dir diese einmalige Chance nicht entgehen und trag immer Schienbeinschützer wenn du mal Fussball spielst!

### 7.3 Frank Hahn

Als ich mich letztes Jahr in das Studienprojekt A RoboCup eingeschrieben hatte, war mir gleich klar, dass dieses Studienprojekt etwas ganz besonderes werden würde. Die Aufgabenstellung, eine fußballspielende Robotermannschaft zu programmieren, hat mich schon damals so fasziniert, dass ich mich mit den anderen angebotenen Studienprojekten schon gar nicht mehr groß beschäftigt hatte. Endlich gab es ein Studienprojekt, dass mit der German Open in Paderborn und der WM in Seattle ein richtiges Ziel hatte, dass nicht nur darin bestand ein akademisches Produkt für die Schublade zu entwickeln. (Dies war zumindest in anderen Studienprojekten meine Erfahrung) Dieses Projekt motivierte mich schon damit, eine Robotermannschaft zu erschaffen, die in einem technischen Wettstreit, zwischen verschiedenen Mannschaften der unterschiedlichsten Universitäten, konkurrenzfähig sein musste, d.h. sie musste nicht nur funktionieren, sie sollte auch besser sein als die Konkurrenz.

Dieses Ziel konnten wir nur mit einem wirklich guten Teamwork bewältigen. Und dies war in diesem Projekt wirklich ausserordentlich. Ich habe in keinem sonstigen Studienprojekt miterlebt, wie mit einer solchen Motivation und Verbissenheit in den einzelnen Teilprojekten gearbeitet wurde, wie in diesem. Dabei waren durchgemachte Nächte keine Seltenheit. Nicht zuletzt lag es auch an einer wirklich guten Projektleitung, die nicht nur das Ein mal Eins des Software Engineerings anwandte, sondern die Gruppendynamik so gut im Griff hatte, dass alle Meilensteine ohne größere Verzögerungen und ohne Murren einzelner Projektteilnehmer eingehalten wurde. Was meiner Erfahrung nach auch eher selten der Fall ist.

Die Betreuung des Studienprojekts war einfach sehr gut. Was für mich besonders bemerkenswert war, war die Tatsache, dass Zeitweise, besonders während der Implementierung und dem Test vor Paderborn und Seattle, eine aktive Teilnahme der Betreuer im RoboLabor eine Selbstverständlichkeit war. So konnten wir in der "Heißen Phase" noch sehr viel hinzu lernen.

Das Studienprojekt war wirklich das interessanteste und spannendste Projekt, dass ich während meines Studiums belegt hatte. Und würde ich nochmal vor der Wahl stehen, ich würde dieses Projekt ohne zu zögern wieder wählen.

Zu guter Letzt möchte ich nicht beim ganzen Team bedanken, das das Unmögliche möglich gemacht hat. Ich möchte mich bei unseren Betreuern bedanken, ohne die wir in Paderborn und Seattle bestimmt nicht so erfolgreich gewesen wären. Ich möchte mich auch bei unserem Kunden bedanken, der wirklich ein fairer Kunden war. Ich möchte dann noch Professor Levi danken. Ohne ihn hätte es kein Studienprojekt A RoboCup gegeben.

Frank Hahn

hahnfk@studi.informatik.uni-stuttgart.de

## 7.4 Uwe-Philipp Käppeler

Das Projekt hat mir sehr gut gefallen und ich war froh, dass ich daran teilnehmen durfte. Roboter haben mich schon immer sehr fasziniert und nicht oft bietet sich die Möglichkeit, mit so teuren Geräten zu arbeiten und zu spielen. Dazu kommt der Wettkampf: Die autonomen Roboter mit unserer Software mussten sich in Turnieren gegen andere Roboter mit Software anderer durchsetzen. Das war für mich die größte Motivation an diesem Projekt.

Die Atmosphäre bei den Wettkämpfen war auch etwas ganz besonderes. Trotz dem Stress – in Paderborn wurde in den Nächten in Schichten freiwillig durchprogrammiert – war es auch ein riesen Spaß. Die Arbeit mit unseren Betreuern und weiteren Mitarbeitern der Abteilung, deren Software wir verwendeten, hat wunderbar funktioniert. Es war auch nett, dass sie uns geholfen haben, Fehler in unseren Softwareteilen zu finden und auch Teile, die wir geplant hatten, für uns zu entwickeln. Schade, dass Professor Levi selten Begeisterung zeigte, aber es ging auch ohne.

Ein Robocup Studienprojekt kann ich den nachfolgenden Jahrgängen sehr empfehlen.

Es war für mich das erste Mal, dass ich Software zusammen mit mehr als 3 Leuten entwickelt habe. So habe ich zum ersten Mal auch mitbekommen, wie die Schwierigkeiten, die dabei auftreten können und von denen man in der Softwareengineering Vorlesung hört, in der Realität aussehen. In unserer Gruppe waren die verschiedensten Leute mit verschiedenen Fähigkeiten und verschiedenen Persönlichkeiten. Dass dies bei der Arbeit in der Gruppe eine so große Rolle spielt, hätte ich nicht gedacht. Das brachte ein paar Schwierigkeiten aber auch sehr viele Vorteile mit sich.

