



Thema:

**Konzeption und Implementierung einer Applikation
für das Viral Marketing im Umfeld des Volunteer Computings**

Studienarbeit

Very Large Business Applications Lab Magdeburg

Themensteller: Prof. Dr. rer. pol. habil. Hans-Knud Arndt

Betreuer: Dipl.-Wirt.-Inform. André Zwanziger

vorgelegt von: Manuel Schmidt

Abgabetermin: 19. August 2009

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	II
Verzeichnis der Abkürzungen und Akronyme	IV
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
1 Einführung	1
1.1 Effiziente Forschung durch Bündelung freier Ressourcen.....	1
1.2 Zielsetzung und Struktur der Arbeit.....	2
2 Viral Marketing, Soziale Netzwerke und Metacomputing	4
2.1 Viral Marketing	4
2.1.1 Der Virus im Marketing	5
2.1.2 Ausprägungsformen des viralen Marketings	6
2.1.3 Elemente einer viralen Marketing-Strategie	7
2.2 Soziale Netzwerke und Social Networking Services	8
2.2.1 Soziale Netzwerke.....	8
2.2.2 Social Networking Services und deren Funktionen	12
2.3 Metacomputing.....	16
2.3.1 Formen des Metacomputing.....	17
2.3.2 BOINC als Middleware für Volunteer Computing.....	21
3 Beispiele von Social Networking Services und Volunteer Computing	25
3.1 Das World Community Grid als Beispiel für Volunteer Computing	25
3.2 Facebook als Beispiel von Social Networking Services	29
3.2.1 Anwendungsentwicklung in Facebook	30
3.2.2 Viral Marketing in Facebook	36
4 Konzeption und Implementierung einer Facebook-Applikation für das World Community Grid	39
4.1 Anforderungen an die Applikation.....	39
4.2 Konzeption des Datenmodells für die Datenspeicherung	40
4.3 Konzeption der fachlichen Spezifikation	42
4.3.1 Nutzung von Facebook	45
4.3.2 Nutzung des World Community Grids	47
4.3.3 Nutzung der Facebook-Applikation.....	50
4.3.4 Beschreibung des Seitenaufbaus	55
4.4 Konzeption der technischen Spezifikation	57
4.4.1 Funktionale Architektur	58
4.4.2 Operationale Architektur.....	61
4.5 Implementierung der Applikation in Facebook.....	63

5	Evaluierung des Erfolgs der Facebook-Applikation.....	67
6	Zusammenfassung und Fazit	69
	Anhang	71
	Literaturverzeichnis	72

Verzeichnis der Abkürzungen und Akronyme

API	Application Programming Interface
BOINC	Berkeley Open Infrastructure for Network Computing
COM	Conceptual Operational Model
CSS	Cascading Style Sheets
DTD	Document Type Definition
ER	Entity Relationship
FBJS	Facebook JavaScript
FBML	Facebook Markup Language
FLOPS	Floating Point Operations Per Second
FQL	Facebook Query Language
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
PHP	PHP Hypertext Preprocessor
REST	Representational State Transfer
SETI	Search for Extraterrestrial Intelligence
SNS	Social-Networking-Services, Social-Network-Sites
SOM	Specification Operational Model
SQL	Structured Query Language
UML	Unified Modeling Language
URI	Uniform Resource Identifier
URL	Uniform Resource Locator
VO	Virtuelle Organisation
WCG	World Community Grid
WU	Work Unit
XHTML	Extensible Hypertext Markup Language
XML	Extensible Markup Language
XSS	Cross-Site Scripting

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Modelle von Netzwerkstrukturen	9
Abbildung 2.2: Kommunikationswege in sozialen Netzwerken	11
Abbildung 2.3: Six degrees of separation.....	12
Abbildung 2.4: Der Prozess des IT-gestützten Social Networking	14
Abbildung 2.5: BOINC-Systemarchitektur	23
Abbildung 3.1: HTML-Repräsentation der globalen Statistiken des WCG.....	27
Abbildung 3.2: Entwicklung der Nutzerzahlen von Facebook	29
Abbildung 3.3: FBML-Beispiel eines MP3-Players	32
Abbildung 3.4: FBJS-Beispiel einer Dialogbox	33
Abbildung 4.1: Entity Relationship-Modell	40
Abbildung 4.2: High Level Use Cases	42
Abbildung 4.3: Feature Sets	43
Abbildung 4.4: Aktivitätsdiagramm „Facebook nutzen“	45
Abbildung 4.5: Aktivitätsdiagramm „World Community Grid nutzen“	47
Abbildung 4.6: Aktivitätsdiagramm „Facebook-Applikation nutzen“.....	50
Abbildung 4.7: Wireframe-Definition zur Beschreibung des Seitenaufbaus	55
Abbildung 4.8: Startseite als Beispiel einer Applikationsseite	57
Abbildung 4.9: System Context Diagram	58
Abbildung 4.10: Architecture Overview	59
Abbildung 4.11: High Level Component Model.....	60
Abbildung 4.12: Detailed Component Model	60
Abbildung 4.13: Conceptual Operational Model	62
Abbildung 4.14: Specification Operational Model.....	63
Abbildung 4.15: Deployment Diagram der PHP-Dateien.....	65
Abbildung 5.1: Nutzungsverlauf der Facebook-Applikation für das WCG.....	67

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Forschungsprojekte des World Community Grids	25
Tabelle 3.2: Übersicht aller Aktionskategorien der Facebook API.....	30
Tabelle 3.3: Übersicht aller FQL-Tabellen in Facebook.....	34
Tabelle 4.1: Feature Sets mit zusätzlichen Beschreibungen.....	44
Tabelle 4.2: Ranking im Trophy Case.....	53
Tabelle 4.3: Hintergrundfarbe von Project Badges	54
Tabelle 4.4: Vergabe von Trophäen	54
Tabelle 4.5: Farbkodierung und Bedeutung von Wireframe-Elementen	56
Tabelle 4.6: PHP-Dateien der Facebook-Applikation.....	64
Tabelle A.1: Übersicht der zehn aktivsten BOINC-Projekte	71

1 Einführung

1.1 Effiziente Forschung durch Bündelung freier Ressourcen

Im Umfeld der Humanmedizin beschäftigen sich Forscher u.a. mit der Suche nach Arzneimitteln, um Krankheiten zu bekämpfen, und mit der Analyse von Nahrungsmitteln, um den Hunger auf der Welt zu mindern. Dabei wird z.B. versucht, genetische Codes zu entschlüsseln, die Krankheitserregern von AIDS, Malaria und Krebs zu Grunde liegen, und die Proteinstruktur von qualitativ hochwertigen Reisarten zu untersuchen¹, um höhere Ernteerträge in Entwicklungsländern zu erzielen. Es entstehen komplexe Untersuchungsmodelle, die sich rechnerisch lösen lassen. Diese Berechnungen sind je nach Struktur des Problems in kleinere Bearbeitungsschritte zerlegbar, so dass es möglich ist, bei einer parallelen Verarbeitung auf mehreren Ressourcen den Zeitaufwand zu reduzieren. Der benötigte Zeitaufwand zur Lösung eines zu untersuchenden Forschungsgegenstands wird dabei einerseits durch die Komplexität des Gegenstands selbst und andererseits durch die Anzahl der zur Verfügung stehenden Ressourcen determiniert.

Das World Community Grid (WCG) ist ein von IBM gesponsertes Volunteer Computing-Projekt mit dem Ziel, das weltweit größte Datenverarbeitungsnetz zur Unterstützung von humanitären Forschungsprojekten aufzubauen. Dazu werden weltweit verteilte, freiwillig zur Verfügung gestellte Rechnerressourcen von Privatpersonen für die Berechnung genutzt.² Nach der kostenlosen Registrierung beim WCG und der Installation einer Client-Software sind Computernutzer in aller Welt in der Lage ihre ungenutzte Rechenleistung für die Forschung zur Verfügung stellen. Damit ist es möglich, einen Metacomputer mit einer enormen Rechenleistung aufzubauen. Da die Bearbeitung auf mehrere Rechner verteilt ist und somit simultan verarbeitet werden kann, wird die Forschungszeit von Jahren auf Monate oder sogar Tage reduziert.³ Das WCG basiert auf der *Berkeley Open Infrastructure for Network Computing* (BOINC)-Middleware, welche für mehrere Volunteer Computing-Projekte eingesetzt wird. Das Volunteer Computing ist eine Form des Metacomputing und eng mit dem Grid Computing verwandt.

Ein Problem stellt die Bekanntmachung von Projekten wie z.B. das WCG dar. Als Lösung für dieses Problem wird in dieser Arbeit das Potenzial von sozialen Netzwerken

¹ Vgl. iSGTW (Hrsg): World Community Grid to Tackle Rice Crisis, Issue 82, 9 Jul. 2008, <http://www.isgtw.org/?pid=1001212> (2009-06-20).

² Vgl. WCG (Hrsg.): World Community Grid: About Us, 2009, http://www.worldcommunitygrid.org/about_us/viewAboutUs.do (2009-06-05).

³ Vgl. iSGTW (Hrsg): Fight AIDS at home, via unused computer time, Issue 102, 26 Nov. 2008, <http://www.isgtw.org/?pid=1001521> (2009-06-20).

und einer erfolgreichen Marketingstrategie genutzt. Eine Menge von Personen mit deren Bekanntschaftsbeziehungen wird soziales Netzwerk bezeichnet. Soziale Netzwerke werden im Internet digital mit Social Networking Services (SNS) abgebildet. Es wird beobachtet, dass in den letzten Jahren die Anzahl von SNS zugenommen hat. Die weltweit größte [Arr08] und im Funktionsumfang vielseitigste SNS mit derzeit mehr als 250 Millionen aktiven Nutzern [FB09] ist Facebook. Facebook stellt seit 2007 eine Programmierschnittstelle zur Verfügung, mit welcher es innerhalb von Facebook möglich ist, benutzerbezogene interaktive Applikationen zu entwickeln. Mit Hilfe von Viral Marketing können versteckte Marketingbotschaften innerhalb eines sozialen Netzwerks platziert und verbreitet werden. Das aktuelle Beispiel der Roller-Babies-Werbung der französischen Mineralwasser-Marke Evian, welche auf die Werbewirkung von breakdancenden und Rollschuh fahrenden Babys setzt und sich zu einer der erfolgreichsten viralen Kampagnen entwickelt, zeigt, wie rasant und weiträumig sich eine gut gemachte Werbung innerhalb des Internets ausbreiten kann und die Bekanntheit von Evian erhöht [Pat09]. Das Beispiel zeigt zudem, dass die Werbewelt des Internets eine ganz andere ist als die herkömmliche, außerhalb des Internets basierend auf Printmedien und Fernsehwerbung. Es wird deutlich, dass Imagewerbung im Internet davon geprägt ist, eine Nachricht im Bewusstsein des Konsumenten zu verankern. Der Konsument wird zum freiwilligen Marketingbotschafter und erhöht die Bekanntheit der Marke aus der eigenen Motivation heraus, eine Werbebotschaft verbreiten zu wollen. Es wird zudem festgestellt, dass das Ausmaß und der Erfolg einer viralen Kampagne im Internet nicht direkt messbar sind, sondern nur durch Schätzungen z.B. von Seitenaufrufen, die sich im aktuellen Beispiel im zweistelligen Millionenbereich befinden, erahnen lassen. Dadurch, dass Dienste des Internets wie SNS genutzt werden, geht der Weg einer Werbebotschaft unüberschaubare Wege, die für den Initiator der Werbung nicht mehr nachzuvollziehen sind.

1.2 Zielsetzung und Struktur der Arbeit

Zentrales Ziel dieser Arbeit ist es, zu untersuchen, ob durch den Einsatz einer Applikation im Umfeld einer SNS der Bekanntheitsgrad eines Volunteer Computing-Projekts im Sinne einer viralen Vermarktung erhöht und somit die Nutzung einer Software zum freiwilligen Bereitstellen ungenutzter Rechenleistung gesteigert werden kann. Dazu wird in dieser Arbeit eine Applikation für das WCG konzipiert und in Facebook implementiert. Es wird davon ausgegangen, dass mit der Verbreitung der entwickelten Facebook-Applikation innerhalb des sozialen Netzwerkes gleichermaßen die Bekanntheit des WCG und der Einsatz der Volunteer Computing-Software gesteigert werden. Dies wird dadurch gewährleistet, dass eine Nutzung der entwickelten Applikation nur mit

einer WCG-Mitgliedschaft und einem gewissen Anteil zur Verfügung gestellter Rechenleistung möglich ist. Um die virale Verbreitung der Applikation auszulösen und aufrechtzuerhalten, werden durch die Nutzung der Applikation Funktionen zur Verfügung gestellt und Strategien eingesetzt, die erfolgreiches Viral Marketing ausmachen.

Um das definierte Ziel zu erreichen und die Wirkungsweise der Applikation verständlich zu machen, ist die Arbeit folgendermaßen gegliedert: Im Kapitel 2 werden grundlegend die Konzepte Viral Marketing und soziale Netzwerke erläutert und die Formen des Metacomputing betrachtet, um das Volunteer Computing einzuordnen und abzugrenzen. Kapitel 3 beinhaltet die Betrachtung des WCG und die von Facebook als Beispiele für Volunteer Computing und SNS. Zusätzlich wird gezeigt, wie Informationen vom WCG in eine Facebook-Applikation eingebunden werden können. Anschließend wird im 4. Kapitel die Konzeption der Applikation vorgenommen. Es erfolgt die Definition eines Datenmodells für Datenspeicherung der Applikation. In einer fachlichen Spezifikation werden die Bestandteile (Features) der Applikation in Form von Use Cases in der *Unified Modeling Language (UML)* und der Aufbau der Applikation in einer Wireframe-Definition dargestellt und mit Hilfe eines Mockups veranschaulicht. Eine technische Spezifikation wird erarbeitet, in der die Architektur, die Komponenten und ein Betriebsmodell definiert werden. Darauf folgend wird beschrieben, wie die Implementierung der Facebook-Applikation vorgenommen wurde und welche Web-Technologien, -Interfaces und -Konzepte genutzt wurden. Im Kapitel 5 wird kurz der Erfolg der viralen Vermarktung der Applikation untersucht und evaluiert. Die Arbeit wird mit Kapitel 6, in welchem eine Zusammenfassung und ein Fazit gegeben, beendet.

2 Viral Marketing, Soziale Netzwerke und Metacomputing

In diesem Kapitel werden die Grundlagen für die vorliegende Arbeit gelegt. Um ein Grundverständnis für das Ziel der entwickelten Facebook-Applikation zu schaffen, wird zunächst das Konzept Viral Marketing betrachtet. Dazu werden sowohl die Ausprägungsformen viralen Marketings als auch die Elemente, welche erfolgreiches Viral Marketing ausmachen, beschrieben, um diese in Kapitel 4 in der Konzeption der Bestandteile der Facebook-Applikation erneut aufzugreifen. Des Weiteren werden soziale Netzwerke und die Funktionen deren digitaler Abbildung betrachtet, um die Grundlage für die weitere Betrachtung von Facebook zu schaffen. Das Kapitel schließt mit der Begriffsklärung und den Formen des Metacomputing und der Darstellung der BOINC-Plattform. Obwohl es für die Ausführung der entwickelten Facebook-Applikation nicht erforderlich ist, jedoch die technische Grundlage des WCG darstellt, werden das Metacomputing und die BOINC-Plattform hier mit in die Betrachtung eingeschlossen.

2.1 Viral Marketing

Ein Begriff, der seit einiger Zeit in der Werbe-, Marketing- und Kommunikationswelt auftaucht, ist das Viral Marketing. Nach diesem Marketingkonzept verbreitet sich eine Werbebotschaft auf verschiedensten Kommunikationswegen durch Mund-zu-Mund-Propaganda (engl.: „Word-of-Mouth“) oder auf elektronischem Weg via Internet durch Maus-zu-Maus-Kommunikation (engl.: „Word-of-Mouse“) wie ein Virus. Unter den richtigen Rahmenbedingungen ist ein Virus in der Lage, seine Population in jeder Generation zu verdoppeln und somit exponentiell anzuwachsen. Gleichermäßen ist dies beim viralen Marketing festzustellen. Die Bekanntheit eines Produkts oder einer Marke erhöht sich mit exponentiellem Wachstum mit jeder Weitergabe der zugrunde liegenden Werbebotschaft:

Grundsätzlich ist das Viral Marketing an kein spezifisches Medium gebunden, allerdings erfolgt die Verbreitung von Nachrichten im Internet wesentlich schneller als in der Offline-Welt [Lang07]. Dies liegt daran, dass der Empfängerkreis beispielsweise für das Aussprechen einer Empfehlung außerhalb des Internets durch die zur Verfügung stehende Zeit und Reichweite des Empfehlers beschränkt ist, wobei hingegen das Versenden einer E-Mail-Nachricht an Kontakte im Adressbuch vergleichsweise einfacher möglich ist [Lang07].

2.1.1 Der Virus im Marketing

Als einer der ersten Wissenschaftler betrachtet Ende 1996 Jeffrey Rayport, Professor der Harvard Business School, die Idee der viralen Vermarktung in seinem Artikel „The Virus of Marketing“, in welchem er die Eigenschaften von Viren und deren Verbreitung auf die Marketingwelt überträgt [Rayp96]: *„Think of a virus as the ultimate marketing program. When it comes to getting a message out with little time, minimal budgets, and maximum effect, nothing on earth beats a virus. Every marketer aims to have a dramatic impact on thinking and behavior in a target market; every successful virus does exactly that”*.

In Analogie zu biologischen Viren stellt Rayport sechs Charakteristika auf, die einen Marketingvirus und erfolgreiches virales Marketing ausmachen [Rayp96]:

1. *Wesentlich für den Markteintritt ist die Tarnung („Stealth is the essence of market entry“)*: Die Schwierigkeit besteht darin, die Aufmerksamkeit des Kunden zu erlangen. Bisher wurden Masse und Volumen erhöht. Virale Botschaften hingegen erreichen den Kunden als getarnte Information und sind nicht als Werbebotschaft zu erkennen.
2. *Am Anfang ist es kostenlos, gezahlt wird später („What's up-front is free; payment comes later“)*: Bei der Verbreitung viraler Botschaften stehen kostenlose bzw. wenig kostenintensive Dienste im Vordergrund. Die wirtschaftliche Nutzung der erlangten Aufmerksamkeit erfolgt erst später.
3. *Lass das Verhalten der Zielgruppe die Botschaft übertragen („Let the behaviors of the target community carry the message“)*: Die Verbreitung von Viren und deren Botschaft erfolgt nicht zufällig. Ziel ist es, das Verhalten der Wirte und deren Kommunikationswege und soziale Interaktion auszunutzen, um den Virus und die Botschaft weiterzuleiten und somit neue Bereiche zu erschließen.
4. *Sieht aus wie ein Wirt, nicht wie ein Virus („Look like a host, not a virus“)*: Viren sind durch deren Tarnung in der Lage zu verhindern, vom menschlichen Immunsystem bzw. von Computersystemen erkannt und abgewehrt zu werden.
5. *Nutze die Kraft schwacher Bindungen („Exploit the strength of weak ties“)*: Soziologen haben festgestellt, dass Menschen mit vielen schwachen Bindungen (Bekannte) einen wesentlich größeren Einfluss auf eine Gemeinschaft haben als Menschen mit wenigen starken Bindungen (Familienangehörige).⁴

⁴ Vgl. dazu auch die Ausführungen zu sozialen Netzwerken in Kapitel 2.2.1 auf Seite 8

6. *Investiere, um den Umkipppunkt zu erreichen („Invest to reach the tipping point“):* Viren werden erst dann zur Epidemie, wenn eine kritische Schwelle, der sog. Tipping Point, überschritten ist. Das Resultat einer viralen Marketingkampagne ist nicht sofort erkennbar, sondern lässt sich erst nach einem gewissen Zeitpunkt feststellen.

Die Kernaussage der Metapher des Virus im Marketing besteht in der Ansteckung des Kunden im positiven Sinne, eine Werbebotschaft weiterzuleiten und von den epidemischen Verbreitungsprozessen derart zu profitieren, dass durch die Multiplikation möglichst viele Menschen mit minimalem finanziellen Aufwand erreicht werden. Rayports Gedankenkonstrukt ist inzwischen selbst zu einem Virus geworden. Da das Internet durch viele ineinander verflochtene Netzwerke gekennzeichnet ist, bietet es einen Ausgangspunkt für verschiedene Kommunikationsviren. [Zor01]

Malcolm Gladwell geht in seiner Theorie vom Tipping Point [Glad02] davon aus, dass gesellschaftliche Phänomene wie beispielsweise Modetrends ähnlichen Verbreitungsmustern folgen wie Epidemien und ansteckenden Krankheiten. Nach Gladwells These kann die Kenntnis dieser Muster im Marketing zur gezielten Stimulation von Mundpropagandaprozessen eingesetzt werden. So könne geklärt werden, wie viele und gegebenenfalls welche Menschen mit einer Botschaft angesteckt werden müssen, damit sich diese epidemisch verbreitet.

2.1.2 Ausprägungsformen des viralen Marketings

Riemer und Totz unterscheiden zwei grundlegende Formen des viralen Marketings, die vom Grad der Aktivität des Kunden am Verbreitungsprozess abhängig sind [RiTo02]:

- Beim *reibungslosen („frictionless“)* viralen Marketing wird die Nachricht allein durch die Nutzung eines Produkts ohne aktive Einwirkung des Nutzers verbreitet. Als klassisches Beispiel wird der E-Mail-Dienst Hotmail genannt. Hotmail stellte zu Beginn E-Mail-Adressen kostenlos zur Verfügung. Beim Versand einer über das System verschickten Nachricht wurde automatisch die Werbebotschaft „*P.S. Get your private, free email at Hotmail*“ angefügt. Der Empfänger der E-Mail, der keinen kostenlosen E-Mail-Dienst verwendet, wurde dazu angeregt, sich bei Hotmail anzumelden und trug so selbst zur passiven Verbreitung bei. Dies führte dazu, dass Hotmail innerhalb von 18 Monaten und einem geringen Marketingbudget von 500.000 US-Dollar einen Zuwachs von 12 Millionen Benutzern verzeichnen konnte.⁵

⁵ Vgl. die Fallstudie „Mythos Hotmail“ in: Zorbach, T.: vm-people: the viral marketing-experts, 2001, http://www.vm-people.de/de/vmknowledge/casestudies/casestudies_detail.php?id=4 (2009-06-16).

- Beim *aktiven* („*active*“) *viralen Marketing* hingegen trägt der Nutzer selbst aktiv zum Verbreitungsprozess einer Nachricht bei. Dabei ist der Verbreiter selbst dazu motiviert, die Nachricht weiterzuleiten. Die Motivation wird nicht durch Prämien erzeugt, sondern ausschließlich durch den eigenen Willen des Nutzers die Botschaft weiterzuleiten. Dies stellt eine gewisse Anforderung an die Botschaft. Des Weiteren muss dem Nutzer eine Möglichkeit zur Weiterleitung gegeben sein, beispielsweise indem eine Tell-A-Friend-Funktion zur Verfügung gestellt wird.