Das Projekt war das größte, an dem ich bisher gearbeitet habe. So habe ich auch zum ersten Mal in der Realität erfahren, wie wichtig die einzelnen Meilensteine bei der Entwicklung von Software sein können, um miteinander zu arbeiten.

Nachdem wir unseren Entwurf abgegeben haben, waren die Betreuer skeptisch, ob wir es schaffen würden, da wir ein neues Team waren, mit einer für die meisten noch neuen Programmiersprache arbeiteten, sehr spezielle Software entwickeln mussten und auch noch unter Zeitdruck waren, da man zu den Turnierterminen ja fertig sein musste. Alleine hätten wir es vermutlich auch nicht ganz geschafft. Trotzdem denke ich, dass das Projekt schon alleine von den Ergebnissen her ein ganzer Erfolg war.

- Das Angebot:

Unsere Gruppe war sehr ehrgeizig. Die Konkurrenz hatte ihr Angebot schon ein paar Tage vorher fertig und wir haben Teile davon gesehen. Es war dann wirklich unser Ziel, ein Angebot zu erstellen, das das erste übertrumpft, da wir auch von unserer geplanten Architektur überzeugt waren. Das endete dann natürlich wieder in langen Nachtschichten vor dem Abgabe- und Präsentationstermin. Bei der Präsentation ist es mir leider nicht so gut gelungen, die Vorteile unseres Entwurfs im Vergleich zu dem der Konkurrenz, der direkt davor präsentiert wurde, herauszustellen.

Deshalb war ich dann sehr froh, dass sich die Betreuer für unser Angebot entschieden haben.

- German Open in Paderborn:  
Bevor die Roboter eingepackt wurden und auch während des Turnieres haben wir (wie schon erwähnt) wieder einmal die Nächte durchgearbeitet. Wir haben es gerade so geschafft, die Roboter zum Spielen zu bringen. Die Kommunikation, die uns in Seattle starke Vorteile in den Spielen gebracht hat, fehlte leider noch. Das zeigte dann auch, wie schwierig es ist, Softwareprojekte von Anfang an zu planen.
- Unser Team  
Es hat mir sehr großen Spaß gemacht in diesem Team zu arbeiten und mit ihm zu reisen. Für die gute Zusammenarbeit mit allen möchte ich mich hier noch mal bedanken.

Uwe-Philipp Käppeler

## 7.5 Harriet Kasper

Ich werde dieses Jahr wohl niemals in meinem Leben vergessen. Es war viel Stress, viel Spass und einfach viel mehr als ein Projekt.

Ich habe mich in dieser Zeit sehr mit dem Projekt identifiziert und als Projektleiterin dafür die Verantwortung übernommen. Es waren 'meine Roboter' und 'meine Jungs'.

Es war mir wichtig immer einen Überblick über Verlauf und Fortschritt des Projektes zu bewahren. Ich habe unsere Projektsitzungen vorbereitet und versucht das Projekt in die richtige Richtung zu lenken. Dazu habe ich Pläne ausgearbeitet und solange nicht widersprochen wurde Aufgaben und Zuständigkeiten einfach verteilt. Dieser Führungsstil kann durchaus als dominant bezeichnet werden, ist aber meiner Meinung nach sowohl effektiv als auch effizient. Ich habe immer versucht meine Überlegungen mit dem Team zu teilen und im Vorhinein die Ideen und Probleme mit den einzelnen Teammitgliedern durchdiskutiert. Ich habe viel von meiner Persönlichkeit in diese Rolle eingebracht und ich hoffe, dass auch die anderen der Meinung sind, dass alles ganz gut gelaufen ist. Obwohl das alles meist genug zu tun war, hab ich es mir nicht nehmen lassen auch mal die ein oder andere Zeile Code zu schreiben und immer mal wieder überall reinzugucken, irgendwie war mir das wichtig.

Supertoll fand ich Paderborn, SocS-Tours und Seattle. Endlich ein Projekt, dass über den Tellerrand der Uni hinausguckt. Obwohl ich sehr gerne so einen Pokal in Händen gehalten hätte, so finde ich, dass der 4. Platz ein tolles Ergebnis ist.

Wie schon oft im Endbericht erwähnt bestand zu den Betreuern eine außerordentlich gute Beziehung, aber an dieser Stelle geht es jetzt einmal um das Team: Schade, dass Sigi nicht an in Paderborn und Seattle dabei sein konnte und damit die wohl beste Zeit im Projekt verpasst hat.

Neben Jörg und Andreas hat Martin Koch uns bei der Programmierung in mei-

nen Augen sehr viel weitergebracht und ich fand es gut, dass er im Verlauf des Projektes eigentlich richtig zuverlässig geworden ist.

Uwe-Phillip hat mir immer wieder geholfen Ideen auszuhecken und zu realisieren. Er hat wohl die meisten Nächte hier verbracht - zum Programmieren, Testen, Videoschneiden etc.

Last but not least danke ich Martin Kunzelnick, der sich mit unserer Website, der Zeiterfassung und lauter Zusatzaufgaben, die ich mir ausgedacht hab sehr viel Mühe gegeben hat. Ihm verdanken wir auch die tolle Endpräsentation.

Ein paar Namen hab ich nicht erwähnt, einfach, weil eine Seite viel zu kurz ist. Ich möchte allen für ihre Leistungen, die gute Zusammenarbeit und den Zusammenhalt danken. Jeder Einzelne hat sich sehr angestrengt und dadurch zum Erfolg des Projektes beigetragen. Es hat Spass gemacht mit Euch zu arbeiten.

## 7.6 Martin Koch

„RoboCup“? „Roboter die Fußball spielen“? Waren das tatsächlich diese putzigen Kisten, über die schon desöfteren in den Medien berichtet wurde? Sich mit anderem Teams in einem Wettkampf messen, und dabei mal eine „greifbare“ Software entwickeln. Nach einer recht trockenen Portierung einer Finanzbuchhaltung, klang dies nach einem spannenden und unterhaltsamen Studienprojekt. Keine Frage, dass dagegen keines der anderen angebotenen Projekte auch nur annähernd bestehen konnte, und so fand sich auch schon meine Unterschrift auf der Teilnehmerliste.

Und da saß man nun. Die erste Besprechung. Ein bunt zusammengewürfelter Haufen von zwölf Studenten, und jede Menge unbekannter Gesichter, die in die Runde blickten und versuchten die Lage zu sondieren. Die Betreuer-Mannschaft stellte sich vor; die ersten Folien flitzten über den Overhead-Projektor und mündeten schließlich im Terminplan für die nächsten Monate.

Obwohl mit einem zuckersüßen Lächeln präsentiert, wurde spätestens hier schnell klar, dass dieses Projekt weit weniger „spielerisch“ verlaufen würde, als es zunächst den Anschein hatte. Innerhalb weniger Monate sollten Großteile der bestehenden Software neu entwickelt werden. Angefangen von neu zu implementierenden Fahrbefehlen, über Piloten, Navigatoren, Planmodulen, bis hin zu Weltmodellen und grafischen Frontends. Unser gesammeltes Wissen in diesem Bereich tendierte hart gegen Null.

So kam es schon in der Angebotsphase des Projekts dazu, dass der nächtliche Sicherheitsdienst der Universität zum einzigen Kontakt mit der Außenwelt mutierte. Körperpflege fand nur noch - unter widrigsten Umständen - in den sanitären Einrichtung der Universität statt; für die dringend benötigten Waschutensilien musste die örtliche Tankstelle herhalten. Doch trotz dieser - eher unappetitlichen Umstände - zeigte sich schon in dieser frühen Projektphase ein phantastisches Zusammengehörigkeitsgefühl in der Gruppe. Niemand war sich für eine Arbeit zu schade und man half sich gegenseitig, wo und wann es nur ging.

Dieses Gruppenklima hielt dann auch in den „heißen“ Phasen des Projekts an.

Die hervorragende Zusammenarbeit mit dem Betreuer-Team und den Mitarbeitern der Abteilung tat ihr übriges dazu. Es fand sich bei Problemen immer ein offenes Ohr und ihr persönlicher Einsatz für die „große Sache“ war beispielgebend.

Ein besonderes Lob gilt auch unseren beiden Projektleitern. Sie hielten durch ihre Arbeit den einzelnen Entwicklerteams den Rücken frei und sorgten sich um all die kleinen und größeren Hindernisse, die uns im Weg standen. Das Gefühl, gut geführt zu werden, verließ einen nie, obwohl sicherlich so manche, tiefe Bissspur in den Schreibtischen der Projektleitungen, auf mein Konto gehen dürfte.

Als Entwickler arbeitete ich im Team des Weltmodells und des SoSe-Servers. Durch die Komplexität der einzelnen Aufgaben und die Vielzahl an Schnittstellen zwischen den einzelnen Teilprojekten wurde schnell deutlich, wie wichtig gute Kommunikation und Dokumentation für den Projekterfolg sind.

In meiner zusätzlichen Rolle als Toolbeauftragter wurde mir zudem wieder die Notwendigkeit guter Werkzeuge bewusst gemacht. Obwohl zu Beginn des Projekts einige Skepsis über den Einsatz bestimmte Werkzeuge geäußert wurde, dürfte vor allem ihr durchgehender Einsatz einen nicht unbedeutenden Beitrag zum Projekterfolg geleistet haben.

Das RoboCup-Studienprojekt war das letzte der drei Projekte, die ich im Rahmen meines Studiums ablegen musste. Es war auch mit weitem Abstand das Projekt, welches mir nicht nur am meisten Spaß gemacht hat, sondern mir vor allem auch gezeigt hat, dass große Softwareprojekte mit eng gesteckten Terminen und vielen Beteiligten nicht zwangsläufig zu schlechten Resultaten führen müssen.

Ich denke im Gegenteil, dass wir mit unserer gesamte Truppe eine Arbeit geleistet haben, auf die wir zurecht stolz sein können. Das RoboCup-Projekt werde ich sicherlich mit positiven Attributen in meinem Speicher ablegen.

Unseren Nachfolgern kann ich zur Wahl ihres Studienprojekts gratulieren und wünsche ihnen den gleichen Spaß und Erfolg, wie wir ihn hatten.

## 7.7 Martin Kunzelnick

### **Persönlichen Erfahrungen und Eindrücke zum Studienprojekt A (RoboCup):**

Dieses Studienprojekt war für mich persönliche in vielerlei Hinsicht etwas ganz besonderes.