2.1.3 Elemente einer viralen Marketing-Strategie

Wilson definiert, dass Viral Marketing jede Strategie beschreibt, die Personen dazu motiviert, eine Werbebotschaft an andere Personen weiterzuleiten, so dass ein Potenzial für ein exponentielles Wachstum in der Ausbreitung und im Einfluss der Botschaft geschaffen wird [Wils00]. Er beschreibt sechs Elemente, die eine effektive virale Marketing-Strategie beinhaltet [Wils00]:

1. *Angebot von Produkten oder Dienstleistungen* („*Gives away valuable products or services*“): Im Mittelpunkt steht die Weitergabe von freien Produkten oder Dienstleistungen, die einen Nutzenzuwachs für den Kunden stiften, um so Aufmerksamkeit zu erlangen und die Weitergabe der verdeckten Werbebotschaft zu gewährleisten.
2. *Möglichkeit einer mühelosen Weitergabe der Botschaft* („*Provides for effortless transfer to others*“): Um den Erfolg der viralen Marketingkampagne gerade zu Beginn den Weg zu bereiten, ist es wichtig, dass es den Benutzern so einfach wie möglich gemacht wird, die Marketingbotschaft weitergeben zu können.
3. *Einfache Skalierbarkeit* („*Scales easily from small to very large*“): Von vornherein muss großer Wert auf die Skalierbarkeit des Systems gelegt werden. Die epidemische Verbreitung der Botschaft kann beispielsweise dazu führen, dass ein großer Anstieg von Zugriffen auf eine Webseite festzustellen ist. Bei zu begrenzten Ressourcen des Web-Servers kann es zum Ausfall des Systems und zur Behinderung der viralen Verbreitung kommen.
4. *Nutzung gewohnter Motivationen und Verhaltensweisen* („*Exploits common motivations and behaviors*“): Es gilt die Motivationen und Verhaltensweisen von Menschen auszunutzen. Viele Menschen streben danach berühmt, bekannt, geliebt oder verstanden zu sein. Eine intelligente virale Marketingbotschaft ist nicht als solche zu erkennen, sondern unterstützt das Bedürfnis der Menschen nach sozialer Akzeptanz, neue Informationen zu erhalten und Trends zu folgen.

5. *Nutzung existierender Kommunikationsnetzwerke („Utilizes existing communication networks“)*: Für die Verbreitung von Botschaften ist die Nutzung bestehender Kommunikationsnetzwerke von Vorteil. Wissenschaftler sind sich seit langem der Macht und der Wichtigkeit sozialer Netzwerke bewusst. Netzwerke mit starken und schwachen Verbindungen bestehend aus Familie, Freunden, Bekannten und Kollegen existieren auch im Internet und sind dort noch einfacher zu verfolgen.
6. *Nutzung der Ressourcen anderer („Takes advantage of others' resources“)*: Für die Verbreitung der Marketingbotschaft sorgt nicht der Anbieter, sondern der Kunde. Es werden lediglich die Weichen dafür gestellt, dass andere über ein Produkt oder eine Dienstleistung berichten beziehungsweise Texte, Bilder oder Videos weiterzuleiten.

2.2 Soziale Netzwerke und Social Networking Services

Der Begriff des sozialen Netzwerkes wird in verschiedenen Kontexten verwendet. Aus soziologischer Sicht beschreibt ein soziales Netzwerk die Menge von Bekanntschaften eines Individuums mit deren Beziehungen und menschlichen Interaktionen [Rö94]. Wobei hingegen unter dem Begriff sozialer Netzwerke aus Sicht der Informatik Netzgemeinschaften oder Webdienste, die Netzgemeinschaften beherbergen und die es deren Nutzern ermöglicht, gemeinsam genutzte Inhalte zu erstellen, verstanden wird [BoEl07]. Im Englischen existiert für die zweite Sichtweise der Begriff des Social-Networking-Services (SNS), welcher in dieser Arbeit zur klaren Unterscheidung verwendet wird. Beide Sichtweisen sind für diese Arbeit relevant und werden nachfolgend genauer betrachtet, da einerseits Struktur und Beschaffenheit von sozialen Netzwerken für das Viral Marketing von großer Bedeutung sind und andererseits die entwickelte Applikation im Umfeld einer SNS implementiert wurde.

2.2.1 Soziale Netzwerke

Der Ursprung des Konzepts des sozialen Netzwerkes lässt sich primär auf die Bemühungen von Sozialanthropologen⁶ zurückführen, die neue theoretische und methodische Zugänge zur Analyse von Kulturen entwickeln wollten [Rö94]. Für diese Arbeit ist die Sichtweise von Barnes [Bar72] maßgeblich, dass dieses Konzept *keine Theorie* sozialer Strukturen darstellt, sondern vielmehr als ein *Instrumentarium* zur Analyse sozialer Strukturen zu sehen ist, um Gesetzmäßigkeiten in der sozialen Realität zu erkennen.

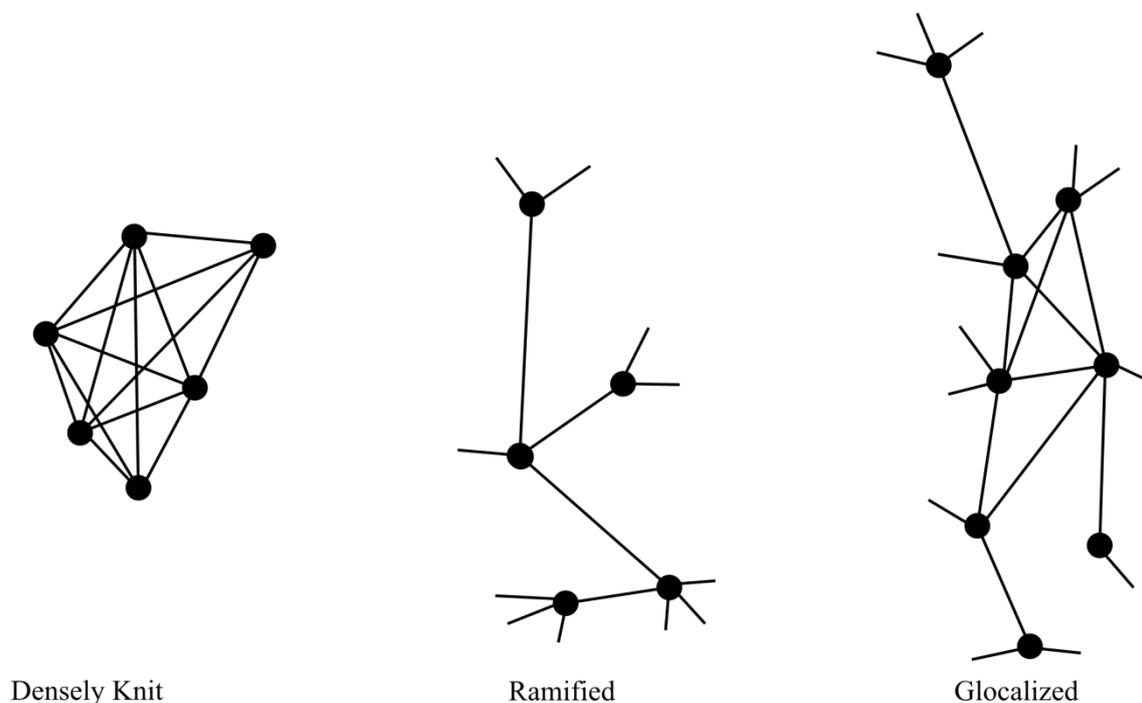
⁶ Die Sozialanthropologie beschäftigt sich mit der Analyse des Menschen als soziales Lebewesen und dessen sozialer Organisation. Sie wird in die Wissenschaftsbereiche Soziologie und Ethnologie eingeordnet.

Im Allgemeinen werden Systeme und Strukturen, die sich als Graphen darstellen bzw. mathematisch modellieren lassen, als Netzwerke bezeichnet. Ein Netzwerk besteht aus einer Menge von Knoten, die mittels Kanten miteinander verbunden sind. Im Falle eines sozialen Netzwerkes werden Personen und deren soziale Beziehungen untereinander durch Knoten bzw. durch Kanten repräsentiert.

Ein soziales Netzwerk ist nach Klusmann eine von einem Menschen geschaffene und aufrechterhaltene Struktur. Jede Person besitzt ein soziales Netzwerk, das aus den verschieden gestaltigen Verbindungen mit anderen, wie Verwandten, Freunden, Kollegen und Nachbarn, besteht. Persönliche Netzwerke können groß oder klein, mehr oder weniger stark segmentiert, funktionell differenziert, von Symmetrie oder von Komplementarität beherrscht, dicht oder locker geknüpft sein. [Klus86]

Netzwerkstrukturen und Bindungsarten sozialer Netzwerke

Für das Viral Marketing ist das soziale Netzwerk selbst und die Kenntnis über dessen Struktur von großer Bedeutung. Nicht nur die Beschaffenheit, sondern auch das Finden von Meinungsführern ist wichtig, um Informationen gezielt zu platzieren. Boase und Wellman beschreiben drei Netzwerkstrukturen, um die Verbreitungsart zu unterscheiden (siehe Abbildung 2.1) [BoWe01]:



Quelle: Boase, J.; Wellman, B.: A Plague of Viruses: Biological, Computer and Marketing, In: Current Sociology, September 2001, p. 5, <http://www.chass.utoronto.ca/~wellman/publications/viruspaper/version.PDF> (2009-06-15).

Abbildung 2.1: Modelle von Netzwerkstrukturen

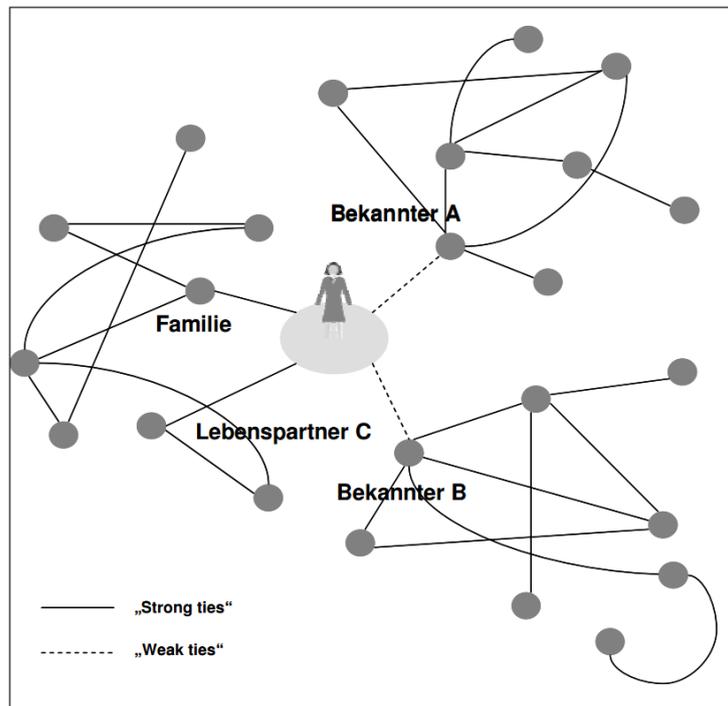
- In *dicht verknüpften* („*densely knit*“) *Netzwerken* kommt es zu einer schnellen Weitergabe von Nachrichten unter den Netzwerkteilnehmern. Dies liegt daran, dass sich die meisten Teilnehmer gegenseitig kennen und im häufigen Kontakt zueinander stehen. Allerdings besteht wenig Kontakt zu Außenstehenden, so dass es dazu kommt, dass Informationen den Interessenkreis selten verlassen. Ein Marketingvirus wäre in einem solchen Netzwerk isoliert und würde sich nicht weiterverbreiten.
- Im Gegensatz dazu wird die Informationsweitergabe in *weit verzweigten* („*ramified*“) *Netzwerken* begünstigt. Zwar erfolgt die Weitergabe vergleichsweise langsamer als in dicht verknüpften Netzwerken, jedoch werden viele verschiedene Netzwerke über bestimmte wichtige Knoten miteinander verknüpft.
- In der Realität tritt oft die *Mischform aus dicht verknüpften und weit verzweigten Netzwerken* auf, so dass sich die Nachteile der beiden Netzwerkstrukturen teilweise gegenseitig aufheben. Boase und Wellman nennen diese Struktur „*glocalization*“ als Zusammensetzung der Begriffe Globalisierung und Lokalisierung.

In sozialen Netzwerken lassen sich nicht nur unterschiedliche Netzwerkstrukturen, die sich auf die Reichweite der Informationsweitergabe beziehen, feststellen, sondern auch verschiedene Bindungsarten, die zwischen zwei miteinander verbundenen Knoten existieren. Diese besondere Charakterisierung sozialer Bindungen hat Granovetter vorgenommen, indem er zwischen starken („*strong ties*“) und schwachen („*weak ties*“) Verbindungen unterschied [Gran73]. Die Stärke solcher Bindungen bestimmt sich aus dem Aufwand, mit dem soziale Bindungen gepflegt werden, dem Grad des emotionalen Engagements oder gegenseitigen Vertrauens und aus dem Ausmaß an wechselseitigen Unterstützungen [Gran83].

Schwache Bindungen spielen in weit verzweigten Netzwerken eine Schlüsselrolle für das Viral Marketing [BoWe01]. Sie sind in der Lage die Beschränktheit des eigenen Netzwerkes zu überwinden und so große Entfernungen zu anderen Netzwerken zu überwinden [Schw96]. Das Internet ermöglicht es, schwache Bindungen mit geringem Aufwand aufrechtzuerhalten.

Dicht verzweigte, homogene Netzwerke weisen eine hohe Redundanz auf, weil sie viele Zyklen enthalten und somit dieselbe Information an viele Kontakte redundant weitergegeben wird. Gewissermaßen sind dichte Netzwerke für die Informationsweitergabe wertlos. Da die Bindungen zwischen den Menschen in diesem Netzwerk stark sind, weiß jeder, was die anderen kennen und entdecken die gleichen Möglichkeiten zur selben Zeit. [Burt92]

Die möglichen sozialen Bindungen eines Individuums und die daraus resultierenden Kommunikationswege innerhalb des sozialen Netzwerks sind in Abbildung 2.2 zu sehen.



Quelle: Langner, S.: Viral Marketing - Wie Sie Mundpropaganda gezielt auslösen und Gewinn bringend nutzen, 2. Aufl., Gabler, 2007, S. 22.

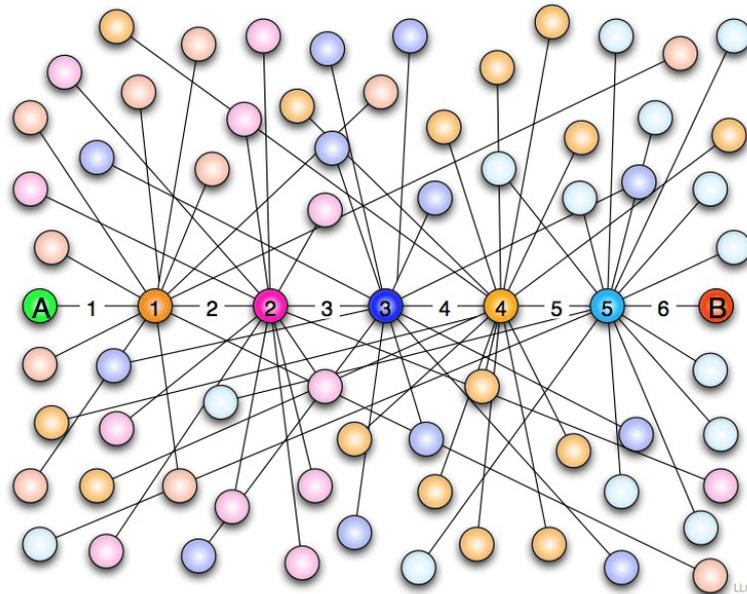
Abbildung 2.2: Kommunikationswege in sozialen Netzwerken

Kleine-Welt-Phänomen

In einem Experiment fand Mitte der 1960er Jahre der amerikanische Psychologe, Stanley Milgram, heraus, dass jeder Mensch über eine überraschend kurze Kette von Bekanntschaftsbeziehungen mit jedem anderen verbunden ist [Mil67]. Laut Milgram sind im Durchschnitt nur sechs Schritte nötig, um von einem Menschen zu einem beliebigen anderen zu gelangen, indem jeweils die direkten Kontakte einer Person als Weiterleitung genutzt werden. Dieses Phänomen wurde weltweit unter dem Namen Kleine-Welt-Phänomen („small world phenomenon“) bekannt. John Guare prägte den Begriff „six-degrees-of-separation“ in seinem gleichnamigen Bühnenstück⁷, in welchem er Milgrams Phänomen verarbeitet und damit dieses außerhalb der Wissenschaft sehr bekannt machte.

⁷ Rezension zum Bühnenstück: Vgl. McNulty, C.: Review: 'Six Degrees of Separation' at Old Globe Theatre, January 18, 2009, Los Angeles Times, <http://latimesblogs.latimes.com/culturemonster/2009/01/review-six-degr.html> (2009-06-20).

In Abbildung 2.3 wird die transitive Verbindung von Person A zu Person B über sechs Beziehungen innerhalb eines sozialen Netzwerkes exemplarisch veranschaulicht:



Quelle: Wikipedia, Six degrees of separation, 2009,
http://en.wikipedia.org/wiki/Six_degrees_of_separation (2009-06-15)

Abbildung 2.3: Six degrees of separation

Das Internet ermöglicht es, die sozialen Netzwerke von Personen mittels Social Networking Services (SNS) digital abzubilden. Der durchschnittliche Grad der Separation kann allerdings nicht genau bestimmt werden, da eine SNS nicht alle tatsächlich bestehenden Bekanntschaftsbeziehungen eines Nutzers enthält. Allerdings haben einige Experimente in verschiedenen SNS die Korrektheit Milgrams Theorie gezeigt. [ZhTu09]

2.2.2 Social Networking Services und deren Funktionen

Boyd und Ellison definieren SNS⁸ als webbasierte Dienste, die es einem Individuum erlauben, (1) ein öffentliches oder halb-öffentliches Profil innerhalb eines beschränkten Systems aufzubauen, (2) eine Liste von anderen Nutzern, mit denen sie eine Verbindung teilen, zu verwalten und (3) die Listen von Verbindungen anderer Nutzer, mit denen sie eine Verbindung teilen, innerhalb des Systems einzusehen und zu verfolgen [BoEl07]. Sowohl die Natur und als auch die Nomenklatur der Verbindungen variere von SNS zu SNS [BoEl07], d.h. für die Bindung zweier Individuen in sozialen Netzwerken existieren in den verschiedenen SNS unterschiedliche Bedeutungen und Bezeichnungen.

⁸ Die Literaturrecherche ergab, dass für die Abkürzung SNS verschiedene Schreibweisen mit derselben zu Grunde liegenden Bedeutung existieren. Boyd und Ellison verwenden in ihrer Definition abweichend „social network sites“, meinen damit aber auch Dienste.

Mit dieser Definition wird der Schwerpunkt auf die Möglichkeit gelegt, innerhalb einer SNS eine Verbindung zu anderen Nutzern aufzubauen. Allerdings wird die Möglichkeit außer Acht gelassen, mit anderen Nutzern Inhalte auszutauschen.

Koch, Richter und Schlosser definieren [KRS07]: „Als Social-Networking-Dienste (Social Networking Services, SNS) werden Anwendungssysteme bezeichnet, die ihren Nutzern Funktionalitäten zum *Identitätsmanagement* (d.h. zur Darstellung der eigenen Person i.d.R. in Form eines Profils) zur Verfügung stellen und darüber hinaus die Vernetzung mit anderen Nutzern (und so die *Verwaltung eigener Kontakte*) ermöglichen.“

Es wird zwischen offenen, halboffenen und geschlossenen SNS unterschieden. Offene SNS sind dadurch gekennzeichnet, dass die bereitgestellten Dienste und Informationen über deren Nutzer uneingeschränkt⁹ im Internet zur Verfügung stehen. Im Gegensatz dazu unterliegen geschlossene und halboffene SNS gewissen Zugangsbeschränkungen bestehen. Halboffene SNS sind zwar frei zugänglich, die Bereitstellung aller Informationen eines Kontakts ist allerdings erst mit dessen Einverständnis uneingeschränkt möglich. Geschlossene SNS sind am restriktivsten. Diese, vor allem im Unternehmensumfeld¹⁰ eingesetzten SNS, sind nicht frei zugänglich. Es bedarf einer bestimmten Gruppenzugehörigkeit und oft sind geschlossene SNS technisch vom eigentlichen Internet beispielsweise durch das firmeninterne Intranet getrennt. [Bo07]

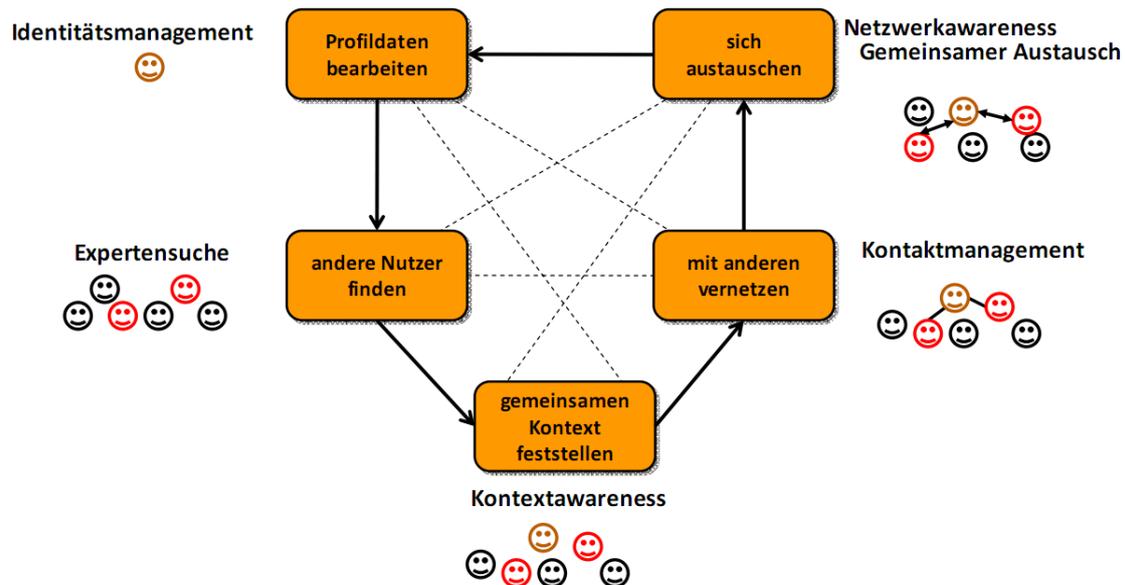
Die Nutzung einer SNS bzw. die Aktivität eines SNS-Nutzers kann als IT-gestützter Prozess verstanden werden und wird Social Networking genannt. Richter und Koch leiten sechs Funktionalitätsgruppen von SNS ab, die aus dem Social Networking-Prozess hervorgehen [RiKo08]. Es ist allerdings festzustellen, dass einzelne Funktionen nicht immer eindeutig in genau eine dieser Gruppen eingeordnet werden können, da sie sowohl von der Nutzerintensivität als auch von deren Verzahnung untereinander abhängig sind.