Die Aufgabenstellung in diesem Studienprojekt ist keinesfalls vergleichbar mit der Aufgabenstellung der meisten anderen Studienprojekte. Es ging hier nicht "nur" um ein relativ statisches Software-System, wie sonst in Studienprojekten üblich, sondern man hatte den Eindruck, die Roboter durch seine Arbeit direkt

”zum Leben” zu erwecken. Zwar gestaltete dieser Umgang mit der Roboter-Hardware, den Sensoren usw. die Planung und Vorbereitung nicht einfacher, aber es war eine interessanter Herausforderung, an einem so ungewöhnlichen Projekt teilnehmen zu können.

Ein weiterer interessanter Aspekt dieses Projektes war die Größe und Zusammenstellung des Teams. Selten hat man an der Uni die Möglichkeit, Vorteile und Probleme eines Teams mit 11 Mitgliedern kennen zu lernen. Dass das ”Teamwork” trotz der großen Gruppe so reibungslos und erfolgreich funktioniert hat, war dabei nicht zuletzt der ausgezeichneten Projektleitung zu verdanken.

Das Team war insgesamt hochmotiviert und die Betreuung durch die Mitarbeiter der Abteilung BV außergewöhnlich. Nur durch das beispiellose persönliche Engagement der Betreuer, des ungewöhnlich guten und freundschaftlichen Projektklimas wurde ein solcher Erfolg des Projekts möglich.

Dieser Erfolg, der sich nicht zuletzt bei der German Open in Paderborn und der WM in Seattle zeigte, machte einen zusätzlichen Anreiz des Projektes aus. In keinem anderen Projekt ist man in dieser Wettkampfsituation, die an sich schon eine außergewöhnlich Erfahrung war. Natürlich war auch das gesamte Umfeld der German Open in Paderborn und ganz besonders der WM in Seattle und der damit verbundene Aufenthalt in den USA unvergesslich.

Insgesamt betrachtet denke ich, dass dieses Studienprojekt unmöglich übertroffen werden wird. Es war eine außergewöhnliche Erfahrung, manchmal auch anstrengend und stressig, aber letztendlich hat es unglaublich viel Spaß gemacht, und ich möchte mich bei allen Leuten, die mit dem Projekt zu tun hatten, ganz herzlich bedanken. Schade, dass es vorbei ist, aber ich werde mich immer gerne an dieses Projekt und alle Beteiligten erinnern.

*Martin Kunzelnick*  
*martin@kunzelnick.de*

## 7.8 Andreas Lachenmann

„RoboCup, das sind doch Roboter, die Fußball spielen? Das hört sich interessant an.“ Das habe ich gedacht, als ich mich im Sommersemester 2000 für ein Studienprojekt entscheiden sollte. Und ich hatte recht damit. Es war wirklich interessant und hat außerdem noch Spaß gemacht. Damit meine ich nicht nur die Teilnahme an den GermanOpen in Paderborn und am RoboCup in Seattle, sondern auch die Arbeit im Roboterlabor.

Wie ja schon oben in diesem Bericht steht, gab es durch die Mitarbeit der Betreuer keine so strikte Trennung der Rollen von Betreuer und Entwickler wie in anderen Studienprojekten. Auch wurden manchmal Kundenentscheidungen von den Betreuern getroffen. Ich denke, das lässt sich auch nicht vermeiden, wenn die Software von fast der ganzen Abteilung wirklich eingesetzt werden soll. Auch wenn dies im Vergleich zu „richtigen“ Projekten in der Industrie etwas unrealistisch ist, war dies meiner Meinung nach für uns von Vorteil. Wir konnten so von der Erfahrung und dem Wissen der Betreuer und anderen Mitarbeiter

profitieren und hatten immer einen kompetenten Ansprechpartner zur Hand, der auch Entscheidungen bezüglich der gewünschten Funktionalität treffen konnte.

Als Problem während des Projekts empfand ich am Anfang, dass wir zu wenig Informationen über die bestehenden Teilprojekte hatten. Da wäre eine Dokumentation oder vielleicht eine kurze Einführung in die wichtigsten Teile sehr hilfreich gewesen. Wir hätten damals auch viel öfter von der Möglichkeit zu fragen Gebrauch machen sollen.

Ich glaube nicht, dass eine Beschreibung der vorhandenen Teilprojekte als je ein Seminarvortrag (vgl. Kapitel 4.3) dieses Problem vollständig gelöst hätte, da zum einen auch so kein Gesamtzusammenhang deutlich geworden wäre und so anderes für das Projekt relevantes Wissen nicht im Seminar erworben worden wäre. Vorstellen könnte ich mir aber, dass sich ein Seminarvortrag mit dem vorhanden System befasst. Ich denke, der große Vorteil unserer Seminare war, dass sich jeder mit einem Thema intensiv beschäftigt hat, auf dem er sich dann besonders gut auskannte. Die Themen hätten zwar zum Teil stärker auf den Inhalt des Projekts ausgerichtet sein können, aber sie sollten doch vom eigentlichen Projekt getrennt sein und nur dazu dienen, sich Wissen anzueignen.

Dieses Studienprojekt war sicher eines der Highlights meines Studiums. Auch wenn es vielleicht etwas arbeitsaufwändiger als manche der parallel laufenden Projekte war, würde ich es auf jeden Fall wieder wählen, wenn ich nochmal vor dieser Entscheidung stünde. Zum Schluß bleibt mir jetzt noch die Hoffnung, einmal wieder zu einem RoboCup zu fahren, wenn auch dann wahrscheinlich nur als Zuschauer.

## 7.9 Oliver Pilarski

Am Anfang dieses Studienprojekts, im Herbst 2000, als uns die Roboter erstmals vorgestellt wurden, war ich sehr gespannt auf das, was unser Projektteam am Ende erzielen würde. Letztendlich hat das Resultat meine Erwartungen bei weitem übertroffen.

Was meiner Meinung nach massgeblich zu diesem Erfolgsresultat beigetragen hat, ist die Tatsache, dass dieses Studienprojekt von weitaus überdurchschnittlicher Motivation des ganzen Projektteams geprägt war. Zudem wurden softwaretechnische Dinge, wie Planung, Qualitätssicherung und Teamarbeit sehr ernst genommen und gewissenhaft praktiziert. Doch zur Projektarbeit gehörte auch ein angenehmes Umfeld, welches wir durch eine gemütliche Sitzecke, durch Versorgung mit Kinder-Überraschungs-Eiern und durch gegenseitige Hilfsbereitschaft, schufen. Und was den Softwareentwicklungsprozess angeht, so wurden alle wichtigen Phasen ausgeführt, und gesetzte Meilensteine weitgehend eingehalten. Positiv fand ich zudem noch die sehr gewissenhafte Durchführung aller abgehaltenen Reviews (vor allem von Spezifikation und Entwurf).

Eine Kleinigkeit, die mir in diesem Studienprojekt missfallen hat, war die zermürbende Arbeit mit dem Entwurfswerkzeug STP, das einige Hindernisse für eine effiziente Benutzung in den Weg stellte. Neben der spärlichen Druckfunktion für das Entwurfsdokument, die eine Nachbearbeitung mit Adobe Framemaker nach sich

zog, war ein weiteres Hindernis die weniger benutzerfreundliche Oberfläche, die STP zu bieten hatte.

Diese Tatsache schmälert jedoch nicht den Nutzen, den das Projekt geboten hat. Persönlich habe ich aus diesem Studienprojekt unter anderem folgende Kenntnisse mitnehmen dürfen:

Generelle Programmierung von Robotern (Architektur), Entwurf und Implementierung eines Regelsystems zur Befehlsabsetzung, Anwendung von Design-Patterns (Singleton, Abstract Factory, ...), Echtzeitprogrammierung mit Threads (unter LINUX), Erweiterte Programmierkenntnisse in C++ (und STL), Parser-Implementierung in C++, Kommunikationskonzept mit Corba, Umgang mit dem Versionsverwaltungssystem CVS, Dokumentenerstellung mit Latex, Teamarbeit im Softwareentwicklungsprozess.

Alles in allem war dieses technisch anspruchsvolle Studienprojekt jedoch eine sehr lohnende Erfahrung. An dieser Stelle möchte ich auch die Teilnahme an den Deutschen Meisterschaften in Paderborn und den Weltmeisterschaften in Seattle erwähnen, die auf mich einen sehr prägenden Eindruck hinterlassen haben.

Zum Schluss möchte ich noch allen unseren Betreuern, die uns ständig unterstützt haben, und unserem Kunden, der uns immer wieder aufgemuntert hat, für die tolle Zusammenarbeit danken. Trotz der harten Arbeit hat das gesamte Studienprojekt grosse Freude bereitet. ;-)

## 7.10 Jörg Rüdener

Beim Studienprojekt A habe ich mich für den Robocup vor allem deswegen entschieden, weil von der Aufgabe eine unglaubliche Faszination ausgeht. Abgesehen von der zusätzlichen Motivation durch den Wettbewerb und der Tatsache, dass man tatsächlich sehen kann, was die Software macht, interessieren mich auch Robotik und Künstliche Intelligenz besonders. Hinzu kommt noch, dass das entstehende Programm nicht nur eine Pseudo-Anwendung zur Einübung der Prinzipien des Software Engineerings ist, sondern tatsächlich verwendet wird.

Einige Punkte, die ich noch erwähnen möchte:

- Es war eigentlich ein zu großes Team. Es war für mich das erste Mal, dass ich Software in einem Team von über 5 Leuten entwickelt habe. Während ich früher problemlos einen detaillierten Einblick in alle Teile des Systems erhalten und überall steuernd oder helfend eingreifen konnte, so musste ich jetzt feststellen, dass dies bei einem solchen Umfang mit so vielen Personen äusserst schwierig wird - trotzdem fühle ich mich für die gesamte Software verantwortlich.
- Durch die Art der Aufgabe (autonome Software) waren viele vorher erlernte SE-Methoden zur Spezifikation, zur Kostenschätzung oder zum Test leider nicht anwendbar. Insbesondere die Fähigkeiten des Gesamtprogrammes waren erst im Spiel gegen andere Mannschaften wirklich zu ermitteln.
- Positiv hervorzuheben ist vor allem die schon oben erwähnte gewaltige Motivation, Faszination und der Spaß bei der Arbeit mit den Robotern und den Turnieren in Paderborn und Seattle.