Abbildung 2.4 stellt nach Richter und Koch den typischen Ablauf einzelner Nutzerschritte in Form eines Prozesses dar. Die sechs hergeleiteten Funktionalitätsgruppen des IT-gestützten Social Networking wurden fünf Nutzer- bzw. Prozessschritten zugeordnet, wobei zwei dieser Gruppen dem „sich austauschen“ zugewiesen wurden. Die Abbildung wirkt daher auf den ersten Blick etwas verwirrend und unvollständig. Auch wird durch

⁹ Die Unbeschränktheit der bereitgestellten Nutzerdaten ist aus Sicht des Datenschutzes als kritisch zu betrachten, da vielen Nutzern vor allem Jugendlichen die Reichweite der Informationspreisgabe nicht bewusst ist. (Vgl. dazu [Bo07])

¹⁰ Beispiele unternehmensinterner geschlossener SNS sind IBM BluePages und SAP Harmony. Sie gelten als Nachfolger zu Systemen zur Expertensuche wie Gelbe-Seiten-Anwendungen, um den Austausch impliziten Wissen im Unternehmensumfeld zu unterstützen [RiKo08]. Vergleiche dazu auch die Fallstudien zum Einsatz von SNS im Unternehmen: [RiKo09]

die Verwendung unterschiedlicher Verbindungen und Pfeilrichtungen nicht sofort ersichtlich, wie der Prozess genau verstanden werden soll. Richter und Koch beschreiben, dass der Ablauf „nicht streng chronologisch oder repetitiv“ [RiKo08] sei, sondern ein Einstieg an verschiedenen Prozessschritten möglich wäre. Des Weiteren könne die Abfolge der Nutzungsschritte unterschiedlich erfolgen, was durch gestrichelte Verbindungen zwischen den nicht direkt miteinander verbundenen Nutzerschritten zum Ausdruck gebracht werden soll.



Quelle: Richter, A.; Koch, M.: Funktionen von Social-Networking-Diensten, In 'Proc. Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2008', Februar 2008, http://ibis.in.tum.de/mkwi08/18_Kooperationssysteme/04_Richter.pdf (2009-06-20), S. 1243.

Abbildung 2.4: Der Prozess des IT-gestützten Social Networking

Nachfolgend werden die sechs Funktionalitätsgruppen genannt und kurz beschrieben. Sie werden von einigen Bestandteilen der entwickelten Applikation genutzt, um das Viral Marketing überhaupt erst zu ermöglichen.

1. *Identitätsmanagement*: Beim Identitätsmanagement handelt es sich um eine Grundfunktion von SNS, die den wesentlichen Anreiz der Nutzung offener SNS darstellt. In der Regel werden Informationen zur eigenen Person im Kontext des Zwecks der jeweiligen SNS angegeben. Aufgabe des Identitätsmanagements ist die Selbstpräsentation zur Befriedigung sozialer Bedürfnisse, beispielsweise die Darstellung einer bestimmten Gruppenzugehörigkeit oder das Aufzeigen von Expertisen in einem gegebenen Fachbereich. Diese Informationen werden auf einer Profelseite dargestellt und sind in offenen und halboffenen SNS frei beziehungsweise mit Erlaubnis des Profilinhabers zur Einsicht zugänglich.

2. *(Experten-)Suche*: Die Expertensuche stellt vor allem in Geschäftsnetzwerken eine wesentliche Rolle, da sie das Finden und die Nutzung impliziten Wissens ermöglicht. Verschiedene SNS bieten die Möglichkeit gezielt nach bestimmten Kriterien und Begriffen zu suchen, um Kontakte ausfindig zu machen oder es werden automatisch Kontakte empfohlen, die einem zuvor definierten Anforderungsmuster entsprechen. Für die erfolgreiche Nutzung der Expertensuche ist es erforderlich, dass die Nutzer der SNS vollständige und richtige Informationen zur eigenen Person angeben. Dazu wiederum müssen aus soziologischer Sicht Nutzerbarrieren, welche das Zurückhalten relevanter Informationen zur Folge haben, überwunden werden.
3. *Kontextawareness (Kontext/Vertrauensaufbau)*: Die Beziehung zwischen Menschen wird vom Vertrauen geprägt. In Unternehmen ist z.B. eine für alle Seiten Nutzen maximierende Zusammenarbeit unter Mitarbeitern nur dann möglich, wenn eine vertrauensvolle Bindung zwischen ihnen existiert. Allgemein kann anstatt des Vertrauens die Relevanz des gemeinsamen Kontextes für eine erfolgreiche Kommunikation angesehen werden. Die Funktion der Kontextawareness ist es, Vertrauen in kurzer Zeit aufzubauen, respektive die Existenz eines gemeinsamen Kontextes hervorzuheben. SNS ermöglichen dies, indem gemeinsame Bekanntschaften aufgezeigt werden oder durch die Darstellung von Zugehörigkeiten zu gemeinsamen Communities, Interessensgruppen und Diskussionsforen. SNS bieten hierzu verschiedenste Visualisierungsmöglichkeiten.
4. *Netzwerkawareness*: Aktivitäten und Veränderungen des Status‘ von Kontakten innerhalb des persönlichen sozialen Netzwerkes werden von Funktionen der Netzwerkawareness proklamiert. Diese lassen sich in Push- und Pull-Funktionen einordnen. Nach dem Login bieten Push-Funktionen Informationen über Änderungen im eigenen sozialen Netzwerk (z.B. neue Freunde eines Kontaktes, Änderungen von Kontaktdaten, Geburtstage, etc.) in Form von News-Feeds an. Diese finden sich zumeist nicht auf der eigentlichen Profilseite wider, sondern werden auf einer vorangestellten Begrüßungsseite, die nur für den jeweiligen Nutzer sichtbar ist, angezeigt. Pull-Funktionen hingegen bieten beispielsweise in Form einer Suche nach bestimmten Kriterien die Möglichkeit selbst Veränderungen des Netzwerkes festzustellen.
5. *Kontaktmanagement*: Alle Funktionen einer SNS zur Pflege des persönlichen sozialen Netzwerkes werden dem Kontaktmanagement zugeordnet. Jeder Nutzer ist in der Lage persönliche Kontaktdaten selbst zu verwalten und gegebenenfalls zu aktualisieren, sich mit anderen Kontakten zu vernetzen und die Kontaktdaten vernetzter Kontakte und derer Kontaktlisten einzusehen (je nach Freigabe der Daten

in verschiedenen Granularitäten). Verschiedene SNS bieten Exportfunktionalitäten an und ermöglichen somit das Migrieren von Kontaktdaten in andere Systeme. Zum effektiven Finden von Kontakten bieten einige SNS die Möglichkeit der Kategorisierung unter Angabe von Bekanntschaftskontexten oder bei Anwendung von Social Tagging¹¹ eine Verschlagwortung der Kontakte.

6. *Gemeinsamer Austausch (Kommunikation)*: Eine weiterer wesentlicher Bestandteil von SNS sind Funktionen zum Austausch von Informationen ohne das Nutzen externer Dienste wie E-Mail oder Instant Messaging. Dazu werden Funktionalitäten bereitgestellt, welche die Kommunikation zwischen zwei Kontakten („private messages“) und den Austausch zwischen ganzen Nutzergruppen in sog. Communities und Diskussionsforen ermöglichen. Die meisten SNS bieten des Weiteren die Möglichkeit, direkt auf Profildaten in Form von Kurznachrichten Mitteilungen auszutauschen. Zudem finden sich Dienste zum Microblogging wider, mit welchen es möglich ist, alle Kontakte im persönlichen sozialen Netzwerk zu erreichen.

Aus Sicht des viralen Marketings sind die Funktionalitätsgruppen *Identitätsmanagement*, *Netzwerkawareness* und *Gemeinsamer Austausch* für die entwickelte Applikation von essentieller Bedeutung, da Informationen auf Profildaten hinterlegt werden, die Werbebotschaften enthalten, und Funktionen genutzt werden, die den Austausch dieser Informationen so einfach wie möglich machen. Dieser Aspekt wird in Kapitel 3 in der Konzeption der einzelnen Bestandteile und den Funktionen der Applikation erneut aufgegriffen und weiter vertieft.

2.3 Metacomputing

Die Idee, das Internet als verteilte Computer-Ressource nutzbar zu machen, wurde Anfang der 90er-Jahre von den Wissenschaftlern Charles Catlett und Larry Smarr vom *National Center for Supercomputing Applications* (NCSA) unter dem Begriff *Metacomputing* geprägt und bekannt [CaSm92].

Unter dem Begriff des Metacomputing wird die Idee verstanden, verschiedene Computer innerhalb eines Netzwerkes, Intranets oder dem Internets, zu nutzen, als wären sie eine große parallele Maschine, oder ein Metacomputer [CaSm92]. In der Forschung werden Metacomputer zum Durchführen rechenintensiver Simulationen und zur Lösung komplexer Berechnungen eingesetzt. Das Metacomputing kann als günstige Alternative

¹¹ Social Tagging ist eine Form der freien Verschlagwortung (Indexierung), bei der Nutzer von Inhalten die Deskriptoren (Schlagwörter) mit Hilfe verschiedener Arten von Sozialer Software ohne Regeln zuordnen. Die bei diesem Prozess erstellten Sammlungen von Schlagwörtern werden zu Deutsch Folksonomien genannt.

zu kostenintensiven Supercomputern und Hochleistungsrechnern genutzt werden, um umfangreiche Forschungsprojekte durchzuführen. Die Einsatzgebiete von Metacomputing-Systemen sind vor allem solche, bei denen die Aufgaben die Rechenleistung einzelner Computer überfordern oder Jahre für die Bearbeitung benötigt werden würden. Nach einem gängigen Verfahren in der Informatik, dem *divide and conquer* (teile und herrsche) auch *Prinzip der schrittweisen Verfeinerung* genannt, wird der Lösungsaufwand und die Komplexität eines Problems gesenkt, wenn das Problem in Teilprobleme zerlegt und durch eine sequentielle oder parallele Verarbeitung dieser Teilprobleme gelöst wird.

Metacomputer oder Metcomputing Systeme werden in den Bereich des Distributed Computing (Verteiltes Rechnen) eingeordnet. Formen des Metacomputing sind u.a. das *Cluster Computing*, das *Grid Computing* und das für diese Arbeit relevante *Volunteer Computing*.

2.3.1 Formen des Metacomputing

Cluster Computing

Die Grundidee des *Cluster Computing* ist die koordinierte Nutzung mehrerer kostengünstiger Arbeitsplatzrechner innerhalb einer lokal abgeschlossenen administrativen Einheit. Ein Cluster ist eine Art eines parallel oder verteilt verarbeitenden Systems bestehend aus einer Sammlung vernetzter Einzelrechner, die wie eine einzige integrierte Computer-Ressource zusammenarbeiten [BaBu99]. Cluster stellen eine Alternative zur Anschaffung teurer Großrechner dar. Im Vergleich zu anderen Formen des Metacomputing ist der Einsatz von Cluster Computing auf lokale Netzwerkkumgebungen beschränkt, die Anzahl der Rechnerressourcen entscheidend geringer und die Kopplung dieser Ressourcen wesentlich höher. In Universitäten, welche zumeist über eine große Anzahl einzelner Arbeitsplatzrechner verfügen, werden nicht selten diese Maschinen über Nacht zu virtuellen Parallelrechnern zusammengeschaltet und zu Forschungszwecken verwendet [Geh00].

Cluster werden u.a. als Ressource für weitere, nachfolgend beschriebene Metacomputing-Formen eingesetzt.

Grid Computing

Grundlegend wird unter dem Begriff des *Grid Computing* verteiltes Rechnen gebracht auf die nächste evolutionäre Stufe verstanden, mit dem Ziel die Illusion eines einfachen aber dennoch umfangreichen und mächtigen, sich selbst verwaltenden virtuellen Computers zu schaffen, bestehend aus einer großen Ansammlung von verbundenen heterogenen Systemen, die verschiedene Kombinationen von Ressourcen teilen [Ber02]. Der Ursprung des Begriffs liegt in der Gemeinsamkeit zum Prinzip des elektrischen Stromnetzes (engl.: „electrical power grid“) ¹². In derselben Weise, wie ein Stromnetz ohne die Kenntnis über die Stromerzeugung eine gleichmäßige Versorgung mit elektrischer Energie sicherstellt, bietet ein Grid die Möglichkeit der gleichmäßigen Versorgung mit Rechenleistung. Wird Rechenleistung benötigt, kann diese wie Strom aus der Steckdose gekauft und genutzt werden. Vergleichsweise, wie Stromproduzenten Strom ins Stromnetz einspeisen, können Unternehmen Ressourcen an das Grid anschließen und Rechenleistung anbieten.

Im Jahre 1998 definieren Ian Foster und Carl Kesselman, dass ein Grid eine Hardware- und Software-Infrastruktur ist, welche einen verlässlichen, konsistenten, überall verfügbaren und günstigen Zugriff auf Hochleistungsrechenkapazitäten bereitstellt [FK98]. Foster et al. verallgemeinern dies 2003 und stellen fest, dass primär nicht ein Dateiaustausch im Vordergrund stehe, sondern vielmehr der Direktzugriff auf Ressourcen, die zur Lösung von Problemen in Industrie, Wissenschaft und im Ingenieurwesen eingesetzt werden [FK03]. Ressourcen seien nun nicht ausschließlich Hochleistungsrechner, sondern jegliche Art von Ressourcen, die erforderlich für den Einsatz kollaborativer, problemlösender und Ressourcen vermittelnder Strategien sind. Beispiele solcher Ressourcen sind u.a. Cluster, Datenbanken, Software oder Messgeräte. Die gemeinsame Nutzung dieser Ressourcen erfolge gegeben durch die Notwendigkeit auf höchstem Maße kontrolliert und sowohl Anbieter als auch Konsumenten der Ressourcen legen eindeutig die Ressourcen selbst, den Nutzerkreis und die Bedingungen für deren Nutzung fest. Die Menge aus Individuen respektive Institutionen, die sich unter Beachtung dieser festgelegten Regeln und der Beanspruchung der Ressourcen bilden, werden virtuelle Organisationen (VO) genannt. [FK03]

Das Grid Computing unterscheidet sich von anderen Formen des Metacomputing nach Foster in der Art, dass alle der folgenden drei Punkte erfüllt sein müssen [Fo02]:

¹² Verbundnetz zur Versorgung von Verbrauchern mit elektrischer Energie durch Stromanbieter, Vgl. dazu Gemeinsamkeiten von „Electrical power grid“ und „The Grid“, GridCafé (Hrsg): What is Grid computing?, 2009, <http://www.gridcafe.org/what-is-the-grid.html> (2009-06-30).

- *Verteilte Ressourcen werden koordiniert* („Coordinates distributed resources“): Ein Grid koordiniert und integriert Ressourcen, die in unterschiedlichen administrativen Bereichen eines Unternehmens oder in verschiedenen Ländern verteilt sind. Das System ist für die verschiedenen Aspekte der Ressourcennutzung zuständig, wie Sicherheit, Verrechnung, Bezahlung und Mitgliedschaft.
- *Standardisierte und offene mehrfach einsetzbare Protokolle und Schnittstellen werden genutzt* („Using standard, open, general-purpose protocols and interfaces“): Ein Grid verwendet offene und standardisierte Schnittstellen und Protokolle, welche die grundlegenden Funktionen für die Authentifizierung, die Autorisierung, die Ressourcen-Ermittlung und den Ressourcen-Zugriff sicherstellen.
- *Bereitstellen von nicht-trivialen Dienstgütern* („To deliver nontrivial qualities of service“): Ein Grid ist in der Lage die Ressourcen so zu koordinieren und einzusetzen, dass verschiedenste Dienstgütern (QoS) sichergestellt werden können. Die Dienstgüte ist abhängig von Faktoren wie der Antwortzeit, dem Durchsatz, der Erreichbarkeit oder der Sicherheit. Um komplexen Benutzererwartungen zu entsprechen, muss das System die Möglichkeit bieten, Ressourcentypen neu einzuteilen, mit dem Ziel, dass der Nutzen des zusammengesetzten Systems entscheidend größer ist als die Summe seiner Bestandteile.

Volunteer Computing

Geprägt wurde der Begriff *Volunteer Computing* von Luis F. G. Sarmenta, der im Jahr 1996 am MIT Laboratory for Computer Science ein Projekt namens Bayanihan [Sar98] zur Erforschung und Entwicklung des freiwilligen Rechnens (Volunteer Computing) durch Nutzen von Java konzipierte und entwickelte. Bayanihan ermöglicht es, allein durch den Besuch einer Webseite mit einem Java-fähigen Web-Browser an einer großen parallelen Berechnung teilzunehmen.

Das Volunteer Computing ist eine Form des Metacomputing, welche sich darauf fokussiert, die Einfachheit, mit der Menschen ihre Rechner als Teil eines Metacomputers einsetzen, zu maximieren. Im Gegensatz zu anderen Formen des Metacomputing soll die Möglichkeit zur einfachen Bereitstellung von ungenutzter Rechenleistung so einfach wie möglich ohne komplexe Einrichtungsanforderungen und -schritte, welche gewöhnliche Personen ohne spezielle IT-Kenntnisse von der Ressourcenbereitstellung abhalten würden, erfolgen. Dadurch, dass es Computernutzern auf diese Weise erlaubt wird, ihre ungenutzte Rechenleistung beizusteuern, ermöglicht das Volunteer Computing das zu

Nutze machen von Rechenleistung von tausenden oder sogar millionen weltweit verteilten Computern in sehr geringer Zeit. [Sar01]

Das Volunteer Computing weist viele Gemeinsamkeiten zum Grid Computing auf, wie z.B. die weltweite Verteilung der Ressourcen und das aus der Ressourcenbündelung resultierende große Potenzial. Allerdings existieren wesentliche Unterschiede, welche es vom Grid Computing abgrenzen [And07]. Währenddessen Ressourcen beim Grid Computing von Organisationen, wie beispielsweise Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Universitäten, sowohl von Anbieterseite als auch von Nutzerseite gleichermaßen geteilt und kostenpflichtig genutzt werden, erfolgt die Bereitstellung von Rechenressourcen beim Volunteer Computing von gewöhnlichen Personen und die Nutzung ohne monetäre Kosten für die Ressourcennutzung. Deshalb ist es wichtig, dass Middleware für das Volunteer Computing leicht zu installieren ist und keine besonderen Anforderungen an Hardware, Betriebssystem und den Benutzer stellt. Besondere Sicherheitsaspekte und Fehlverhalten von Teilnehmern, wie Hackerangriffe und die Rückgabe falscher Ergebnisse zur Generierung von Punkten (engl.: „Credits“) für nicht geleistete Rechenarbeit, werden berücksichtigt und können durch redundantes Berechnen erkannt und behandelt werden. Da Firewalls beim Volunteer Computing den direkten Zugriff auf Rechner verhindern, ist es erforderlich, dass die Rechenressourcen selbst für die Rückmeldung von Bearbeitungsergebnissen und die periodische Nachfrage nach neuen Aufgabenpaketen zuständig sind. Wobei hingegen beim Grid Computing ein Direktzugriff auf die Ressourcen erfolgt und sowohl Ressourcenverwaltung als auch Aufgabenteilung vom Grid-Server ausgehen. Das Volunteer Computing ist auf Freiwilligkeit angewiesen, d.h. Wissenschaftler können die Ressourcen nicht anfordern bzw. kaufen, sondern müssen die Öffentlichkeit davon überzeugen, dass ihre Forschung sinnvoll ist. [And04]

Für das Volunteer Computing werden Middleware-Systeme eingesetzt. Sie stellen die Infrastruktur für das verteilte Rechnen zur Verfügung und sind für die Verwaltung und Vergabe von Aufgabenpaketen und Credits für die korrekte Bearbeitung dieser Pakete verantwortlich. In den Anfängen des Volunteer Computing entstanden mehrere einzelne Projekte, die ihre eigene Middleware anboten. Damit waren verschiedene Probleme verbunden: Sollten mehrere Projekte unterstützt werden, war die Installation mehrerer Client-Programme erforderlich. Daraus folgte, dass die Zuordnung der Rechenleistung zu den einzelnen Programmen bzw. Projekten schwierig war. Gab es Zeiten, in denen ein Projekt keine Arbeitspakete anbieten konnte, verwaltete die Middleware ungenutzte Ressourcen. Diese wesentlichen Probleme machten die Entwicklung und den Einsatz einer standardisierten Middleware für Volunteer Computing-Projekte erforderlich.

2.3.2 BOINC als Middleware für Volunteer Computing

Für die einheitliche Nutzung mehrerer Volunteer Computing-Projekte wurde am *Space Sciences Laboratory* der *University of California* in Berkeley die *Berkeley Open Infrastructure for Network Computing* (BOINC)-Middleware entwickelt. Ursprünglich wurde die Middleware von Forschern des SETI@Home-Projekts (Search for extraterrestrial intelligence at home) [ACK02] zur Suche nach außerirdischer Intelligenz entworfen. Seit Ende 2003 steht BOINC unter der *GNU General Public License* und stellt eine Open Source-Plattform für die Nutzung öffentlich verteilter Rechenressourcen dar.

Es gibt eine Vielzahl von Volunteer Computing-Projekten, die zurzeit aktiv sind, und einige, die bereits abgeschlossen sind. Derzeit wird BOINC von mehr als 70 Projekten¹³ als Middleware eingesetzt. Im Anhang sind in Tabelle A.1 die zehn meistunterstützten Projekte basierend auf BOINC mit den jeweiligen Teilnehmerzahlen und den bereitgestellten Rechnerinstanzen aufgeführt.

Ziele von BOINC

BOINC wurde entwickelt, um das Volunteer Computing für beide Seiten, sowohl für Forschungseinrichtungen als auch für die Teilnehmer, die Rechenleistung bereitstellen möchten, so einfach wie möglich zu gestalten. Dazu sind in BOINC folgende Ziele realisiert [And04]:

- *Reduktion der Eintrittsbarrieren zum Rechnen mit öffentlichen Ressourcen („Reduce the barriers of entry to public-resource computing“)*: Mit Hilfe von BOINC ist es Forschern möglich mit geringen Computerkenntnissen und einer Einarbeitungszeit von einer Woche ein Volunteer Computing-Projekt zum Rechnen mit öffentlichen Ressourcen aufzusetzen und mit einem Wartungsaufwand von einer Stunde pro Woche zu betreiben. Der Server für ein BOINC-Projekt kann aus einer Maschine bestehen und lässt sich vollständig unter Verwendung von Open Source-Software konfigurieren und betreiben. Des Weiteren macht die einfache Installation der Client-Software und die automatische Anpassung an die Anforderungen des Rechners die freiwillige Bereitstellung ungenutzter Rechenleistung aus Teilnehmersicht so leicht wie möglich.
- *Gemeinsame Nutzung von Ressourcen zwischen autonomen Projekten („Share resources among autonomous projects“)*: BOINC-basierte Projekte sind eigenständig, d.h. die Projekte werden nicht zentral autorisiert oder registriert. Jedes Projekt läuft

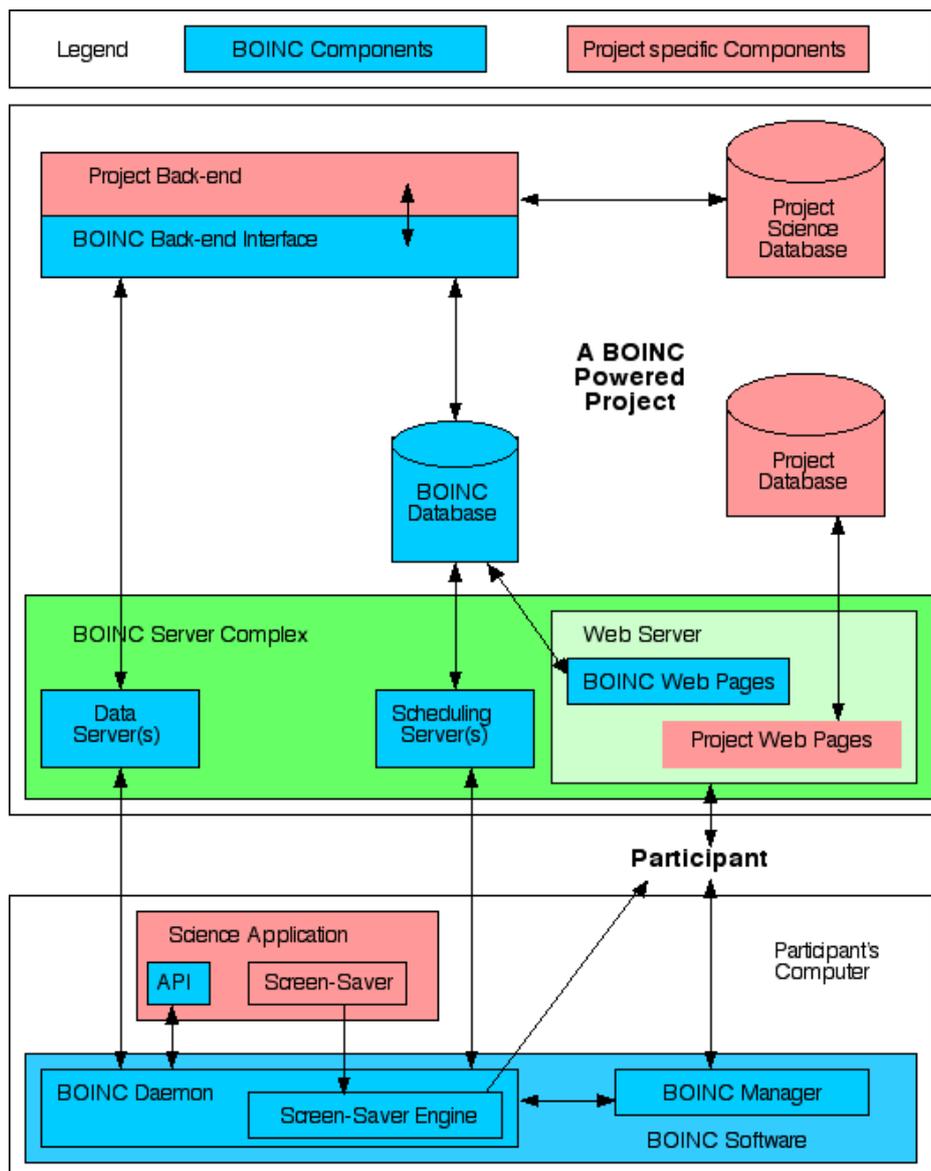
¹³ Vgl. Tervooren, M.: Boinc all project statistics - Distributed computing statistics, 2009, <http://www.allprojectstats.com/> (2009-07-09)

auf seinem eigenen Server und arbeitet komplett für sich allein. Gleichwohl, können Computer-Nutzer nahtlos an verschiedenen Projekten gleichzeitig teilnehmen und für jedes Projekt selbst festlegen, wie viel Rechenleistung und Speicherplatz jedes einzelne verwenden darf. Dadurch, dass mehrere Projekte parallel unterstützt werden, wird die Ressourcenbeanspruchung effizient verteilt: Während ein Projekt kurzzeitig aus Wartungsgründen geschlossen wurde, erben andere Projekte temporär seine Rechenleistung. Oder, ein Projekt beansprucht die CPU, währenddessen zur selben Zeit ein anderes Projekt Daten über das Netzwerk transferiert.

- *Unterstützung unterschiedlichster Anwendungen („Support diverse applications“):* BOINC ermöglicht den Einsatz verschiedenster Anwendungen. Flexible und skalierbare Mechanismen werden angeboten, um Daten für die Bearbeitung einzelner Aufgabenpakete zu verteilen. Planungsalgorithmen passen sich an die Anforderungen der zur Verfügung stehenden Ressourcen an. Bestehende Anwendungen laufen als BOINC-Anwendung mit leichten oder keinen Anpassungen. Eine Anwendung kann aus verschiedenen Dateien bestehen. Ein Projekt kann aus einer oder mehreren Anwendungen bestehen und die Menge der Anwendungen ist über die Zeit veränderbar. Anwendungsaktualisierungen lassen sich problemlos durchführen.
- *Belohnung der Teilnehmer („Reward participants“):* Volunteer Computing-Projekte müssen Anreize schaffen, um Teilnehmer anzuziehen bzw. zu halten. Der Hauptanreiz für viele Teilnehmer sind *Credits* (Punkte). Sie stellen einen numerischen Wert für die geleistete bzw. zur Verfügung gestellte Rechenleistung dar. Je mehr Credits ein Teilnehmer besitzt, desto aktiver und wertvoller ist dieser für das jeweilige Volunteer Computing-Projekt. BOINC bietet ein Punktesystem, das die Nutzung der Ressourcen für jedes Projekt widerspiegelt. Die Vergleichbarkeit der Punktesysteme einzelner Projekte über mehrere hinweg ist durch die gemeinsame Nutzung der BOINC-Middleware gegeben. Das Punktesystem ist sehr resistent gegenüber Täuschungsversuchen von Teilnehmern, die Credits für falsche Ergebnisse bzw. nicht geleistete Rechenleistung erzeugen wollen. Zusätzlich ermöglicht BOINC die Darstellung von Visualisierungsgrafiken in Form von Bildschirmschonern, welche die Anwender über den Fortschritt der Berechnung informiert und darüber hinaus die Bindung der Teilnehmer an ein Projekt erhöht.

Architektur und Funktionsweise von BOINC

Die BOINC-Middleware ist eine Client-Server-Architektur. In Abbildung 2.5 sind die server- und clientseitigen Komponenten der BOINC-Architektur dargestellt. Komponenten, die vom BOINC-Standard bereitgestellt werden, sind blau markiert. Die rot eingefärbten Komponenten sind projektspezifisch und lassen sich anpassen bzw. konfigurieren.



Quelle: Unofficial BOINC Wiki (Hrsg): BOINC System, 2006,
http://www.boinc-wiki.info/BOINC_System (2009-07-10).

Abbildung 2.5: BOINC-Systemarchitektur

Die für die Berechnung notwendigen Daten und Aufgaben werden auf Anfrage des BOINC-Clients, koordiniert durch die/den *Scheduling Server(s)*, in sog. Work Units (WU) vom *Data Server* auf den Rechner geladen. Nach Verarbeitung der Daten in der

Science Application, dessen Ausführung vom *BOINC Daemon* gesteuert wird, werden die Resultate an den BOINC-Server zurückgesendet. Der *BOINC Daemon* lässt sich über die grafische Benutzerschnittstelle (*BOINC Managers*) konfigurieren. Je nach Detaillierung der Projektimplementierung und der Konfiguration des BOINC-Clients wird die Berechnung durch die Bildschirmschoner-Komponente gestartet bzw. angehalten und grafisch visualisiert oder dauerhaft durchgeführt.

Die Dauer der Bearbeitung einer WU variiert abhängig vom Projekt zwischen wenigen Minuten und mehreren Monaten. Eine WU besitzt eine festgelegte maximale Bearbeitungszeit, die angibt bis zu welchem Zeitpunkt die Bearbeitung der WU im BOINC-Client abgeschlossen sein muss. Verstreicht diese Frist, geht der BOINC-Server davon aus, dass der Rechnerknoten nicht mehr verfügbar ist, und verteilt die WU an einen neuen Rechnerknoten. Um die Validität des Ergebnisses sicherzustellen, wird eine WU von mindestens zwei Rechnerknoten redundant bearbeitet, bevor das Resultat vom *Back-end* dauerhaft in der *Project Science Database* gespeichert wird und die Vergabe der Credits erfolgt.

Die Informationen zum Projektverlauf und über die Teilnehmer werden in der *BOINC Database* gespeichert und lassen sich über die Projektseite, die vom *Web Server* bereitgestellt wird, einsehen.

Relevanz des BOINC-Punktesystems

In Hinblick auf die in dieser Arbeit entwickelte Facebook-Applikation stellt die Verwendung des Punktesystems, welches von BOINC angeboten wird, nicht nur einen Anreiz dar, Rechenleistung verschiedenen Projekten zur Verfügung zu stellen, sondern auch die Nutzung der Facebook-Applikation zu ermöglichen und letztendlich das Viral Marketing zur Verbreitung der Werbebotschaft zu unterstützen.

3 Beispiele von Social Networking Services und Volunteer Computing

In diesem Kapitel werden aufbauend auf Kapitel 2 das Volunteer Computing-Projekt WCG und die SNS Facebook vorgestellt. Es wird auf die Möglichkeit der Applikationsentwicklung in Facebook mit Hilfe der Facebook API eingegangen. Des Weiteren wird gezeigt, wie eine Integration von Daten aus dem WCG erfolgen kann und somit durch die Verknüpfung zu Nutzerprofilen in Facebook eine benutzerspezifische Applikation entsteht. Das Kapitel endet mit einer kurzen Betrachtung des Viral Marketings im Zusammenhang mit Facebook.

3.1 Das World Community Grid als Beispiel für Volunteer Computing

Das World Community Grid (WCG) ist ein umfangreiches auf BOINC-basierendes Volunteer Computing-Projekt gesponsert und gegründet von IBMs *Corporate Citizenship & Corporate Affairs* [Re08, AnRe09]. Unterstützt von derzeit mehr als 465.000 Freiwilligen, die im Durchschnitt täglich ca. 146 Jahre an Verarbeitungszeit parallel beitragen, wurde seit dem Launch im November 2004 eine Rechenzeit von mehr als 260.000 Jahren erreicht.¹⁴ Gegenwärtig wird eine durchschnittliche Rechenleistung von 306 Tera-Floating Point Operations Per Second (FLOPS)¹⁵ von mehr als 1,3 Mio.¹⁴ registrierten Computern produziert. Insgesamt wurden mehr als 302 Mio. WUs abgeschlossen, wobei durchschnittlich für die Generierung eines Rechenresultats eine Bearbeitungszeit von 7½ Stunden Prozessor-Zeit benötigt wurde.¹⁴

Im Gegensatz zu anderen Volunteer Computing-Projekten, die sich jeweils der Erforschung eines bestimmten Forschungsgebietes widmen, vereint das WCG mehrere Unterprojekte, welche humanitäre Forschungsprojekte unterstützen. Seit Ende 2004 bis heute wurden insgesamt 14 Projekte aufgesetzt, von denen 6 bereits abgeschlossen sind. In Tabelle 3.1 sind nachfolgend die Projekte des WCG aufgeführt:

Tabelle 3.1: Forschungsprojekte des World Community Grids

Projekt	Beginn	Ende	Abgeschlossen
Human Proteome Folding Project	11. November 2004	18. Juli 2006	Ja
FightAIDS@Home	21. November 2005	-	Nein
Human Proteome Folding - Phase 2	23. Juni 2006	-	Nein
Help Defeat Cancer	20. Juli 2006	April 2007	Ja

¹⁴ Vgl. WCG (Hrsg.): World Community Grid: Global Statistics, 2009, <http://www.worldcommunitygrid.org/stat/viewGlobal.do> (2009-07-27).

¹⁵ BOINCStats/BAM! (Hrsg): World Community Grid - Credit Overview, http://boincstats.com/stats/project_graph.php?pr=wcg (2009-07-27).

Fiocruz Genome Comparison	21. November 2006	21. Juli 2007	Ja
Help Cure Muscular Dystrophy	19. Dezember 2006	Juni 2007	Ja
Discovering Dengue Drugs - Together	21. August 2007	August 2009	Ja
AfricanClimate@Home	03. September 2007	Juni 2008	Ja
Help Conquer Cancer	06. November 2007	-	Nein
Nutritious Rice for the World	12. Mai 2008	-	Nein
The Clean Energy Project	05. Dezember 2008	-	Nein
Help Fight Childhood Cancer	16. März 2009	-	Nein
Influenza Antiviral Drug Search	05. Mai 2009	-	Nein
Help Cure Muscular Dystrophy - Phase 2	13. Mai 2009	-	Nein

Um die Projekte des WCG zu unterstützen, ist sowohl die Registrierung eines WCG-Benutzerkontos als auch die Installation und Nutzung des BOINC-Client erforderlich. Im Login-Bereich ist die Möglichkeit gegeben, auszuwählen, welche WCG-Projekte unterstützt und im BOINC-Client bearbeitet werden sollen. Werden mehrere Rechnerinstanzen mit einem Benutzerkonto verknüpft, ist der Nutzer in Lage, diese durch das Anlegen von *Device Profiles* zu konfigurieren, so dass z.B. eine Rechnerinstanz ausschließlich für die Bearbeitung eines Projekts eingesetzt wird. Des Weiteren ist es möglich, einem Team beizutreten, wodurch die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Gruppe ausgedrückt werden kann. Teams bieten zusätzlich die Möglichkeit, an verschiedenen Wettbewerben, sog. *Challenges*, zwischen verschiedenen Teams teilzunehmen, in denen es darum geht, so viele Punkte bzw. Resultate wie möglich in einem gewissen Zeitraum zu erzeugen. Verschiedene sowohl öffentliche als auch geschlossene ausschließlich für den Benutzer einsehbare Informationen und Statistiken werden angeboten. In Statistiken zu Benutzern und Teams können u.a. die zur Verfügung gestellte Rechenzeit, Punkte und die Anzahl erfolgreich zurückgelieferter Resultate eingesehen werden. Nach dem Erreichen bestimmter Bearbeitungszeitstufen, welche zwischen zwei Wochen und zwei Jahren liegen, werden *Project Badges* (Projektabzeichen) mit dem Logo des jeweiligen Projekts vergeben. Die Hintergrundfarbe der *Project Badges* gibt dabei die Dauer der Projektunterstützung an.

Extraktion von Daten des World Community Grids

Die in dieser Arbeit entwickelte Facebook-Applikation erfordert es, Daten aus dem WCG zu extrahieren, um eine Verknüpfung zum WCG herzustellen. Um Daten wie z.B. Statistiken, Nutzer- und Projektinformationen vom WCG in eine Web-Anwendung zu integrieren, bietet das WCG die Darstellungsmöglichkeit der auf den Internetseiten dargestellten Daten in einer *Extensible Markup Language (XML)*-Repräsentation.

In Abbildung 3.1 ist beispielhaft ein Teil der Übersichtsseite der globalen Statistiken des WCG, wie sie im Browser angezeigt wird, zu sehen. Die Seite enthält Navigations-elemente, auf der rechten Seite eine Werbeleiste und im Hauptbereich die Tabellen, welche die relevanten Daten enthalten.

Global Statistics	
Statistics Last Updated: 27.07.09 12:06:03 (UTC) [6 hour(s) ago]	
Totals:	
Members	465,487
Devices	1,319,184
Total Run Time	260,102 years
Points Generated	129,816,599,204
Results Returned	302,527,669
Averages:	
Run Time Per Calendar Day (y:d:h:m:s)	146:286:11:02:10
Run Time Per Result (y:d:h:m:s)	0:000:07:31:54
Points Per Hour of Run Time	56.97
Points Per Calendar Day	73,259,931.83
Points Per Result	429.11
Results Per Calendar Day	170,726.68
Yesterday:	
Total Run Time (y:d:h:m:s)	247:121:19:40:22
Points Generated	200,933,229
Results Returned	388,066

Quelle: Vgl. WCG (Hrsg): World Community Grid - Global Stats, 2009, <http://www.worldcommunitygrid.org/stat/viewGlobal.do> (2009-07-27).

Abbildung 3.1: HTML-Repräsentation der globalen Statistiken des WCG

Diese Darstellung erschwert die Gewinnung der benötigten Informationen, da eine Analyse der Dokumentstruktur erforderlich wäre, um die genaue Position der Daten im Dokument zu finden. Durch Hinzufügen des Parameters `xml=true` zum *Uniform Resource Locator (URL)* der Webseite wird vom Web-Server ein strukturiertes XML-Dokument mit den wesentlichen Daten der Seite generiert:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<GlobalStatistics>
  <LastUpdated>2009-07-27T12:06:03</LastUpdated>
  <StatisticsTotals>
    <TotalMembers>465487</TotalMembers>
    <TotalDevices>1319184</TotalDevices>
    <RunTime>8202598862391</RunTime>
    <Points>129816599204</Points>
    <Results>302527669</Results>
  </StatisticsTotals>
  <StatisticsAverages>
    <RunTimePerDay>4629006130</RunTimePerDay>
    <RunTimePerResult>27114</RunTimePerResult>
```

```

    <PointsPerHourRunTime>56.974596094800006</PointsPerHourRunTime>
    <PointsPerDay>7.325993183069977E7</PointsPerDay>
    <PointsPerResult>429.106533075492</PointsPerResult>
    <ResultsPerDay>170726.67550790068</ResultsPerDay>
  </StatisticsAverages>
  <DailyStatisticsTotals>
    <Date>2009-07-26</Date>
    <RunTime>7799917222</RunTime>
    <Points>200933229</Points>
    <Results>388066</Results>
  </DailyStatisticsTotals>
  <ResourceList>
    <Resource>
      <Url>http://www.worldcommunitygrid.org/stat/viewGlobal
History.do?xml=true</Url>
      <Description>Global Statistics History</Description>
    </Resource>
  </ResourceList>
</GlobalStatistics>

```

Mit Hilfe eines XML-Parsers ist es möglich, die in den XML-Tags enthaltenen Daten weiterzuverarbeiten und so die Integration der Daten in der Implementierung der Facebook-Applikation zu realisieren.

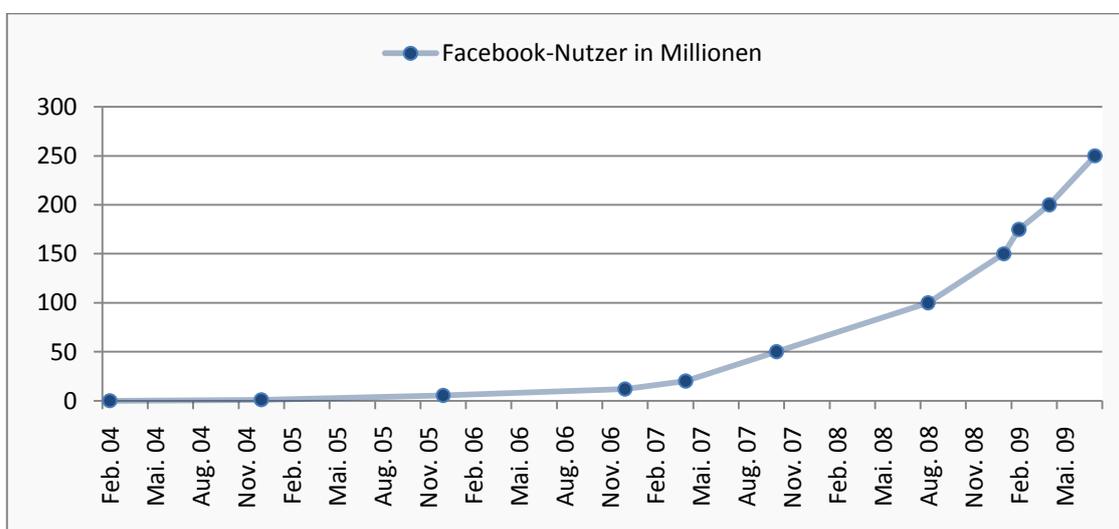
Nutzerverifikation ohne Herausgabe eines Passworts

Das WCG-Mitgliedskonto wird in der entwickelten Facebook-Applikation mit einem Facebook-Benutzerkonto verknüpft. Dies erfolgt unter Angabe des WCG-Benutzernamens. Um sicherzustellen, dass kein beliebiger Benutzername, welcher beispielsweise einen hohen *Credit* aufweist, aber nicht dem Facebook-Nutzer gehört, angegeben wird, ist eine Nutzerverifikation erforderlich. Das WCG stellt dazu einen *Verification Code* bereit. Der *Verification Code* ist ein privater, persönlicher Code, der vor allem dazu genutzt wird, die Mitgliedschaft zu einem WCG-Team zu überprüfen. Es gibt Teams, die ihre Mitglieder dafür belohnen, dass dem jeweiligen Team Rechenleistung beige-steuert wird. Teams sind mit Hilfe des *Verification Codes* in der Lage, die Statistiken ihrer Mitglieder einzusehen, ohne dass eine Passwortherausgabe erfolgen muss.

Um eine Nutzerüberprüfung durchzuführen, sind der Benutzername und der *Verification Code*, der vom Nutzer in seinen Profileinstellungen abgelesen werden kann, notwendig. Eine Web-Anfrage an die URL <http://www.worldcommunitygrid.org/verifyMember.do?name=MEMBERNAME&code=VERIFICATIONCODE> liefert ein XML-Dokument zurück, das nach erfolgreicher Überprüfung Nutzer- und Teaminformationen bzw. bei Misserfolg entsprechende Fehlermeldungen enthält.

3.2 Facebook als Beispiel von Social Networking Services

Facebook ist eine SNS, die von Mark Zuckerberg, einem Studenten der Harvard Universität, im Februar 2004 entwickelt wurde, und anfangs nur für Harvard-Studenten die Möglichkeit bot, ihre sozialen Netzwerke abzubilden und die Kommunikation zwischen den Studenten zu vereinfachen. Im Jahr 2005 wurde Facebook für alle Studenten in den USA frei zugänglich gemacht. Die Öffnung für Studenten ausländischer Hochschulen erfolgte im September 2006. Schließlich wurde der Dienst seit 2007 für nicht-akademische Nutzer geöffnet, um das Wachstum der Nutzung von Facebook nicht aufzuhalten und um ein größeres Nutzerspektrum zu erzielen. Inzwischen besitzt Facebook mehr als 250 Mio. aktive Nutzer [Zu09] (Vgl. Abbildung 3.2).



Quelle: Vgl. Facebook (Hrsg.): Timeline | Facebook, 2009, <http://www.facebook.com/press/info.php?timeline> (2009-06-06).

Abbildung 3.2: Entwicklung der Nutzerzahlen von Facebook

Facebook war lange die weltweit zweitgrößte SNS hinter MySpace. Da Facebook allerdings die SNS mit dem stärksten Wachstum [Sch08] ist, konnte Facebook Mitte 2008 MySpace überholen [Arr08] und stellt seitdem weltweit und seit Mitte 2009 auch in den USA [Par09] die größte SNS dar.

Dies liegt mitunter daran, dass die Attraktivität von Facebook durch die Möglichkeit, Anwendungen in Facebook zu entwickeln, gesteigert wurde und es Facebook-Nutzern so ermöglicht, miteinander zu interagieren. Facebook bietet dazu ein *Application Programming Interface (API)*, mit welcher es möglich ist, Webseiten im Umfeld von Facebook zu erstellen, auf benutzerbezogene Facebook-Daten über eine Anfragesprache ähnlich der für Datenbanken entworfenen *Structured Query Language (SQL)* zuzugreifen und mit Technologien wie *Asynchronous JavaScript and XML (AJAX)* oder Flash-Objekten im SWF-Format, dynamische und interaktive Szenarien zu entwickeln.

3.2.1 Anwendungsentwicklung in Facebook

*Facebook API*¹⁶

Die Facebook API nutzt ein *Representational State Transfer (REST)*-Interface, um auf verschiedenste Bestandteile und Informationen von Facebook wie z.B. Profilen, Nutzerlisten, Fotos, etc. zuzugreifen, und diese gegebenenfalls zu verändern. Das Konzept von REST wurde von Roy Fielding geprägt und beschreibt einen Architekturstil zum zustandslosen Zugriff auf Ressourcen über einen spezifischen *Uniform Resource Identifier (URI)* [Fi00]. Facebook API-Methodenaufrufe erfolgen über das Internet, indem GET- oder POST-Anfragen über das *Hypertext Transfer Protocol (HTTP)* an den *Facebook API REST-Server* gestellt werden.

Aufgrund der Verwendung des REST-Interfaces ist für die Anwendungsentwicklung in Facebook der Einsatz jeder Programmiersprache möglich, welche in der Lage ist, über HTTP mit dem REST-Server zu kommunizieren. Facebook bietet eine Reihe von offiziellen, von Facebook entwickelten, und inoffiziellen, von der Facebook-Entwickler-Community erstellten, *Client Libraries* für verschiedene Programmiersprachen.¹⁷ Die in dieser Arbeit entwickelte Facebook-Applikation basiert auf der Programmiersprache *PHP Hypertext Preprocessor (PHP)*. Aus diesem Grund wird für die Implementierung die offizielle *PHP Client Library* von Facebook verwendet.

Die Facebook API-Aufrufe sind gruppiert in 26 Aktionskategorien von denen sich einige noch im Beta-Stadium befinden (Vgl. Tabelle 3.2):

Tabelle 3.2: Übersicht aller Aktionskategorien der Facebook API

API call groups	Description
facebook.admin	Provides methods used to administrate applications.
facebook.application	Provides methods to get public information about an application.
facebook.auth	Provides basic authentication checks for Facebook users
facebook.batch	Is used to run a list of individual API calls in a single batch
facebook.comments	Provides methods to access comments
facebook.connect	Provides calls used to establish connections to Facebook Connect
facebook.data	Is used to access cookies
facebook.events	Contains methods to coordinate Facebook events
facebook.fbml	Provides methods regarding FBML
facebook.feed	Provides methods to post to Facebook news feeds

¹⁶ Vgl. Facebook (Hrsg): API – Facebook Developer Wiki, 2009, <http://wiki.developers.facebook.com/index.php/API> (2009-07-25).

¹⁷ Vgl. Facebook (Hrsg): Client Libraries – Facebook Developer Wiki, 2009, http://wiki.developers.facebook.com/index.php/Client_Libraries (2009-07-25).

facebook.fql	Contains methods to evaluate FQL queries
facebook.friends	Provides methods to query Facebook for various checks on a user's friends
facebook.groups	Is used to access information for Facebook groups
facebook.intl	Provides a method to return an array of strings that are submitted for translation
facebook.links	Contains calls to manage links posted on the user's profile
facebook.liveMessage	Is used to send direct messages to a user's browser
facebook.notes	Provides methods manage notes through an application
facebook.notifications	Provides methods to send notifications to users using an application
facebook.pages	Contains methods to access information for a given page
facebook.photos	Provides methods to interact with Facebook photos
facebook.profile	Provides methods that allow to set FBML in a user's profile
facebook.sms	Contains methods to send SMS within a mobile application
facebook.status	Is used to manage the user's status
facebook.stream	Provides methods to allow for reading and creating content with a user's stream
facebook.users	Provides methods to access about users
facebook.video	Provides methods to interact with Facebook videos

*Facebook Markup Language (FBML)*¹⁸

Facebook bietet mit FBML eine Auszeichnungssprache, mit welcher sich auf einfache Weise formatierte Facebook-Elemente und Informationen in eine Facebook-Applikation, auf Profildaten und in News-Feeds integrieren lassen. Währenddessen einzelne *Hypertext Markup Language (HTML)*-Elemente von Facebook aus Sicherheitsgründen deaktiviert und automatisch im Quellcode entfernt bzw. umcodiert werden, erweitert FBML den Sprachumfang.

In XML existiert das Konzept der *Namespaces (Namensräumen)*, mit welchem es möglich ist, innerhalb eines XML-Dokumentes mehrere XML-Sprachen, die in einer *Document Type Definition (DTD)* oder einem *XML-Schema* definiert sind, zu nutzen. Um zwischen HTML- und FBML-Tags zu unterscheiden, wird in Analogie zu XML-Namespaces das Präfix fb: in FBML-Tags vorangestellt. Dadurch, dass der Quellcode vom Facebook-Server geparkt wird, empfiehlt sich bei der Anwendungsentwicklung in Facebook, statt der Nutzung von reinem HTML die Verwendung der *Extensible Hypertext Markup Language (XHTML)*, welche den Syntaxregeln von XML folgt. Facebook bietet zudem die Möglichkeit, XHTML-Dokumente unter Angabe des Namespaces in XML-Editoren gegen ein XML-Schema¹⁹ zu validieren, so dass die korrekte Verwen-

¹⁸ Vgl. Facebook (Hrsg): FBML – Facebook Developer Wiki, 2009, <http://wiki.developers.facebook.com/index.php/FBML> (2009-07-25).

¹⁹ Vgl. dazu die XML-Schema-Definition, welche die Sprachelemente von FBML definiert: Facebook (Hrsg): FBML DTD – Facebook Developer Wiki, 2009, http://wiki.developers.facebook.com/index.php/FBML_DTD (2009-07-25).

derung von FBML-Tags sichergestellt werden kann. Hinter einzelnen FBML-Tags verbirgt sich komplexer Code, der transparent beim Übersetzen der Seiten vom Facebook-Server generiert wird und den Einsatz umfangreicher HTML-Konstrukte überflüssig macht. Des Weiteren gibt es bedingte Elemente, welche die Möglichkeit bieten, Inhalte anzuzeigen, wenn eine bestimmte Bedingung erfüllt ist. Im nachfolgenden Beispiel ist zu sehen, wie der Grad der Datenfreigabe einer Facebook-Applikation überprüft werden kann:

```
<fb:if-is-app-user>
  You have authorized this application.
<fb:else>
  You have to accept the terms of service
  to use this application. Please go here:
  ...
</fb:else>
</fb:if-is-app-user>
```

FBML bietet eine Reihe von Tags, die dazu genutzt werden können, um Nutzerinformationen, Facebook-Elemente, komplexe Formularelemente und Multimedia-Inhalte in eine Facebook-Seite einzubetten. Um z.B. eine Musikdatei im MP3-Format in eine Facebook-Applikation einzubinden, wird lediglich folgende Anweisung benötigt:

```
<fb:mp3 src="http://host.com/mp3file.mp3" title="Song Name"
  artist="Song Artist" album="Album Name"/>
```

Die FBML-Anweisung wird beim Aufruf der Seite vom Facebook-Server in den entsprechenden HTML-Code, welcher ein Flash-Objekt beinhaltet, überführt und dem Nutzer im Browser, wie in Abbildung 3.3 zu sehen, in Form eines MP3-Players angezeigt:



Abbildung 3.3: FBML-Beispiel eines MP3-Players

*Facebook JavaScript (FBJS)*²⁰

Um die Bedrohung von Cross-Site Scripting (XSS)-Attacken zu minimieren, wurde ein eigenes JavaScript in Facebook für Entwickler, die JavaScript in ihren Anwendungen

²⁰ Vgl. Facebook (Hrsg): FBJS – Facebook Developer Wiki, 2009, <http://wiki.developers.facebook.com/index.php/FBJS> (2009-07-25).

verwenden wollen bzw. müssen, implementiert. Facebook reduziert den existierenden Sprachumfang von JavaScript, erweitert diesen aber gleichzeitig durch die Bereitstellung von FBJS. So ist es möglich, das Nutzererlebnis in Facebook-Anwendungen mit dynamischen Elementen anzureichern. Dadurch, dass das JavaScript durch den Sprachumfang von FBJS komplett neu aufgebaut wird, werden zugleich die verschiedenen JavaScript-Versionen unterschiedlicher Browser vereinheitlicht, so dass die Entwicklung einer Applikation in Facebook nicht browserspezifisch erfolgen muss.

Die Facebook-Plattform selbst ist eine dynamische Webseite und macht sich Mechanismen zu Nutze, die im Wesentlichen auf JavaScript basieren. Um Namenskonflikte in Funktionsaufrufen, Variablenbezeichnern und in Namen von Elementknoten in einer Facebook-Applikation mit der eigentlichen Facebook-Seite zu vermeiden, wird beim Übersetzen von FBJS-Anweisungen vor allen Bezeichnern die Applikations-ID vorangestellt. Dadurch ist sichergestellt, dass bei der Nutzung von FBJS Funktionsaufrufe und das Auslesen und Verändern von Werten nur innerhalb der Facebook-Applikation erfolgen kann.

FBJS umfasst einen umfangreichen Sprachumfang mit welchem es möglich ist, *Cascading Style Sheets (CSS)*-Formatierungen zu manipulieren, Elementknoten, die z.B. per AJAX-Request nachgeladen werden, einzufügen, zu verändern und zu entfernen, Eventlistener, die Aktionen auslösen, sobald eine Bedingung erfüllt ist, zu definieren oder das Nutzen von Facebook-Dialogboxen verschiedenster Ausprägung zu verwenden.

Folgendes Beispiel veranschaulicht, wie eine einfache Dialogbox, die dem Nutzer nach Klick auf einen Link eine Nachricht mitteilt, erstellt wird:

```
<a href="#" onclick="new Dialog().showMessage('Dialog', 'This ist the help message for this link'); return false;">Show Dialog Box</a>
```

Das Klick-Ereignis des Links ruft die showMessage-Methode einer neu erzeugten Dialog-Instanz auf. Der Browser stellt, wie in Abbildung 3.4 zu sehen, entsprechend der übergebenen Parameter eine Facebook-Dialogbox dar.

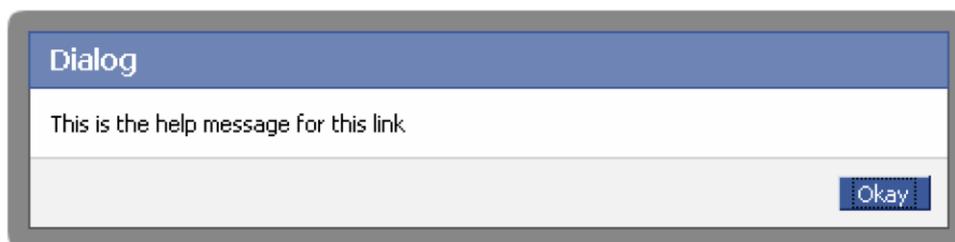


Abbildung 3.4: FBJS-Beispiel einer Dialogbox

Facebook Query Language (FQL)²¹

Mit FQL stellt Facebook eine SQL-ähnliche Anfragesprache zur Verfügung, die speziell dafür entworfen wurde, mit Facebook-Informationen zu interagieren. FQL-Ausdrücke werden von Facebook API-Methoden genutzt. Genaugenommen, sind viele der normalen API-Aufrufe Wrapper für FQL-Ausdrücke. Die Vorteile zur Verwendung von FQL anstelle von API-Aufrufen sind die *Reduktion von Bandbreiten- und Parsing-Kosten*, indem eine Selektion und Projektion auf Daten durchgeführt und somit der Umfang der zu übertragenden Daten gemindert wird, die *Reduktion von mehreren API-Aufrufen*, welche nötig wären, um an bestimmte Daten zu gelangen, und die *Nutzung einer einheitlichen konsistenten Schnittstelle*, die den Zugriff auf alle verfügbaren Informationen ermöglicht.

Entwickler, die bereits mit SQL gearbeitet haben, wird der Einstieg in FQL erleichtert, da die Syntax in Anlehnung an den SQL-Standard entwickelt wurde. Vergleichbar zu vielen SQL-Implementierungen erlaubt FQL das Nutzen von einfachen Funktionen und Operatoren in Anfragen, um mit Daten zu arbeiten. Beispiele für Funktionen sind die `now()`-Funktion zum Ermitteln der aktuellen Zeit oder Zeichenkettenfunktionen zum Verbinden von Zeichenketten, zum Erstellen von Teilzeichenketten oder zum Suchen von Teilwörtern. Als Beispiel zu Operatoren in FQL sind Boolesche Operatoren (AND, OR und NOT), Vergleichsoperatoren (`=`, `>`, `>=`, `<`, `<=`, `<>`) sowie arithmetische Operatoren (`+`, `-`, `*`, `/`) zu nennen.

Facebook erlaubt für die Abfrage von Informationen den Zugriff auf 32 einzelne FQL-Tabellen, für die je nach Nutzer unterschiedliche Zugriffsrechte auf bestimmte Daten existieren (Vgl. Tabelle 3.3):

Tabelle 3.3: Übersicht aller FQL-Tabellen in Facebook

FQL table	Description
album	Used to return information about a photo album.
application	Used to return read-only properties about an application.
comment	Used to obtain comments associated with one or more fb:comments/Feed story comment XIDs.
cookies	Used to return information about a cookie.
connection	Used to return a user's friends and the Facebook Pages to which the user is connected. These are all the entities whose streams the specified user can consume.
event	Used to return information about an event.
event_member	Used to return information about a user's status for an event.
friend	Used to determine whether two users are linked together as friends.
friend_request	Used either to determine which users have sent friend requests to the logged-in user or to

²¹ Vgl. Facebook (Hrsg): FQL – Facebook Developer Wiki, 2009, <http://wiki.developers.facebook.com/index.php/FQL> (2009-07-25).

	query whether a friend request has been sent from the logged-in user to a specific user.
friendlist	Used to return any friend lists owned by the specified user. You can run this query only when the owner is set to the logged-in user.
friendlist_member	Used to determine which users are members of a friend list. You can run this query only when the flid is owned by the logged-in user.
group	Used to return information about a group.
group_member	Used to return information about the members of a group.
link	Used to return the links the current user has posted.
metrics	Used to retrieve metrics about your application. All metrics are identified by a name, and a period over which they've been collected (e.g. one day or seven days).
note	Used to return the notes the current user has written.
page	Used to return information about a Facebook Page.
page_admin	Used to return information about the admin of a Facebook Page.
page_fan	Used to return information about the fan of a Facebook Page.
permissions	Used to return the extended permissions the current user has granted to the application.
photo	Used to return information about a photo.
photo_tag	Used to return information about a photo tag.
profile	Used to return certain (typically publicly) viewable information from a user's profile or Facebook Page that is displayed in a story. Think of this table as a parent class of the page and user tables.
standard_friend_info	Used to determine whether two users are linked together as friends.
standard_user_info	Used to return standard information about a user, for use when you need analytic information only. Don't display this information to any users.
status	Used to return one or more of a user's statuses.
stream	Used to return posts from a user's stream.
stream_filter	Used to return a filter_key that can be used to query the stream FQL table, as seen through any content filters the user has available on Facebook.
user	Used to return detailed information from a user's profile. If you need user information for analytic purposes, query the standard_user_info table instead.

Quelle: Vgl. Facebook (Hrsg): FQL Tables – Facebook Developer Wiki, 2009, http://wiki.developers.facebook.com/index.php/FQL_Tables (2009-07-25).

Um die Detaillierung der Tabellen und den Umfang der verfügbaren Informationen zu verdeutlichen, ist nachfolgend beispielhaft die User-Tabelle mit ihren 52 vorhandenen Attributen aufgeführt:

```
users(
  uid, first_name, last_name, name, pic_small, pic_big,
  pic_square, pic, affiliations, profile_update_time,
  timezone, religion, birthday, sex, hometown_location,
  meeting_sex, meeting_for, relationship_status,
  significant_other_id, political, current_location,
  activities, interests, is_app_user, music, tv, movies,
  books, quotes, about_me, hs_info, education_history,
  work_history, notes_count, wall_count, status,
```

```

    has_added_app, online_presence, locale, proxied_email,
    profile_url, email_hashes, pic_small_with_logo,
    pic_big_with_logo, pic_square_with_logo, pic_with_logo,
    allowed_restrictions, verified, profile_blurb, family,
    username, website
)

```

Als einfaches Beispiel einer FQL-Anfrage dient die Darstellung des folgenden PHP-Codes unter Nutzung eines API-Aufrufs mit Hilfe der *PHP Client Library* von Facebook:

```

$facebook->api_client->fql_query('
    SELECT name, pic
    FROM user
    WHERE uid = 1283362164
');

```

Die FQL-Anfrage selektiert den Namen und die Nutzerbild-URL des Facebook-Nutzers mit der angegebenen User-ID aus der User-Tabelle und liefert ein zweidimensionales PHP-Array, welches eine Datenreihe bestehend aus den zwei Attributwerten enthält, zurück:

```

Array (
    [0] =>
        Array (
            [name] =>
                Manuel Schmidt
            [pic] =>
                http://profile.ak.fbcdn.net/v225/1611/94/s1283362164_512.jpg
        )
    )
)

```

3.2.2 Viral Marketing in Facebook

Mit *Facebook Pages* bietet Facebook seit November 2007 die Möglichkeit, eine anpassbare Präsenz für eine Organisation, ein Produkt oder eine öffentliche Persönlichkeit zu erstellen. Es soll Unternehmen ermöglichen eine Verbraucherbasis aufzubauen, Produkte zu verkaufen, Werbekampagnen zu betreiben, Termine oder Reservierungen zu planen, Informationen zu teilen und mit Kunden zu interagieren [FB08]. Facebook Pages sind vergleichbar zu Nutzerprofilen mit dem Unterschied, dass der Focus nicht

auf die soziale Vernetzung zu Personen gelegt wird, sondern vielmehr zu Kunden und „Fans“ aus unternehmerischer Sicht. Der Inhalt einer Facebook Page ist aufgebaut wie ein Nutzerprofil und wird von Page-Administratoren verwaltet. Facebook-Nutzer können durch Klicken auf einen „Become a Fan“-Button „Fan“ einer Facebook Page werden und damit zeigen, dass sie sich mit einer Organisation, einer Band, einem Künstler, einem Produkt oder einer sogar Marke identifizieren. Aus Sicht des Viral Marketing bedeutet dies, dass Personen sich mit der Erklärung zum „Fan“ zu Marketingbotschaftern machen und als Multiplikatoren für eine Werbebotschaft werden, dadurch, dass sie Facebook-Freunde z.B. über eine Kampagne aufmerksam machen und dazu verleiten, ebenfalls „Fan“ dieser Facebook Page zu werden.

Facebook stellt in einem Insider's Guide zu Facebook Pages für Unternehmen, die Viral Marketing in Facebook betreiben wollen, fünf Punkte zur Nutzung von Facebook auf, damit virales Marketing erfolgreich ist [FB08]:

- *Unternehmen persönlicher erscheinen lassen („Make business personal“):* Facebook wird genutzt, um persönliche Informationen mit Freunden zu teilen. Je mehr der menschliche Aspekt des Unternehmens, der Produkte und der Personen gezeigt wird, desto stärker sind die Auswirkungen bei denen, die es sehen.
- *Facebook Page häufig aktualisieren („Update your Facebook Page frequently“):* Facebook ist darauf ausgerichtet, neue Informationen und die neuesten Veränderungen hervorzuheben. Je öfter neue Informationen zur Facebook Page hinzugefügt würden, desto häufiger kämen Personen auf die Seite zurück. Es ist möglich, *Updates* an die Fans zu versenden, um neue Ereignisse, spezielle Werbeaktionen, neue Produkte, Konzerte, Vorführungen oder andere Neuigkeiten bekannt machen.
- *Von den Möglichkeiten der News Feeds profitieren („Harness the power of News Feed“):* Der News Feed auf Startseiten von Nutzern informiert über Aktionen von Freunden. Erklärt sich ein Nutzer zum Fan einer Facebook Page, erscheint eine Mitteilung im News Feed seiner Freunde und lädt dazu ein, ebenfalls Fan der Seite zu werden. In diesem Fall führt dies dazu, dass die Freunde der Freunde von der Facebook Page erfahren. Es kommt zu einer kontinuierlichen Verbreitung. Der News Feed ist der Schlüssel zum viralen Verbreiten von Nachrichten über Facebook.
- *Applikationen, welche am besten zum eigenen Unternehmen passen, auswählen („Choose the applications that are best for your business“):* Eine große Auswahl freier Applikationen wurde für Unternehmen, Bands und jede andere Art von Organisation von Facebook und außenstehenden Entwicklern erstellt. Applikationen, die am besten zum Unternehmen passen, sollten in die Facebook Page integriert werden.

Beispielsweise könnte ein Restaurant eine Applikation zur Online-Reservierung auswählen, wobei hingegen eine Applikation zur Suche nach Kinostandorten für die Facebook Page eines Kinofilms sinnvoll ist, so dass die entsprechenden Informationen von Nutzern gefunden werden können, ohne dass dabei Facebook verlassen werden muss.

- *Eigene Facebook Page mit Hilfe von Facebook Ads bekannt machen („Promote your Page through Facebook Ads“):* Facebook Ads erlaubt es, basierend auf den Angaben von Alter, Geschlecht, Standort, Bildungsstatus, Beziehungsstatus und präzisen Interessen oder Schlüsselwörtern exakt die Zielgruppe zu erreichen, die auf die Facebook Page gelangen soll.

4 Konzeption und Implementierung einer Facebook-Applikation für das World Community Grid

In diesem Kapitel wird die Konzeption der Facebook-Applikation für das WCG vorgenommen. Dazu werden zunächst die Anforderungen definiert und erläutert. In der fachlichen Spezifikation werden die Features der Applikation erarbeitet und anschließend in der technischen Spezifikation die Systemarchitektur der Applikation dargestellt. Das Kapitel schließt mit der Beschreibung der Implementierung in Facebook und dem Einsatz der verwendeten Technologien.

4.1 Anforderungen an die Applikation

Die nachfolgend beschriebenen Anforderungen, die an eine Facebook-Applikation für das WCG gestellt werden, beinhalten die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Konzepte. Sie sollen das Ziel dieser Arbeit ermöglichen, das WCG mit Hilfe einer Facebook-Applikation und dem Viral Marketing bekannt zu machen.

- *Nützlichkeit:* Eine Facebook-Applikation für das WCG muss in der Lage sein, einen Mehrwert für den Nutzer zu schaffen, damit die Nutzung der Applikation erfolgt. Die Applikation soll das *Identitätsmanagement* des Nutzers in der Weise unterstützen, dass nutzerbezogene Informationen des WCG auf der Facebook-Profilseite dargestellt werden, um das Interesse für freiwillige Forschungsprojekte auszudrücken.
- *Einfachheit:* Die Installation der Applikation, also das Hinzufügen zum Benutzerkonto eines Facebook-Mitglieds und die einfache Registrierung beim WCG bei nicht vorhandener WCG-Mitgliedschaft müssen so einfach wie möglich und in wenigen Schritten erfolgen. Zudem ist es wichtig, die Applikation so zu konzipieren, dass mit wenigen Mausklicks eine einfache und übersichtliche Verwendung möglich ist.
- *Integration:* Das problemlose Verknüpfen des WCG-Benutzerkontos zum Facebook-Profil und das korrekte Anzeigen von nutzerspezifischen Daten muss gegeben sein, um zu verhindern, dass unwahre Daten, beispielsweise die eines anderen WCG-Benutzers, angezeigt werden. Dies lässt sich mit Hilfe der vom WCG angebotenen Nutzerverifikation und XML-Schnittstelle realisieren.
- *Attraktivität:* Die Applikation muss Elemente enthalten und Anreize schaffen, um den Nutzer dazu zu verleiten, die Applikation in regelmäßigen Abständen zu nutzen. Daher ist es erforderlich, dass Aktualisierungen von Informationen auf dem Facebook-Nutzerprofil automatisiert vom Nutzer ausgehen und nicht automatisch von der Applikation selbst durchgeführt werden.

- *Viralität*: Elemente, die reibungsloses und aktives Viral Marketing ermöglichen, müssen vorhanden sein, um eine erfolgreiche Verbreitung innerhalb von Facebook zu erreichen. Dies macht den Einsatz von Funktionen der *Netzwerkawareness* und des *Gemeinsamen Austauschs* in der Weise erforderlich, dass Nutzerprofil-Aktualisierungen in News Feeds von Facebook-Freunden erscheinen und die Möglichkeit gegeben ist, Einladungen zur Nutzung der Applikation an Freunde zu verschicken.

4.2 Konzeption des Datenmodells für die Datenspeicherung

Die Facebook-Applikation speichert Nutzerdaten in einer Datenbank, um die Verknüpfung zwischen Facebook und dem WCG herzustellen und die Konfiguration des Trophy Cases im Nutzerprofil festzuhalten. Zum Aufbau des Datenmodells wird ein *Entity Relationship (ER)-Modell* definiert, welches in Abbildung 4.1 zu sehen ist:

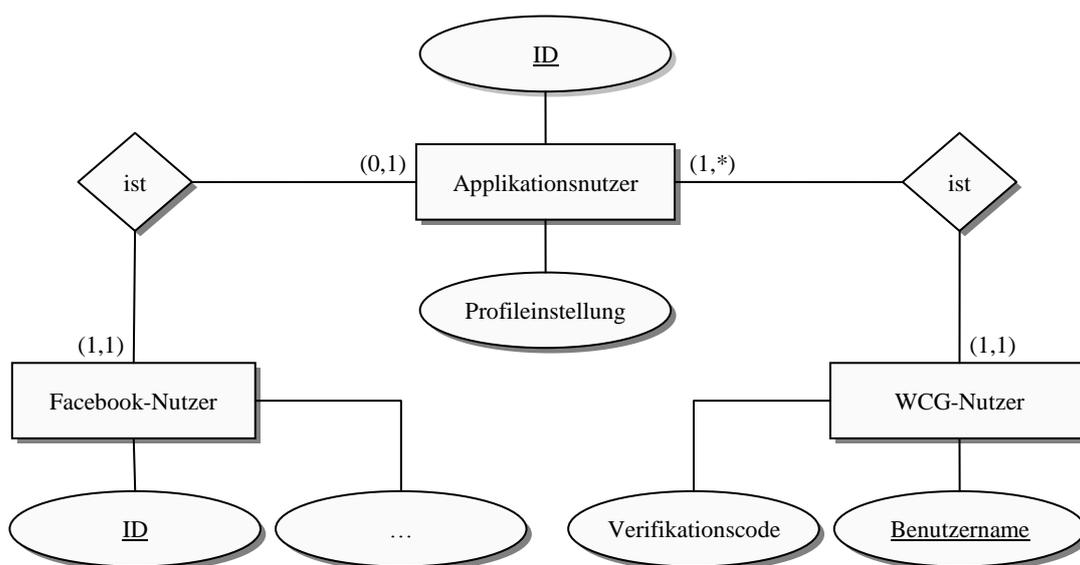


Abbildung 4.1: Entity Relationship-Modell

Das ER-Modell besteht aus den drei Entitäten Applikationsnutzer, Facebook-Nutzer und WCG-Nutzer. Die Entität Applikationsnutzer ist über eine (0,1)-zu-(1,1)-Beziehung mit der Entität Facebook-Nutzer verbunden und drückt aus, dass jeder Applikationsnutzer über genau eine Facebook-Mitgliedschaft verfügt und jeder Facebook-Nutzer entweder kein oder höchstens ein Applikationsnutzer ist. Die Entität WCG-Nutzer ist mit einer (1,1)-zu-(1,*)-Beziehung mit dem Applikationsnutzer verbunden. Das bedeutet einerseits, dass jeder Applikationsnutzer genau ein WCG-Nutzer ist, und andererseits, dass ein WCG-Nutzer durch mindestens einen oder beliebig viele Applikationsnutzer repräsentiert wird. Dies liegt daran, dass ein WCG-Mitgliedskonto von mehreren Personen, welche verschiedene Rechner bereitstellen, genutzt werden kann.

Die Entität Facebook-Nutzer besitzt das Primärschlüsselattribut ID, welches einen Facebook-Nutzer eindeutig identifiziert. Die Facebook-Nutzer-Entität entspricht der User-Tabelle von Facebook, welche über 52 Attribute²² verfügt und per FQL angefragt wird. Die Entität WCG-Nutzer enthält die Attribute Benutzername, welcher Primärschlüsseleigenschaften aufweist, und Verifikationscode. Die Datensätze dieser Tabelle sind nur dem WCG vollständig bekannt und werden in der Applikation per Nutzerabfrage ermittelt. Die Entität Applikationsnutzer verfügt über das Primärschlüsselattribut ID und das Attribut Profileinstellung, welches die Konfiguration des Nutzerprofils speichert. Das ER-Modell lässt sich in folgende Relationenschemata überführen:

```

Facebook-Nutzer = {ID, ...}
WCG-Nutzer = {Benutzername, Verifikationscode}
Applikationsnutzer = {ID, Profileinstellung}
FN ist AN = {Facebook-Nutzer.ID, Applikationsnutzer.ID}
WN ist AN = {WCG-Nutzer.Benutzername, Applikationsnutzer.ID}

```

Die vier zuletzt aufgeführten Relationenschemata können zur Vereinfachung unter Verlust der Schlüsseleigenschaft des WCG-Benutzernamens und Entfernen der Applikationsnutzer-ID zu folgendem Relationenschema zusammengefasst werden:

```

WCG-Applikationsnutzer = {Facebook-Nutzer.ID, Benutzername,
                          Verifikationscode, Profileinstellung}

```

Das neu entstandene Relationenschema besteht aus dem Fremdschlüssel ID des Relationenschemas Facebook-Nutzer, dem WCG-Benutzernamen, dem Verifikationscode und der Profileinstellung. Da der WCG-Benutzername und der Verifikationscode in das Relationenschema Applikationsnutzer integriert wurden, werden diese Daten bei der Mehrfachnutzung eines WCG-Mitgliedskontos redundant gespeichert. Da dies für gewöhnlich selten erfolgt, ist der durch die redundante Speicherung zusätzlich benötigte Speicher gering. Zur weiteren Vereinfachung werden die Bezeichner des Relationenschemas und der Attribute für die Implementierung, wie nachfolgend dargestellt, in technische Namen umbenannt:

```

facebook_x_wcgrid = {fid, wcg, vcode, prf}

```

Aus diesem Relationenschema lässt sich nun eine Tabelle, welche mit folgender SQL-Anweisung erstellt wird, in einer relationalen Datenbank abbilden:

²² Vgl. dazu die User-Tabelle von Facebook im Abschnitt Anwendungsentwicklung in Facebook auf Seite 36.

```
CREATE TABLE 'facebook_x_wcgrid' (
  'fid'    int(11)      NOT NULL,
  'wcg'    varchar(50) NOT NULL,
  'vcode'  varchar(50) NOT NULL,
  'prf'    varchar(5)  NOT NULL,
  PRIMARY KEY ('fid')
)
```

Da die User-Tabelle in der Facebook-Datenbank enthalten ist, ist es nicht möglich, den Fremdschlüssel zu referenzieren. Das Attribut *fid* wird deshalb als Primärschlüssel verwendet. Dennoch ist die referentielle Integrität der Daten sichergestellt, da die Nutzer-ID innerhalb der Applikation von Facebook ermittelt wurde und somit immer eine gültige ID in die Tabelle eingefügt wird.

4.3 Konzeption der fachlichen Spezifikation

Innerhalb der fachlichen Spezifikation der Facebook-Applikation für das WCG werden Features, die Funktionen und Bestandteile der Applikation beschreiben, in Form von UML Use Case-Diagrammen dargestellt und deren Abläufe in UML-Aktivitätsdiagrammen veranschaulicht, um den Funktionsumfang der Applikation abzubilden.

In Abbildung 4.2 ist die grundlegende Interaktionsstruktur des *Nutzers* mit den einzelnen Subsystemen *Facebook*, *Facebook-Applikation* und *WCG* in einem High Level Use Case-Diagramm dargestellt. Die Subsysteme stellen Feature Sets dar, welche aus einer Menge von Features bestehen. Die Facebook-Applikation stellt eigene Features, die implementiert wurden, zur Verfügung und nutzt Features, die von Facebook und dem WCG bereitgestellt werden.

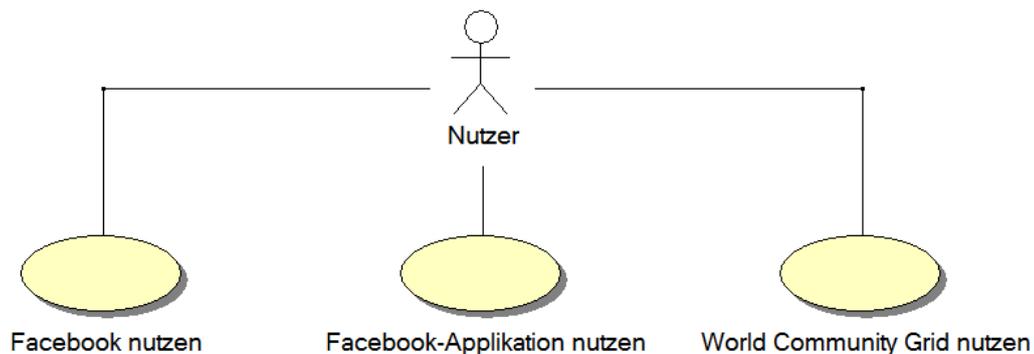


Abbildung 4.2: High Level Use Cases

Daher erfolgt die Einordnung der Features in die Feature Sets hinsichtlich der Nähe zu den Subsystemen, in denen sie ablaufen bzw. implementiert sind. In Abbildung 4.3 sind die Features mit Assoziationen, die Interaktionspfade widerspiegeln, zwischen Features und dem Nutzer in einem Use Case-Diagramm zu sehen.

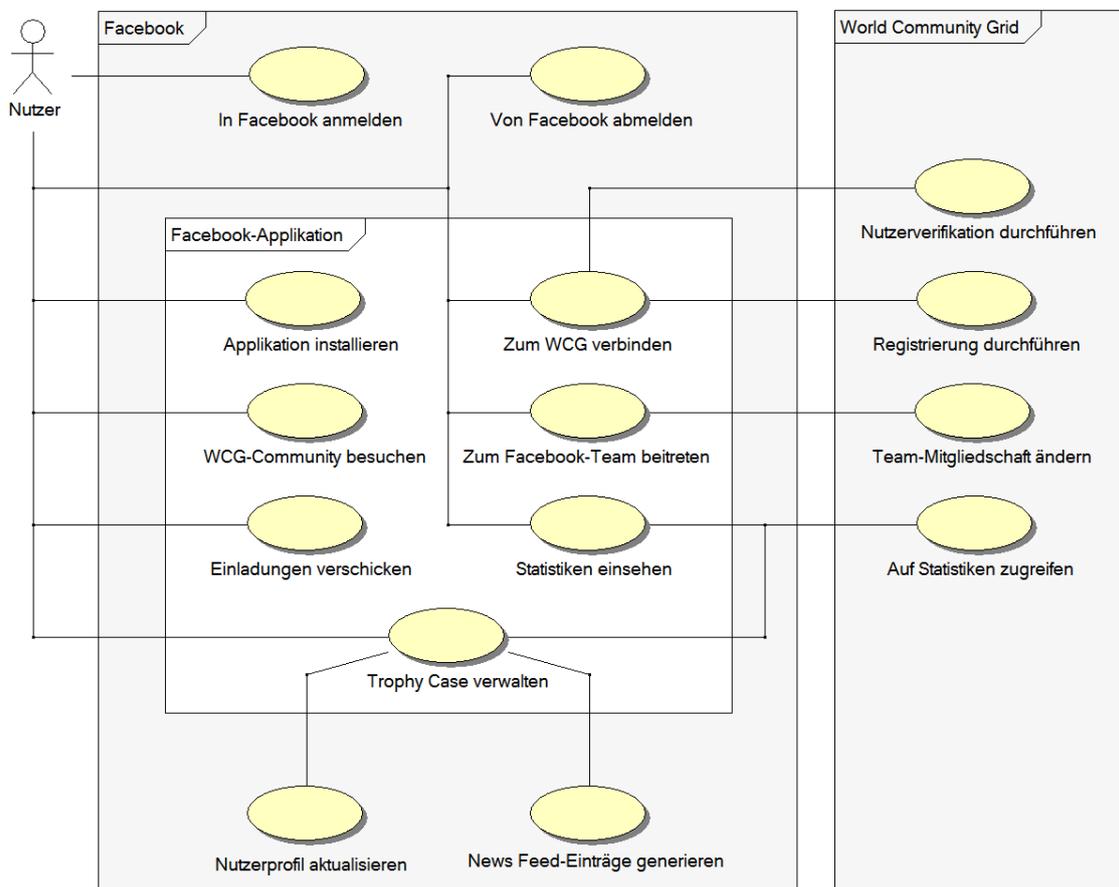


Abbildung 4.3: Feature Sets

Alle Features des Subsystems *Facebook-Applikation* sind mit dem *Nutzer* verbunden. Das Feature *Zum WCG verbinden* nutzt die Features *Nutzerverifikation durchführen* und *Registrierung durchführen* des Subsystems *WCG*. Das Feature *Zum Facebook-Team beitreten* ist mit dem *WCG*-Feature *Team-Mitgliedschaft ändern* verbunden. Das Feature *Auf Statistiken zugreifen* wird sowohl von *Statistiken einsehen* als auch von *Trophy Case verwalten* benötigt. Der Nutzer hat direkten Zugriff auf die *Facebook*-Features *In Facebook anmelden* und *Von Facebook abmelden*. Das *Trophy Case verwalten*-Feature nutzt die Features *Nutzerprofil aktualisieren* und *News Feed-Einträge generieren* des Subsystems *Facebook*.

Nachfolgend ist in Tabelle 4.1 die Einordnung der Features in die Feature Sets mit zusätzlichen Beschreibungen aufgeführt:

Tabelle 4.1: Feature Sets mit zusätzlichen Beschreibungen

Feature Set	Beschreibung																
Facebook nutzen	Das Feature Set beinhaltet alle Features, die die Funktionsweise der Facebook-Applikation aus Sicht von Facebook ermöglichen.																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Feature</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>In Facebook anmelden</td> <td>Dieses Feature stellt die Nutzeranmeldung in Facebook dar. Die Applikation kann nur genutzt werden, wenn der Nutzer in Facebook eingeloggt ist.</td> </tr> <tr> <td>Von Facebook abmelden</td> <td>Das Feature beschreibt, wie sich der Nutzer von Facebook abmeldet. Die Nutzung der Applikation wird mit dem Abmelden beendet.</td> </tr> <tr> <td>Nutzerprofil aktualisieren</td> <td>Mit diesem Feature wird der Aktualisierungsvorgang eines Nutzerprofils beschrieben.</td> </tr> <tr> <td>News Feed-Einträge generieren</td> <td>Dieses Feature beschreibt den Ablauf zur Generierung von News Feed-Einträgen in den Profilen des Nutzers und dessen Facebook-Freunde.</td> </tr> </tbody> </table>	Feature	Beschreibung	In Facebook anmelden	Dieses Feature stellt die Nutzeranmeldung in Facebook dar. Die Applikation kann nur genutzt werden, wenn der Nutzer in Facebook eingeloggt ist.	Von Facebook abmelden	Das Feature beschreibt, wie sich der Nutzer von Facebook abmeldet. Die Nutzung der Applikation wird mit dem Abmelden beendet.	Nutzerprofil aktualisieren	Mit diesem Feature wird der Aktualisierungsvorgang eines Nutzerprofils beschrieben.	News Feed-Einträge generieren	Dieses Feature beschreibt den Ablauf zur Generierung von News Feed-Einträgen in den Profilen des Nutzers und dessen Facebook-Freunde.						
Feature	Beschreibung																
In Facebook anmelden	Dieses Feature stellt die Nutzeranmeldung in Facebook dar. Die Applikation kann nur genutzt werden, wenn der Nutzer in Facebook eingeloggt ist.																
Von Facebook abmelden	Das Feature beschreibt, wie sich der Nutzer von Facebook abmeldet. Die Nutzung der Applikation wird mit dem Abmelden beendet.																
Nutzerprofil aktualisieren	Mit diesem Feature wird der Aktualisierungsvorgang eines Nutzerprofils beschrieben.																
News Feed-Einträge generieren	Dieses Feature beschreibt den Ablauf zur Generierung von News Feed-Einträgen in den Profilen des Nutzers und dessen Facebook-Freunde.																
WCG nutzen	Das Feature Set enthält alle Features, welche die Funktionsweise der Facebook-Applikation aus Sicht des WCG ermöglichen.																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Feature</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Registrierung durchführen</td> <td>Dieses Feature ist erforderlich, um eine WCG-Mitgliedschaft für den Nutzer zu erstellen, falls dieser noch keine Mitgliedschaft besitzt.</td> </tr> <tr> <td>Team-Mitgliedschaft ändern</td> <td>Dieses Feature wird benötigt, wenn der Nutzer dem Facebook-Team im WCG beitreten möchte.</td> </tr> <tr> <td>Nutzerverifikation durchführen</td> <td>Das Feature zur Nutzerverifikation beschreibt die Überprüfung der korrekten Nutzung eines WCG-Benutzernamens innerhalb der Facebook-Applikation.</td> </tr> <tr> <td>Auf Statistiken zugreifen</td> <td>Dieses Feature beschreibt, wie der Zugriff auf Statistik-Daten aus dem WCG erfolgt.</td> </tr> </tbody> </table>	Feature	Beschreibung	Registrierung durchführen	Dieses Feature ist erforderlich, um eine WCG-Mitgliedschaft für den Nutzer zu erstellen, falls dieser noch keine Mitgliedschaft besitzt.	Team-Mitgliedschaft ändern	Dieses Feature wird benötigt, wenn der Nutzer dem Facebook-Team im WCG beitreten möchte.	Nutzerverifikation durchführen	Das Feature zur Nutzerverifikation beschreibt die Überprüfung der korrekten Nutzung eines WCG-Benutzernamens innerhalb der Facebook-Applikation.	Auf Statistiken zugreifen	Dieses Feature beschreibt, wie der Zugriff auf Statistik-Daten aus dem WCG erfolgt.						
Feature	Beschreibung																
Registrierung durchführen	Dieses Feature ist erforderlich, um eine WCG-Mitgliedschaft für den Nutzer zu erstellen, falls dieser noch keine Mitgliedschaft besitzt.																
Team-Mitgliedschaft ändern	Dieses Feature wird benötigt, wenn der Nutzer dem Facebook-Team im WCG beitreten möchte.																
Nutzerverifikation durchführen	Das Feature zur Nutzerverifikation beschreibt die Überprüfung der korrekten Nutzung eines WCG-Benutzernamens innerhalb der Facebook-Applikation.																
Auf Statistiken zugreifen	Dieses Feature beschreibt, wie der Zugriff auf Statistik-Daten aus dem WCG erfolgt.																
Facebook-Applikation nutzen	In diesem Feature Set sind alle Features abgebildet, die direkt in der Facebook-Applikation implementiert sind.																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Feature</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Applikation installieren</td> <td>Dieses Feature stellt die Schritte, welche für die Installation der Facebook-Applikation notwendig sind, dar.</td> </tr> <tr> <td>WCG-Community besuchen</td> <td>Das Feature beschreibt die Vorgänge, die erfolgen, wenn die Facebook-Community des WCG in Facebook aufgerufen wird.</td> </tr> <tr> <td>Einladungen verschicken</td> <td>Der Vorgang des Versendens von Einladungen an Facebook-Freunde wird durch dieses Feature beschrieben.</td> </tr> <tr> <td>Zum WCG verbinden</td> <td>Mit diesem Feature wird beschrieben, welche Schritte erfolgen, um die Verbindung zum WCG herzustellen.</td> </tr> <tr> <td>Zum Facebook-Team beitreten</td> <td>Alle Vorgänge, die aus Nutzersicht zum Beitritt des WCG-Teams Facebook erfolgen, werden durch dieses Feature beschrieben.</td> </tr> <tr> <td>Statistiken einsehen</td> <td>Das Feature beschreibt, wie die Darstellung der WCG-Statistiken erfolgt. Dabei werden globale, nutzer- und teambezogene Statistiken angezeigt.</td> </tr> <tr> <td>Trophy Case verwalten</td> <td>Dieses Feature beschreibt die Möglichkeiten zur Verwaltung und Anpassung des Trophy Cases.</td> </tr> </tbody> </table>	Feature	Beschreibung	Applikation installieren	Dieses Feature stellt die Schritte, welche für die Installation der Facebook-Applikation notwendig sind, dar.	WCG-Community besuchen	Das Feature beschreibt die Vorgänge, die erfolgen, wenn die Facebook-Community des WCG in Facebook aufgerufen wird.	Einladungen verschicken	Der Vorgang des Versendens von Einladungen an Facebook-Freunde wird durch dieses Feature beschrieben.	Zum WCG verbinden	Mit diesem Feature wird beschrieben, welche Schritte erfolgen, um die Verbindung zum WCG herzustellen.	Zum Facebook-Team beitreten	Alle Vorgänge, die aus Nutzersicht zum Beitritt des WCG-Teams Facebook erfolgen, werden durch dieses Feature beschrieben.	Statistiken einsehen	Das Feature beschreibt, wie die Darstellung der WCG-Statistiken erfolgt. Dabei werden globale, nutzer- und teambezogene Statistiken angezeigt.	Trophy Case verwalten	Dieses Feature beschreibt die Möglichkeiten zur Verwaltung und Anpassung des Trophy Cases.
Feature	Beschreibung																
Applikation installieren	Dieses Feature stellt die Schritte, welche für die Installation der Facebook-Applikation notwendig sind, dar.																
WCG-Community besuchen	Das Feature beschreibt die Vorgänge, die erfolgen, wenn die Facebook-Community des WCG in Facebook aufgerufen wird.																
Einladungen verschicken	Der Vorgang des Versendens von Einladungen an Facebook-Freunde wird durch dieses Feature beschrieben.																
Zum WCG verbinden	Mit diesem Feature wird beschrieben, welche Schritte erfolgen, um die Verbindung zum WCG herzustellen.																
Zum Facebook-Team beitreten	Alle Vorgänge, die aus Nutzersicht zum Beitritt des WCG-Teams Facebook erfolgen, werden durch dieses Feature beschrieben.																
Statistiken einsehen	Das Feature beschreibt, wie die Darstellung der WCG-Statistiken erfolgt. Dabei werden globale, nutzer- und teambezogene Statistiken angezeigt.																
Trophy Case verwalten	Dieses Feature beschreibt die Möglichkeiten zur Verwaltung und Anpassung des Trophy Cases.																

Die einzelnen Feature Sets werden nachfolgend in Aktivitätsdiagrammen veranschaulicht. Die Ablaufprozesse der Features eines Feature Sets sind in jeweils einer Aktivität abgebildet und innerhalb der Aktivitäten durch Entscheidungsknoten voneinander getrennt. Die in Abbildung 4.3 und Tabelle 4.1 verwendeten Bezeichnungen der Features lassen sich innerhalb der Aktivitätsdiagramme an Verbindungspfeilen, welche aus Entscheidungsknoten hervorgehen, wiederfinden.

4.3.1 Nutzung von Facebook

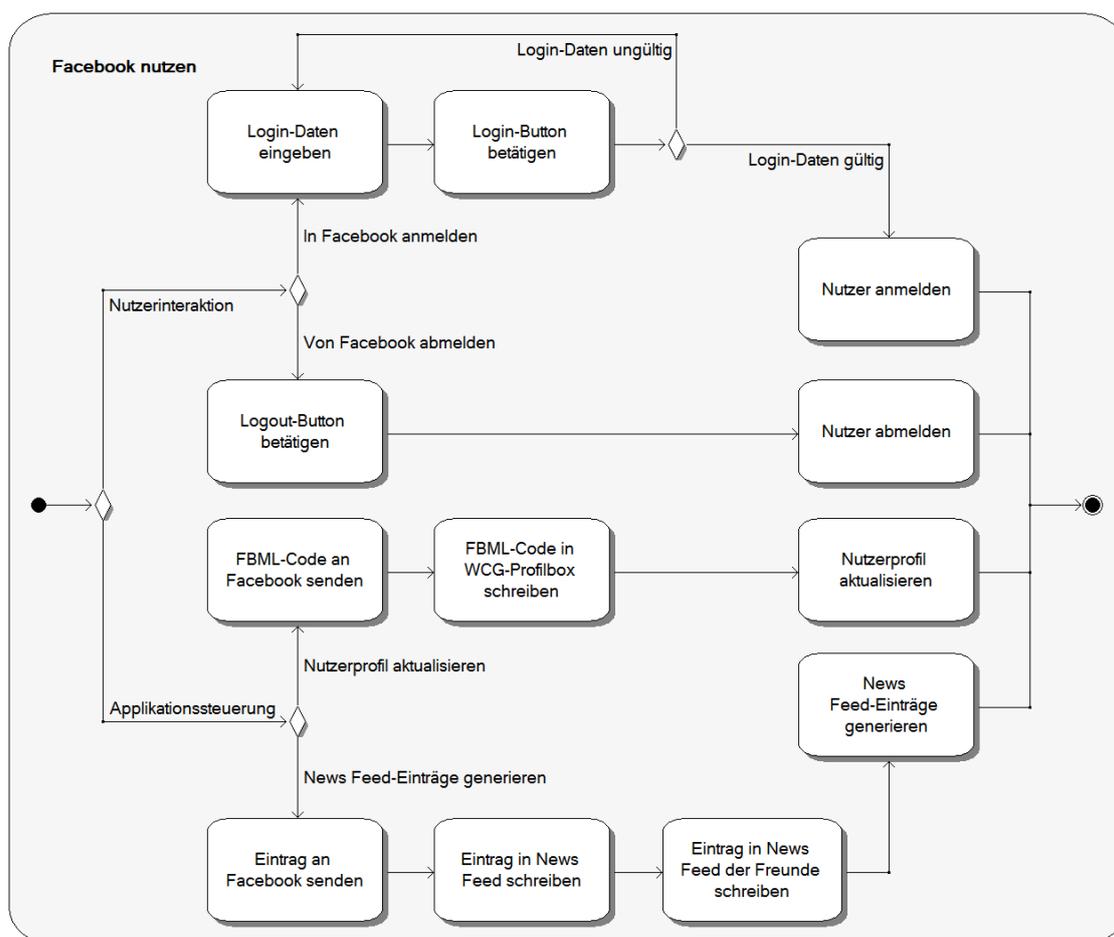


Abbildung 4.4: Aktivitätsdiagramm „Facebook nutzen“

In Abbildung 4.4 sind die vier Features *In Facebook anmelden*, *Von Facebook abmelden*, *Nutzerprofil aktualisieren* und *News Feed-Einträge generieren* in einer Aktivität dargestellt. Es werden jeweils zwei Features durch den Nutzer und die Facebook-Applikation genutzt, was durch den ersten und die darauf folgenden Entscheidungsknoten dargestellt wird.

In Facebook anmelden

In diesem Feature erfolgt die Nutzeranmeldung. Der Nutzer ist aufgefordert, seine Facebook-Login-Daten, E-Mail-Adresse und Passwort, einzugeben. Nach dem Betätigen des Login-Buttons erfolgt eine Prüfung dieser Daten. Schlägt diese Prüfung fehl, so wird der Nutzer aufgefordert, seine Daten erneut einzugeben. Andernfalls ist die Prüfung erfolgreich und der Nutzer in Facebook angemeldet. Es erfolgt eine Weiterleitung auf die Seite, die den Login angefordert hat, oder die Startseite des Nutzers. Dieses Feature muss nicht implementiert werden, da es ein Standard-Feature von Facebook ist.

Von Facebook abmelden

Dieses Feature stellt die Abmeldung des Nutzers in Facebook dar. Auf jeder Seite bietet Facebook die Möglichkeit, den Logout-Button zu betätigen und sich von Facebook abzumelden. Nach der Abmeldung wird der Nutzer auf die Facebook-Startseite weitergeleitet, auf der sich der Nutzer gegebenenfalls wieder anmelden kann. Dieses Feature muss, da es ein Standard-Facebook-Feature ist, ebenfalls nicht implementiert werden.

Nutzerprofil aktualisieren

Das Feature zum Aktualisieren des Nutzerprofils wird vom Feature *Trophy Case verwalten* des Feature Sets *Facebook-Applikation nutzen* verwendet, um Profildaten zu verändern. Da es das Nutzerprofil von Facebook-Nutzern anpasst, erfolgt eine Einordnung in das Feature Set *Facebook nutzen*.

Mit Hilfe eines Facebook API-Aufrufs werden Profildaten, die FBML-Code enthalten, an Facebook gesendet und in die Profilbox der Facebook-Applikation des Nutzerprofils geschrieben. Der Vorgang der Nutzerprofilaktualisierung lässt sich nicht vollständig z.B. als regelmäßig wiederkehrende Aufgabe automatisieren, sondern muss vom Nutzer durch einen Seitenbesuch initialisiert werden. Dies wird genutzt, um den Anreiz zu schaffen, die Applikation in regelmäßigen Abständen zu nutzen.

News Feed-Einträge generieren

Die Generierung von News Feed-Einträgen stellt für das Viral Marketing der Facebook-Applikation ein entscheidendes Feature dar, da es die Bekanntmachung der Applikation ermöglicht. Das Feature wird vom Feature *Trophy Case aktualisieren* des *Facebook nutzen*-Feature Sets genutzt.

Über einen Facebook API-Aufruf wird ein News Feed-Eintrag an Facebook gesendet und in den News Feeds auf der Profilseite des Nutzers und der Startseite der Facebook-Freunde generiert. Dieses Feature wird genutzt, um reibungsloses Viral Marketing unter Verwendung einer Funktion der *Netzwerkawareness* durchzuführen.

4.3.2 Nutzung des World Community Grids

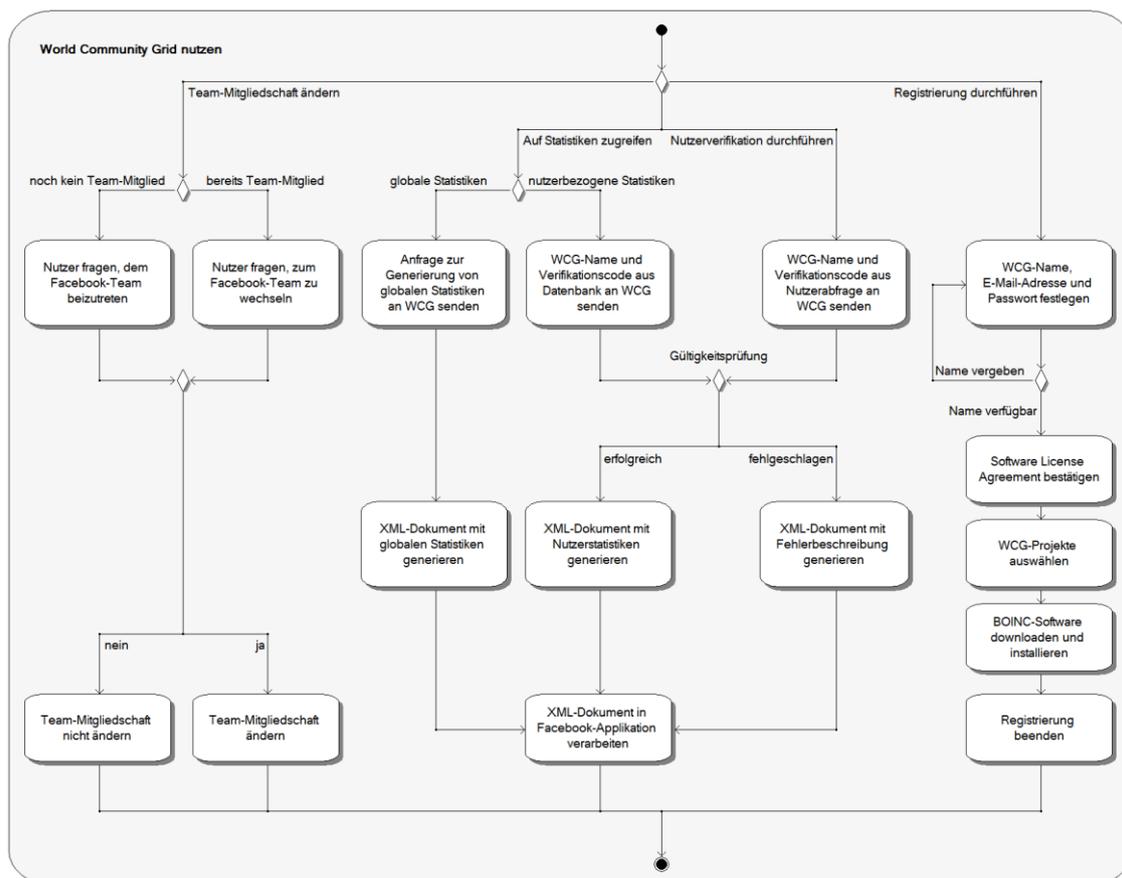


Abbildung 4.5: Aktivitätsdiagramm „World Community Grid nutzen“

Die vier Features *Registrierung durchführen*, *Team-Mitgliedschaft ändern*, *Nutzerverifikation durchführen* und *Auf Statistiken zugreifen* sind in Abbildung 4.5 im Aktivitätsdiagramm dargestellt. Im nachfolgenden wird der Ablauf der Aktivität und der darin enthaltenen Features beschrieben.

Registrierung durchführen

Für Facebook-Nutzer, die keine WCG-Mitgliedschaft besitzen, ist es für die Nutzung der Applikation erforderlich, sich beim WCG zu registrieren. Das WCG bietet keine Möglichkeit den Registrierungsvorgang außerhalb der Web-Seiten des WCG durchzuführen, so dass eine Weiterleitung auf das WCG erforderlich ist. Auf der Applikations-

startseite befindet sich eine Kurzanleitung, die die Nutzung der Facebook-Applikation beschreibt und einen Hyperlink zur Registrierung beim WCG beinhaltet. Der Hyperlink besitzt zusätzlich einen Code, der mit der Registrierung den Beitritt zum Facebook-Team im WCG bewirkt.

Der Nutzer ist aufgefordert, einen Mitgliedsnamen, eine E-Mail-Adresse und ein Passwort anzugeben. Nach einer Verfügbarkeitsprüfung, die gegebenenfalls die Angabe eines anderen Benutzernamens verlangt, ist die End User Software License Agreement zu akzeptieren. Prinzipiell ist die Registrierung damit abgeschlossen. Es erfolgt zusätzlich die Auswahl der zu unterstützenden Forschungsprojekte des WCG, gefolgt von der Möglichkeit, die BOINC-Software herunterzuladen und zu installieren.

Team-Mitgliedschaft ändern

Das Ändern der Team-Mitgliedschaft bietet dem Nutzer die Möglichkeit, dem Facebook-Team beizutreten. Nutzer, die über das Feature *Registrierung durchführen* beim WCG angemeldet wurden, sind bereits in diesem Team. Das Feature wird vom Feature *Zum Facebook-Team beitreten* innerhalb des *Facebook-Applikation nutzen*-Feature Sets aufgerufen. Es erfolgt erneut eine Weiterleitung auf die Web-Seiten des WCG, um die Änderung der Team-Mitgliedschaft zu ermöglichen.

Für dieses Feature existieren mehrere Anfangszustände. Entweder der Nutzer besitzt keine Mitgliedschaft bei einem WCG-Team oder es besteht eine Mitgliedschaft zu einem anderen Team. Dementsprechend wird der Nutzer gefragt, dem WCG-Team beizutreten oder die bestehende Team-Mitgliedschaft aufzugeben, um WCG-Team-Mitglied zu werden. Die Änderung der Team-Mitgliedschaft wird nach erfolgter Bestätigung bzw. Ablehnung vorgenommen oder bleibt unverändert.

Nutzerverifikation durchführen

Das Feature zum Durchführen der Nutzerverifikation wird genutzt, um die Integrität der angezeigten Nutzerdaten sicherzustellen, und vom Feature *Zum WCG verbinden* im Feature Set *Facebook-Applikation nutzen* aufgerufen. Der WCG-Benutzername und der Verifikationscode, die in einer Nutzerabfrage ermittelt wurden, werden in einer HTTP-Anfrage an das WCG gesendet und dort einer Gültigkeitsprüfung unterzogen. Falls diese Prüfung erfolgreich ist, wird ein XML-Dokument mit Nutzerdaten zurückgegeben. Existiert der Benutzername nicht oder ist der Verifikationscode ungültig, wird ein XML-Dokument mit einer entsprechenden Fehlermeldung erzeugt.

Auf Statistiken zugreifen

Das Feature wird beim Feature *Statistiken einsehen* des *Facebook-Applikation nutzen* Feature Sets verwendet, um auf nutzerbezogene, globale Statistiken zuzugreifen. Der Zugriff auf globale Statistiken wird mit Hilfe einer HTTP-Anfrage unter Angabe des Parameters *xml=true* an den WCG-Web-Server gestellt. Das übermittelte XML-Dokument kann anschließend verarbeitet werden. Der Zugriff auf nutzerbezogene Statistiken erfolgt analog zum Feature *Nutzerverifikation durchführen* mit der Ausnahme, dass der WCG-Benutzername und der Verifikationscode nicht erneut in einer Nutzerabfrage ermittelt werden, sondern in der Datenbank vorliegen. Da sichergestellt ist, dass der WCG-Benutzername und der Verifikationscode korrekt sind, ist die Nutzerverifikation erfolgreich und ein XML-Dokument mit Nutzerstatistiken wird zurückgegeben.

In regelmäßigen Abständen aktualisiert das WCG die Statistiken. Die Aktualisierung der Statistiken benötigt ca. eine halbe Stunde. In dieser Zeit ist es nicht möglich, Statistiken abzurufen oder eine Nutzerverifikation durchzuführen. Sowohl auf der Webseite als auch im XML-Dokument wird die Restdauer bis zum Abschluss des Aktualisierungsvorgangs angezeigt. Das XML-Dokument gibt folgendes zurück:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<unavailable>
  <time_remaining_seconds>1849</time_remaining_seconds>
</unavailable>
```