- Ebenfalls extrem gut war die enge Zusammenarbeit mit den Betreuern und anderen Mitarbeitern der Abteilung und die dabei entstehende freundschaftliche Atmosphäre. Dieses Teamwork wird in unserem Studienprojekt wohl (leider) einzigartig gewesen sein.

- Sehr gut war weiterhin die Stimmung in unserem Team. Trotz der Größe und teils sehr unterschiedlicher Charaktere kam es nie zu wirklichen Spannungen, Antipathien oder Demotivation.

Mein persönliches Fazit: Es war ein exzellentes Studienprojekt, das kaum besser hätte laufen können. Ich habe sehr viel sowohl über Robotik als auch über Softwareentwicklung gelernt und dabei noch viel Spaß gehabt. Das entstandene Programm hat unsere Erwartungen deutlich übertroffen und uns viel Freude bereitet. Zudem glaube ich, dass unsere Software (Code und Dokumentation) eine solide und verständliche Grundlage für nachfolgende Projekte liefert.

Zuletzt möchte ich allen am Projekt beteiligten Personen (natürlich einschließlich der nicht als Betreuer aufgeführten Abteilungsmitarbeiter) für die hervorragende Zusammenarbeit danken. Ein besonderer Dank geht an Harriet, weil sie die Mühen der Projektleitung die ganze Zeit über auf sich genommen und dabei großartige Arbeit geleistet hat.

## 7.11 Marko Tomljenovic

Mein Name ist Marko Tomljenovic. Ich bin jetzt im siebten Semester der Softwaretechnik und vermisse jetzt schon das Studienprojekt A RoboCup, obwohl es gerade erst vorbei ist. Wie ihr im Bild erkennen könnt, hat es sehr viel Spaß gemacht. Doch man sollte sich von dem Bild nicht täuschen lassen. Nicht alles war so einfach, wie einen Ball auf dem Finger zu jonglieren. Es steckt eine riesige Menge Arbeit dahinter. Aber nun, am Ende dieses Projekts, kann ich nur eine Sache sagen: "Leute, wenn ihr ein Projekt mit den Robotern machen könnt, lasst diese Gelegenheit nicht aus, sondern nutzt sie, ihr werdet es auf keinen Fall bereuen." Meine Projektmitglieder haben bestimmt schon vieles zum Projekt selber gesagt, deshalb werde ich das hier einfach mal auslassen und mich zum Schluss meines Beitrags bei allen Leuten bedanken. Also da wären:

- Harriet  
Ich kann nur sagen, das war ein Top-Projekt-Management.
- Martin Koch, Frank, Sigg  
Ich werde die Captain Future - Nächte vermissen.
- Jörg  
Er war das Genie, das uns die ganzen Entwurfsmuster beigebracht hat.
- Uwe und Olli  
Haben den Spieler programmiert und dabei super Arbeit geleistet.
- Andreas  
Hat den Wegplaner fast im Alleingang programmiert und verdient deshalb einen Riesenrespekt.

- Jörgen  
Er war unser Catering-Mann, er hat uns immer mit dem Nötigsten an Lebensmitteln versorgt. Wir haben während diesem Studienprojekt um die 200 Überraschungseier und andere Sachen verspeist. Er hatte also viel zu tun.
- Martin Kunzelnick  
Wir haben sehr gut zusammengearbeitet und das wird sich auch fortsetzen, denn wir sind beide im selben Studienprojekt B.
- Betreuer: Moritz und Reinhard  
Danke für eure lockere, sehr hilfsbereite Art. Sowas hat man selten.
- Thorsten und Georg  
Bei euch müssen wir uns auch sehr bedanken, denn ohne eure Hilfe hätten wir das Projekt auf keinen Fall so gut abgeschlossen.
- Kunde: Michael Schanz.  
Seine lustige und immer sehr zuvorkommende Art hat mir sehr gut gefallen

Ich hoffe, ich habe niemanden ausgelassen. Einen schönen Tag noch.

## Kapitel 8

# Nachwort

### 8.1 Ergebnisse des Projektes

Alle Teilnehmer verbinden mit dem Studienprojekt A RoboCup sehr schöne Erinnerungen. Wir haben so manche Nacht im Roboterlabor verbracht und sehr viel Arbeit in dieses Projekt gesteckt. Wir haben viele Erfahrungen im Bereich Projektarbeit und Programmierung gemacht. Der Zusammenhalt untereinander und mit den Betreuern und Mitarbeitern ist als herausragend zu bezeichnen.

#### 8.1.1 Dokumente, Code und Sonstiges

Insgesamt wurden während des Projektes zahlreiche Dokumente erzeugt. Die unten stehende Aufzählung gibt einen kurzen Überblick:

- zwei Angebote, bestehend aus Minispezifikation und Projektplan, im Vorprojekt
- ein gemeinsames Angebot
- eine Spezifikation
- ein Entwurfsdokument (automatisch generiert mit STP, um Inhaltsverzeichnis und Einleitung erweitert in Framemaker)
- ein Handbuch
- dieser Endbericht
- Sponsoringunterlagen
- LATEX-Anleitung
- Poster

Die in Zusammenarbeit mit den Betreuern und Mitarbeitern erstellte Software umfasst ca. 115000 Zeilen Code. Dieser teilt sich auf in 55000 Zeilen Kommentare und 60000 Zeilen Anweisungen. Mit einem Verhältnis von fast 1:1 ist handelt es sich bei der erstellten Software, nachdem wir Cut & Paste Kommentare in den

letzten Wochen bereinigt haben, um den wohl am besten kommentierte Code innerhalb des gesamten Projektes.