Dieser Fall ist im Aktivitätsdiagramm nicht abgebildet, da es für den Ablauf der Features nicht von entscheidender Bedeutung ist. In der Implementierung der Applikation wurde dies allerdings in Form eines Hinweises und der Anzeige der Restdauer beachtet, um den Nutzer über die vorübergehende Nichtnutzbarkeit der Applikation aufmerksam zu machen.

4.3.3 Nutzung der Facebook-Applikation

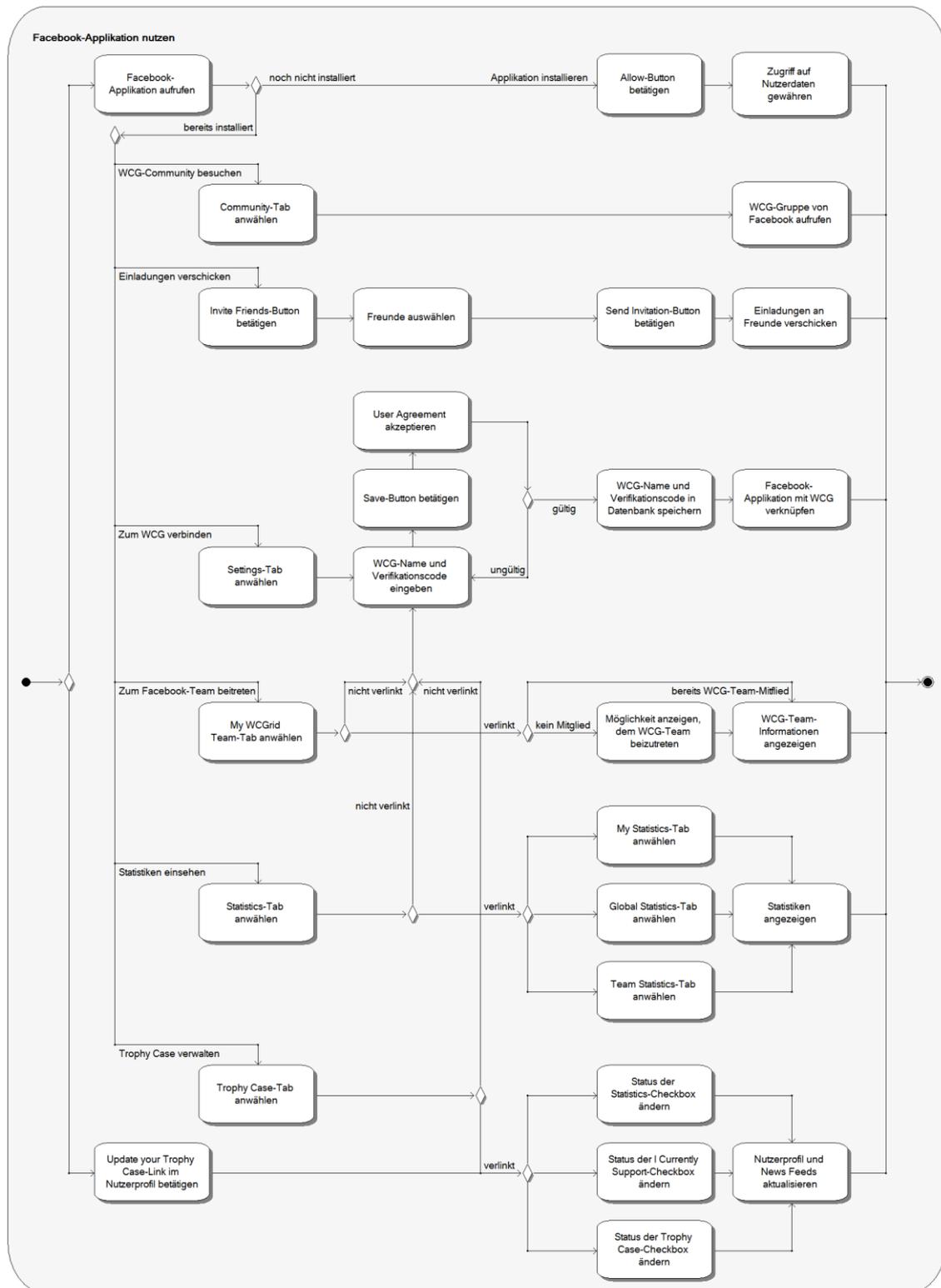


Abbildung 4.6: Aktivitätsdiagramm „Facebook-Applikation nutzen“

Im Aktivitätsdiagramm in Abbildung 4.6 ist der Ablauf der sieben Features *Applikation installieren*, *WCG-Community besuchen*, *Einladungen verschicken*, *Zum WCG verbind-*

den, Zum Facebook-Team beitreten, Statistiken einsehen und Trophy Case verwalten, die nachfolgend beschrieben werden, dargestellt.

Applikation installieren

Wird die Facebook-Applikation erstmalig gestartet, d.h., erfolgt ein Abruf der Applikations-URL <http://apps.facebook.com/worldcommunitygrid/> im Browser des Nutzers, wird eine Kurzbeschreibung der Applikation angezeigt und gefragt, ob die Applikation auf Nutzerdaten zugreifen darf. Durch Betätigen des „Allow“-Buttons wird der Datenzugriff gewährt und die Applikation ist installiert. Der Nutzer wird auf die Applikationsstartseite weitergeleitet. Dieses Feature ist ein Feature von Facebook und muss daher ebenfalls nicht implementiert werden.

WCG-Community besuchen

In Facebook gibt es eine Gruppe für das WCG mit derzeit 2825 Facebook-Nutzern²³, auf der Diskussionsforen die Möglichkeit zum gemeinsamen Austausch über das WCG bieten. Über das Navigationsmenü kann die Gruppe durch Anwählen des „Community“-Tabs (Reiter oder Register) aus der Facebook-Applikation heraus aufgerufen werden.

Einladungen verschicken

Mit Hilfe eines *Friend Selectors*, der von Facebook über FBML bereitgestellt wird, ist es möglich, mehrere Facebook-Freunde auszuwählen und Einladungen zu verschicken. Dieses Feature wird genutzt, um aktives virales Marketing unter Verwendung einer Funktion des *Gemeinsamen Austausches* zu betreiben und ist daher ein wesentlicher Bestandteil der Facebook-Applikation.

Der Nutzer betätigt den „Invite Friends“-Button. Im nächsten Schritt wird durch eine zusätzliche Funktion angezeigt, wie viele Freunde bereits mit der Applikation verbunden sind. Alle Freunde, die noch nicht die Facebook-Applikation nutzen, können über den *Friend Selector* angewählt werden und durch Drücken des „Send World Community Grid Invitation“-Buttons eine Einladung, die einen Beschreibungstext enthält, erhalten.

²³ Vgl. dazu die World Community Grid-Facebook-Gruppe auf Facebook: Facebook (Hrsg.): Facebook | World Community Grid, 2009, <http://hs.facebook.com/group.php?gid=2204825625> (2009-08-01).

Zum WCG verbinden

Das Feature beschreibt die Schritte, die erforderlich sind, um die Verbindung vom Facebook-Nutzerkonto zum WCG-Benutzerkonto herzustellen. Um zu verhindern, dass nicht irgendein WCG-Benutzername angegeben wird und damit falsche Profildaten angezeigt werden, wird das Feature *Nutzerverifikation durchführen* zum Verbinden mit dem WCG genutzt. Das Herstellen der Verbindung zum WCG ist eine Voraussetzung für die Nutzung der Applikation. Die drei nachfolgend beschriebenen Features erfordern den Zugriff auf den WCG-Benutzernamen und den Verifikationscode, die in der Datenbank gespeichert werden.