Unter Sonstiges fallen noch:

- ein kurzer Demofilm zum RoboCup
- ein langer Film zum Studienprojekt A RoboCup
- eine Demo-CD mit allgemeinen Erklärungen, Fotos, dem oben genannten Demofilm, diversen Zeitungsartikeln und Fernsehbeiträgen, etc.
- eine Doku-CD mit sämtlichen entstandenen Dokumenten, sowie dem entstandenen Sourcecode

### 8.1.2 Deutsche Meisterschaft in Paderborn und Weltmeisterschaft in Seattle

Bei der Deutschen Meisterschaft in Paderborn (08.06.01-10.06.01) und der Weltmeisterschaft in Seattle (04.08.01-10.08.01) erreichte das Stuttgarter Team Cops jeweils den 4. Platz. Dies ist (abgesehen vom 2. Platz beim Vision-Cup 1999) die beste Platzierung in der Stuttgarter RoboCup-Geschichte.

Die untenstehenden Tabellen geben einen Überblick über die Ergebnisse der einzelnen Spiele bei der Weltmeisterschaft in Seattle.

	Trackis		Cops Stuttgart		Fun2maS		ISocRob		Clockwork Orange		JayBots	
<b>Trackies</b>			3	0	8	0	9	0	8	0	2	0
<b>Cops Stuttgart</b>	0	3			7	1	4	0	2	2	2	0
<b>Fun2maS</b>	0	8	1	7			0	1	0	5	2	0
<b>ISocRob</b>	0	9	0	4	1	0			1	3	1	0
<b>Clockwork Orange</b>	0	8	2	2	5	0	3	1			2	0
<b>JayBots</b>	0	2	0	2	0	2	0	1	0	2		

Abbildung 8.1: Vorrunde Seattle - Gruppe C

Für uns war die Teilnahme an den Meisterschaften in Paderborn und Seattle sicherlich auch Höhepunkte im Projekt. Es war zum Einen die allerbeste Teamumgebung und zum Anderen hat es auch einfach Spaß gemacht.

## 8.2 Ausblick

Im Wintersemester 2001/2002 und Sommersemester 2002 wird es ein neues Studienprojekt A RoboCup geben. Die *neuen* Studenten werden versuchen die Software weiter zu verbessern und dabei wünschen wir ihnen und den Mitarbeitern viel Erfolg und vor allem viel Spaß.

Die nächste Deutsche Meisterschaft findet bereits im Mai(?) in Bonn statt, die Weltmeisterschaft 2002 wird dann im Juni in Fukuoka Japan stattfinden.

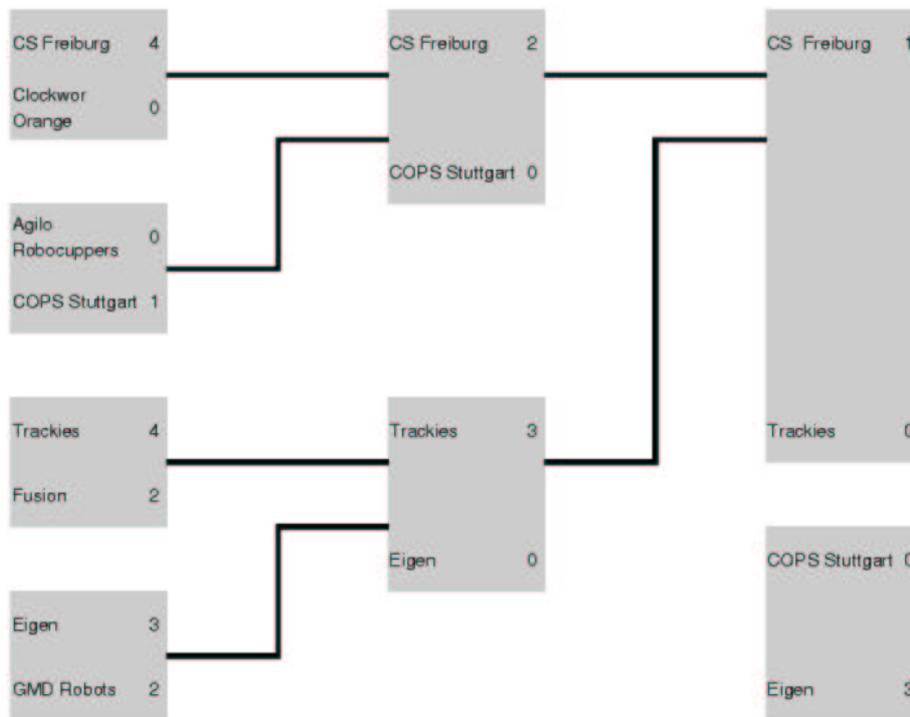


Abbildung 8.2: Endrunde Seattle

Der RoboCup wird weiterhin immer neue Anforderungen an die Entwickler stellen, um dem Ziel 2050 gegen den menschlichen Fußball-Weltmeister zu gewinnen näher zu rücken. So ist zum Beispiel in der Middle Size League ein Ersetzen der Banden durch dicke weiße Linien geplant, um dem (Feld-)Fußball näher zu kommen.

### 8.3 Danksagungen

Wir danken

- unseren Freunden, die uns so manches Wochenende vermisst haben
- unseren Kommilitonen, die in anderen Projekten manchmal auf uns verzichten mussten
- Moritz Schulé, dafür, dass er jederzeit den LötKolben geschwungen hat und unsere Robbies auf Vordermann gebracht hat
- Reinhard Lafrenz, Georg Kindermann und Thorsten Buchheim für Tage und Nächte der Unterstützung bei der Programmierung und Fehlersuche
- unserem Kunden Dr. Michael Schanz für sehr faires Verhalten, organisatorische Unterstützung und freundliche Motivation

- Prof. Dr. Paul Levi dafür, dass dieses Projekt für uns möglich war und für die Kritik, die uns immer weiter angetrieben hat
- Prof. Dr. Jochen Ludewig, der unsere Reise nach Paderborn aus dem „SSoftwaretechnikertopf“ unterstützt hat
- allen Menschen, die uns unterstützt haben, besonders Peter Burger für die Netzwerkinstallation, Ute Gräter für die Organisation der Unterkünfte in Paderborn und Seattle und Norbert Oswald für die Kalibrierung in Paderborn und nicht zu vergessen Joachim Vollrath, dem namenlosen Hiwi, für die moralische Unterstützung und die gerade beginnenden Aufräumarbeiten in unserem Code

Nicht zuletzt danken wir allen unseren Sponsoren für ihre freundliche Unterstützung:



## Anhang A

# Personenverzeichnis

Prof. Dr. rer. nat. habil. Paul Levi  
e-mail: Paul.Levi@informatik.uni-stuttgart.de

### **Der Kunde**

Dr. rer. nat. Michael Schanz  
e-mail: Michael.Schanz@informatik.uni-stuttgart.de

### **Die Betreuer**

Dipl.-Inform. Reinhard Lafrenz  
e-mail: Reinhard.Lafrenz@informatik.uni-stuttgart.de

Dipl.-Inf. Moritz Schulé  
e-mail: moritz.schule@informatik.uni-stuttgart.de

### **Die Studienprojektteilnehmer**

Jürgen Bertele  
e-mail: bertelj@rupert.informatik.uni-stuttgart.de

Siegbert Dürbeck  
e-mail: duerbest@rupert.informatik.uni-stuttgart.de

Frank Hahn  
e-mail: hahnfk@studi.informatik.uni-stuttgart.de

Uwe-Philip Käppeler  
e-mail: kaeppeup@rupert.informatik.uni-stuttgart.de

Harriet Kasper  
e-mail: kasperht@rupert.informatik.uni-stuttgart.de

Martin Koch  
e-mail: kochmn@rupert.informatik.uni-stuttgart.de

Martin Kunzelnick  
e-mail: martin@kunzelnick.de

Andreas Lachenmann  
e-mail: lachenas@rupert.informatik.uni-stuttgart.de

Oliver Pilarski  
e-mail: pilarsor@rupert.informatik.uni-stuttgart.de

Jörg Rüdener  
e-mail: joerg@ruedenauer.net

Marko Tomljenovic  
e-mail: tomljemo@rupert.informatik.uni-stuttgart.de

#### **Beteiligte der Abteilung BV**

Dipl.-Inform. Thorsten Buchheim  
e-mail: Thorsten.Buchheim@informatik.uni-stuttgart.de

Dipl.-Inf. Georg Kindermann  
e-mail: Georg.Kindermann@informatik.uni-stuttgart.de

Dipl.-Inf. Peter Burger  
e-mail: Peter.Burger@informatik.uni-stuttgart.de

Joachim Vollrath, HiWi  
e-mail: vollrajm@rupert.informatik.uni-stuttgart.de

#### **Sonstige (Fakultät Informatik)**

Ute Gräter, Sekretariat Prof. Baitinger, Prof. Levi  
e-mail: Ute.Graeter@informatik.uni-stuttgart.de

Prof. Dr. Ludwig Hieber  
e-mail: Ludwig.Hieber@informatik.uni-stuttgart.de

Prof. Dr. rer. nat. Jochen Ludewig, Leiter der Abteilung Software Engineering  
e-mail: Jochen.Ludewig@informatik.uni-stuttgart.de

#### **Sonstige**

Dr. Wolfgang Holtkamp, Institut für Amerikanistik (Tips zu Sponsoring)  
e-mail: Wolfgang.Holtkamp@po.uni-stuttgart.de

# Literaturverzeichnis

- [Lott] C. M. Lott: **Metrics Tools for C/C++**;  
<http://www.cs.umd.edu/users/cml/resources/cmetrics/>
- [Oestereich99] Bernd Oestereich, Peter Hruschka, Nicolai Josuttis, Hartmut Kocher, Hartmut Krasemann, Markus Reinhold: **Erfolgreich mit Objektorientierung**; Oldenburg, 1999