Um die Verbindung herzustellen, wechselt der Nutzer auf den „Settings“-Tab und gibt dort den WCG-Benutzernamen und den Verifikationscode, der in den Profileinstellungen auf der WCG-Webseite zu finden ist, ein. Nach Betätigen des „Save“-Buttons wird der Nutzer aufgefordert, das User Agreement, in welchem erklärt wird, dass WCG-Benutzername und Verifikationscode gespeichert werden, zu akzeptieren. Danach erfolgt die Nutzerverifikation. Sind die eingegebenen Daten ungültig, wird eine entsprechende Fehlermeldung angezeigt und der Nutzer ist aufgefordert den Vorgang zu wiederholen. Ist die Nutzerverifikation erfolgreich, werden die Daten in Verbindung mit der Facebook-User-ID für spätere Zugriffe in der Datenbank gespeichert.

Zum Facebook-Team beitreten

Das Facebook-Team im WCG wurde erstellt, um einen Anreiz für Nutzer zu schaffen, Freunde und Bekannte über Facebook zu mobilisieren, ebenfalls die Facebook-Applikation zu nutzen und somit ein starkes WCG-Team aufzubauen. Der Beitritt zum Facebook-Team ist nicht zwingend erforderlich. Es wird nur die Möglichkeit angeboten, dem Team beizutreten. Um dieses Feature nutzen zu können, ist es erforderlich, dass zuvor das WCG-Benutzerkonto mit der Applikation verbunden wurde, da die aktuelle Teamzugehörigkeit des Nutzers bekannt sein muss.

Nach Wechseln auf den „My WCGrid Team“-Tab wird geprüft, ob der WCG-Benutzername in der Datenbank vorhanden ist. Bei fehlender Verknüpfung zum WCG wird ein Hinweis angezeigt, die Applikation mit dem WCG zu verbinden. Ist der WCG-Benutzername bekannt, wird dem Nutzer eine Informationsseite, welche das Facebook-Team vorstellt, und bei nicht vorhandener Facebook-Teamzugehörigkeit, die Option dem Team beizutreten, angezeigt. Dazu wird das Feature *Team-Mitgliedschaft ändern* genutzt. Zusätzlich ist die Möglichkeit gegeben, zu den Teamstatistiken zu wechseln.

Statistiken einsehen

Das Einsehen von Statistiken des WCG hat die Aufgabe, die Nützlichkeit der Facebook-Applikation zu erhöhen. Es können Nutzerstatistiken, globale Statistiken und Teamstatistiken angezeigt werden. Zur Nutzung des Features ist aufgrund des Zugriffs auf Nutzer- und Teamstatistiken das Vorhandensein des WCG-Benutzernamens erforderlich.

Nach dem Anwählen des „Statistics“-Tabs wird bei fehlender Verknüpfung zum WCG der Hinweis angezeigt, den Benutzernamen in den Einstellungen anzugeben. Besteht die Verknüpfung, werden die Statistiken tabellarisch angezeigt und der Nutzer hat die Möglichkeit durch Bewegen der Maus über die Tabs „My Statistics“, „Global Statistics“ und „Team Statistics“ zwischen den einzelnen Statistiken zu wechseln.

Trophy Case verwalten

Der Trophy Case (Trophäenschrank) hat die Aufgabe das *Identitätsmanagement* des Nutzers zu unterstützen. Die Anzeige des Trophy Cases stellt einen wesentlichen Bestandteil der Facebook-Applikation dar, da Informationen für andere Facebook-Nutzer sichtbar gemacht werden. In einer separaten Box auf dem Profil des Nutzers können Informationen und eine virtuelle Trophäen-Sammlung, die als Belohnung für freiwillig bereitgestellte Rechenleistung an humanitäre Forschungsprojekte angesehen wird, angezeigt werden. Die Box besteht aus den drei Bereichen „Statistics“, „I Currently Support“ und „Trophy Case“:

- *Statistiken („Statistics“)*: Dieser Bereich zeigt die Anzahl der beendeten WUs und die dafür erhaltenen Credits an, sowie den Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Trophy Cases und eine Rangbezeichnung, die vergleichbar zu Dienstgraden im Militär ist und sich aus der Anzahl beendeter WUs ergibt (Vgl. Tabelle 4.2):

Tabelle 4.2: Ranking im Trophy Case

Rangbezeichnung	Deutsche Übersetzung	Benötigte WU-Anzahl
Newbie	Neuling	10
Lil' Philanthrope	Kleiner Menschenfreund	20
Activist	Aktivist	50
Student Analyst	Studentischer Analytiker	100
Analytical Master	Analytischer Meister	200
Equivocal Genius	Verdächtiges Genie	300

- *Derzeitig unterstützte Projekte („I Currently Support“)*: In diesem Bereich werden die Projekte des WCG, für die ein Project Badge vergeben wurde, angezeigt. Es exis-

tieren sechs Stufen, die durch eine andere Hintergrundfarbe dargestellt werden und sich aus der bereitgestellten Rechenzeit für ein Forschungsprojekt ergeben (Vgl. Tabelle 4.3):

Tabelle 4.3: Hintergrundfarbe von Project Badges

Hintergrundfarbe	Erforderliche Rechenzeit
Bronze	14 Tage
Silver	45 Tage
Gold	90 Tage
Ruby	180 Tage
Emerald	1 Jahr
Sapphire	2 Jahre

- *Trophäenschränk („Trophy Case“)*: Für die Anzahl abgeschlossener WUs werden Bändchen („Ribbons“) und Abzeichen verliehen und innerhalb dieses Bereichs angezeigt. Neu erhaltene Trophäen ersetzen keine zuvor bekommenen Trophäen, sondern erweitern die Sammlung (Vgl. Tabelle 4.4):

Tabelle 4.4: Vergabe von Trophäen

Anzahl beendeter WUs	Verliehene Trophäen	Abbildung
von 1 bis 10	zehn 1er-Bändchen	
von 10 bis 50	fünf 10er-Bändchen	
von 50 bis 100	zwei 50er-Bändchen	
von 100 bis 1000	zehn 100er-Abzeichen	
ab 1000	1000er-Abzeichen	

Für das Viral Marketing ist es wichtig, dass der Trophy Case vom Nutzer selbst automatisiert aktualisiert wird, da bei der Aktualisierung Neews Feed-Einträge generiert werden. Es gibt zwei Möglichkeiten, den Trophy Case zu aktualisieren. Auf dem Nutzerprofil wird in der Profilbox des Trophy Cases der Hyperlink „Update your Trophy Case“ angezeigt. Der Hyperlink leitet den Nutzer auf die Verwaltungsseite, die auch über den „Trophy Case“-Tab innerhalb der Applikation erreichbar ist, weiter. Für die Aktualisierung ist der Zugriff auf die WCG-Nutzerdaten, beendete WUs, erhaltene Credits und erzielte Project Badges, erforderlich, die mit Hilfe des Features *Auf Statistiken zugreifen* erhältlich sind. Wurde die Verknüpfung zum WCG noch nicht durchgeführt, wird der Nutzer aufgefordert, dies zu tun und den WCG-Benutzernamen anzugeben. Die Profilbox des Trophy Cases im Nutzerprofil wird mit dem Laden der Verwal-

tungsseite aktualisiert und News Feed-Einträge generiert. Auf der Verwaltungsseite hat der Nutzer die Möglichkeit durch Anwählen oder Abwählen der Checkboxes, die drei Bereiche des Trophy Cases im Nutzerprofil anzuzeigen bzw. zu verbergen. Bereiche, die keinen Inhalt enthalten, können nicht aktiviert werden. Falls die WCG-Mitgliedschaft neu erstellt wurde, wurden noch keine WUs bearbeitet, keine Project Badges vergeben und keine Trophäen verliehen. Beim Ändern des Zustands einer Checkbox wird sofort das Nutzerprofil per AJAX aktualisiert, ohne dass ein erneuter Seitenaufbau erfolgen muss, und die aktivierten Checkboxes für den nächsten Besuch der Seite in der Datenbank gespeichert. Die Botschaft „Join the World Community Grid! – See Stats and More about World Community Grid on Facebook“ im unteren Teil der Trophy Case-Profilbox soll die Besucher des Nutzerprofils dazu verleiten dem WCG beizutreten und dazu die Facebook-Applikation zu nutzen. Beim Betätigen des Hyperlinks erfolgt eine Weiterleitung auf die Applikationsstartseite, welche eine Anleitung zum Beitritt enthält.

4.3.4 Beschreibung des Seitenaufbaus

In diesem Abschnitt der Konzeption wird eine Wireframe-Definition ein und Mockup (Vorführmodell) genutzt, um den Aufbau der Applikationsseiten zu beschreiben.



Abbildung 4.7: Wireframe-Definition zur Beschreibung des Seitenaufbaus

Tabelle 4.5: Farbkodierung und Bedeutung von Wireframe-Elementen

Element Type	Element-Beschreibung	Darstellung
Fixed Element	Statisches Element (kann nicht editiert werden)	schwarz
Mandatory Element	Pflichtfeld (muss vorhanden sein)	rot
Optionales Element	Optionales Element (kann vorhanden sein)	grün
Conditional Element	Bedingtes Element (ist vorhanden, wenn eine Bedingung erfolgt ist)	gelb
Multiple Element	Mehrfach vorkommendes Element (die Kardinalität gibt an, welche untere und obere Grenze existieren)	blau

Die Applikation besteht aus sieben verschiedenen Seiten, die denselben Grundaufbau besitzen. Abbildung 4.7 veranschaulicht den Seitenaufbau in einer Wireframe-Definition. In Tabelle 4.5 ist die Farbkodierung und die Bedeutung von Wireframe-Elementen definiert. Die Seiten einer Facebook-Applikation werden in Facebook in die sog. *Canvas Page* eingebettet. Sie stellt daher den Content-Rahmen des Wireframes dar. Die Struktur des *Dashboards* und der *Tabs* wird von Facebook durch die Nutzung von FBML-Tags vorgegeben. Das *Dashboard* ist ein Mandatory Element, welches mehrere Unterelemente enthält. Innerhalb des *Dashboards* befinden sich auf der linken Seite *Action Links* und auf der rechten Seite *Help Links*. Sowohl *Action Links* wie auch *Help Links* sind Mandatory Elements, die jeweils in einem Multiple Element mit der Kardinalität *0-n* eingebunden sind, was bedeutet, dass *Action Links* bzw. *Help Links* entweder gar nicht erscheinen oder beliebig oft vorkommen. Das *Dashboard* enthält neben *Action Links* und *Help Links* die Fixed Elements *Application Logo* und *Application Name*, die sich nicht anpassen lassen. Sie dienen der Darstellung des Applikationslogos und -namens. Des Weiteren im Dashboard enthalten, ist das Optional Element *Create Button*, welches entweder angezeigt wird oder nicht. In der *Canvas Page* ist das Mandatory Element *Tabs* enthalten, welches ein Multiple Element mit der Kardinalität *0-n* besitzt. Das Multiple Element beherbergt das Mandatory Element *Tab Item*. Die Navigation der Applikation wird über das *Tabs*-Element dargestellt. Das nächste Element, das von der *Canvas Page* gehalten wird, ist das Fixed Element *Short Message*. Das Element wird über die Applikation mit einer Zufallsnachricht angezeigt und lässt sich daher auf den verschiedenen Seiten der Applikation nicht anpassen. Unterhalb des *Short Message*-Elements enthält die *Canvas Page* das Mandatory Element *Info Pane*, das wiederum die zwei Mandatory Elements *Page Titel* und *Page Description* beinhaltet. Darunter befindet sich in der *Canvas Page* die *Content Pane*, die durch ein Mandatory Element repräsentiert wird und den Inhalt auf den verschiedenen Applikationsseiten enthält.

In Abbildung 4.8 ist exemplarisch der in der Wireframe-Definition in Abbildung 4.7 beschriebene Aufbau einer Applikationsseite am Beispiel der Startseite der Applikation dargestellt. Die Startseite besitzt wie jede Applikationsseite am rechten oberen Rand die

Help Links „Website“, „About“ und „Help“, welche den Nutzer zur WCG-Startseite, zur Applikationsbeschreibungsseite und zur WCG-Hilfeseite weiterleiten. Darunter wird rechtsbündig von Facebook das WCG-Logo als *Application Logo* und die Bezeichnung der Applikation „World Community Grid“ als *Application Name* angezeigt. Rechts davon wird der *Create Button* „Invite Friends“ positioniert. Die Navigation zwischen den einzelnen Seiten erfolgt über die Navigationsleiste, die aus den *Tab Items* „Home“, „FAQ“, „Statistics“, „Trophy Case“, „My WCGrid Team“, „Settings“ und „Community“ besteht. Der aktive Tab einer Seite ist hervorgehoben und verdeutlicht, welche Seite gerade angezeigt wird. Unterhalb der Navigationsleiste befindet sich die Kurznachrichtenleiste, die zufällig bei jedem Seitenaufruf eine andere Mitteilung anzeigt. In der *Info Pane* erfolgt die Darstellung des Seitentitels und der Beschreibung zur angezeigten Seite. In der grau hinterlegten Content Pane der Inhalt einer jeden Seite angezeigt. Die Startseite enthält z.B. eine Kurzbeschreibung zu Nutzung der Applikation und einen „Sign Up“-Button, der zur Registrierung eines WCG-Benutzerkontos weiterleitet.



Abbildung 4.8: Startseite als Beispiel einer Applikationsseite

4.4 Konzeption der technischen Spezifikation

Die technische Spezifikation wird genutzt, um die Architektur der Applikation darzustellen. Sie gliedert sich in eine funktionale und eine operationale Beschreibung.

4.4.1 Funktionale Architektur

In der funktionalen Architekturbeschreibung werden die Systeme, die verwendet werden, in einem *System Context Diagram* aufgeführt, die Architektur in einem 5-Schichtenmodell dargestellt und die Verbindung der einzelnen Komponenten in *UML Component Diagrams* beschrieben.

Kontextdiagramm

In Abbildung 4.9 ist das Kontextdiagramm der Applikation dargestellt. Es wird verwendet, um die Systemumgebung zu modellieren, und bildet die Außenbeziehungen des Systems ab. Im Zentrum des Kontextdiagramms befindet sich der Prozess *Benutzen der WCG-Applikation*, der als Kreis dargestellt wird. Die mit dem System interagierenden Komponenten werden als Rechtecke gekennzeichnet und sind über Pfeile, die Datenflüsse repräsentieren, mit dem Prozess verbunden. Die Komponenten Facebook und WCG werden über Schnittstellen in das System integriert. Der Web-Browser stellt das System, dessen Daten auf dem Web-Server abgelegt sind, graphisch dar, so dass der Nutzer mit dem System interagieren kann.

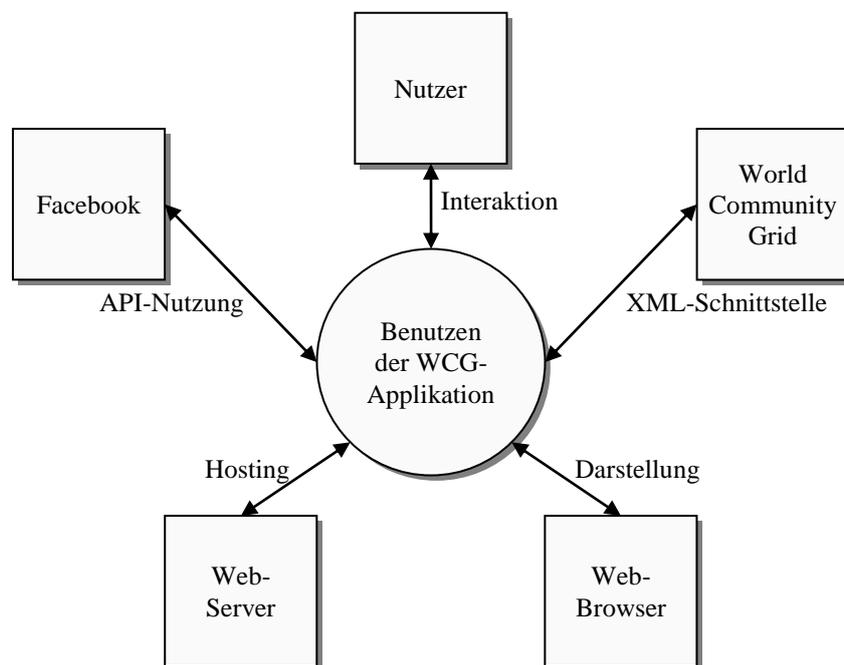


Abbildung 4.9: System Context Diagram

Architekturübersicht

In der Architekturübersicht in Abbildung 4.10 sind die Bestandteile der Architektur in fünf Schichten dargestellt. Die Präsentationsschicht stellt die externe Ebene dar. In die-

ser Schicht werden dem Nutzer, der die zwei Rollen *Facebook User* und *WCG User* einnimmt, individuelle Benutzersichten durch den Web-Browser bereitgestellt. Die Dienstschicht grenzt die dargestellten Anwendungen von den Clients ab und kapselt die Geschäftslogik. Zusätzlich ist die Zugriffskontrolle enthalten, welche die Anfragen der Clients steuert und überwacht. Die nächste Schicht schließt die Geschäftslogik, welche die Verarbeitung von Daten in den einzelnen Systemen repräsentiert, ein. In der Integrationsschicht sind die Schnittstellen, welche den Datenaustausch zwischen den Systemen ermöglichen, aufgeführt. Die Datenschicht enthält die Datenbanken aller Einzelsysteme und repräsentiert die physische Schicht der Datenhaltung. Da der exakte Aufbau der Architektur von Facebook und vom WCG nicht bekannt ist, sind in dieser Architekturübersicht nur Bestandteile aufgeführt, die für die Konzeption der Facebook-Applikation maßgeblich und von Bedeutung sind.

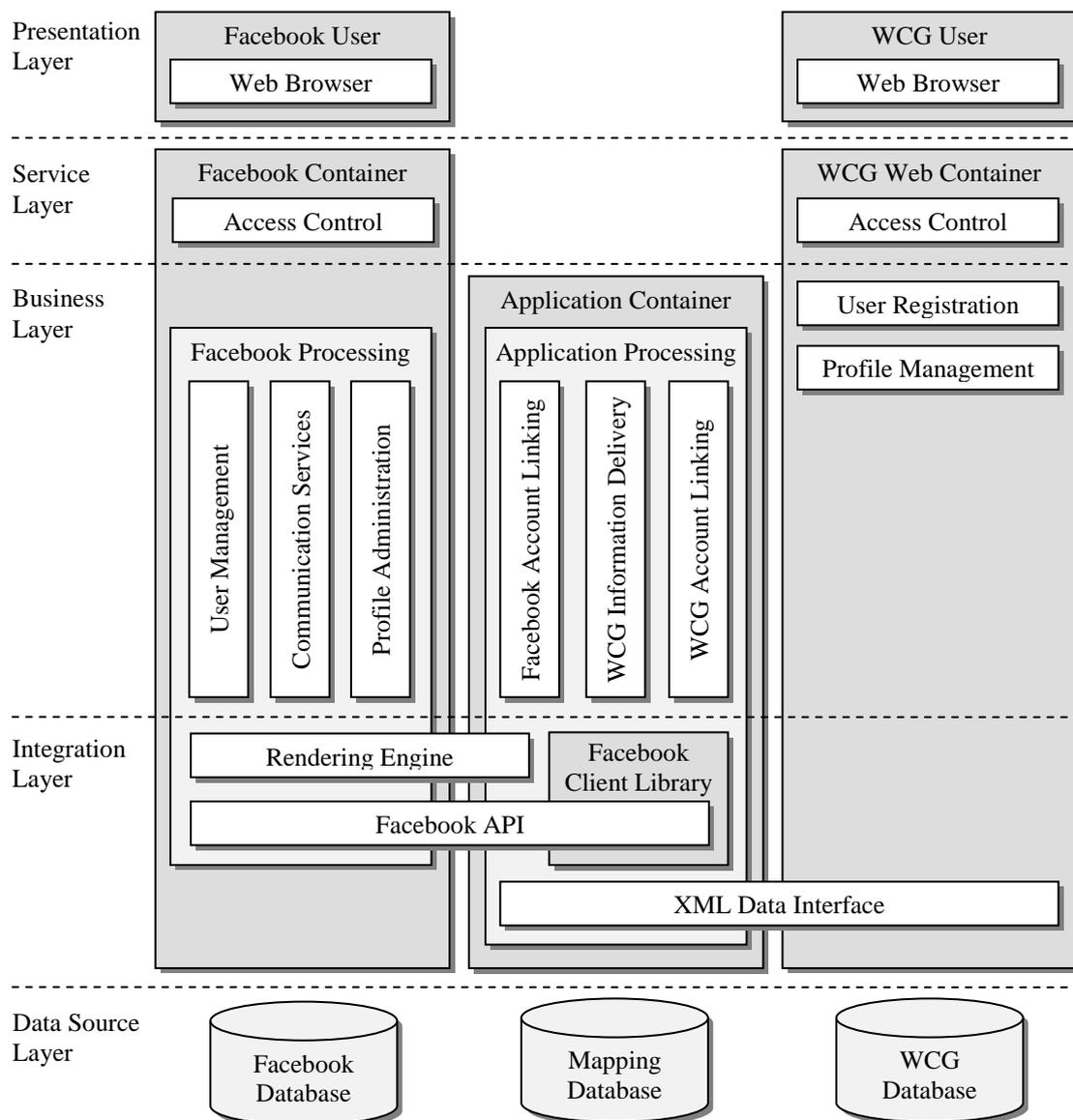


Abbildung 4.10: Architecture Overview

Komponentenmodelle

Um die Verbindung der Komponenten auf der höchsten Abstraktionsebene zu verdeutlichen, ist nachfolgend in Abbildung 4.11 das *High Level Component Model* aufgeführt:

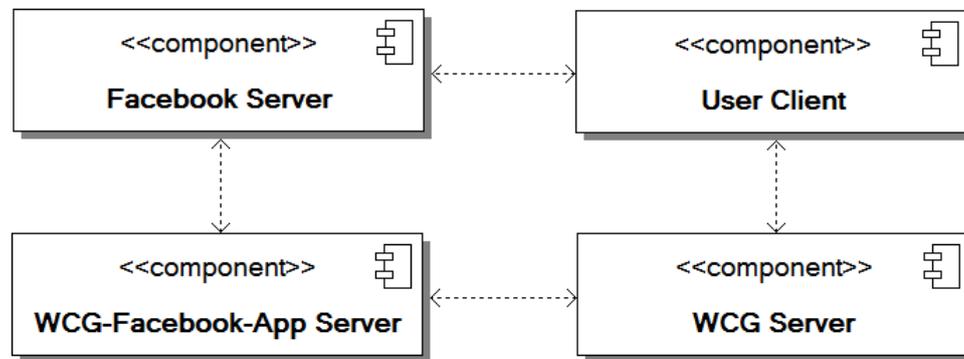


Abbildung 4.11: High Level Component Model

Die Komponenten *Client PC* und *WCG-Facebook-App Server* sind direkt mit den Komponenten *Facebook Server* und *WCG Server* in jeweils beide Richtungen miteinander verbunden. Es existieren keine direkten Verbindungen zwischen dem *Facebook Server* und dem *WCG Server* sowie zwischen dem *User Client* und dem *WCG-Facebook-App Server*.

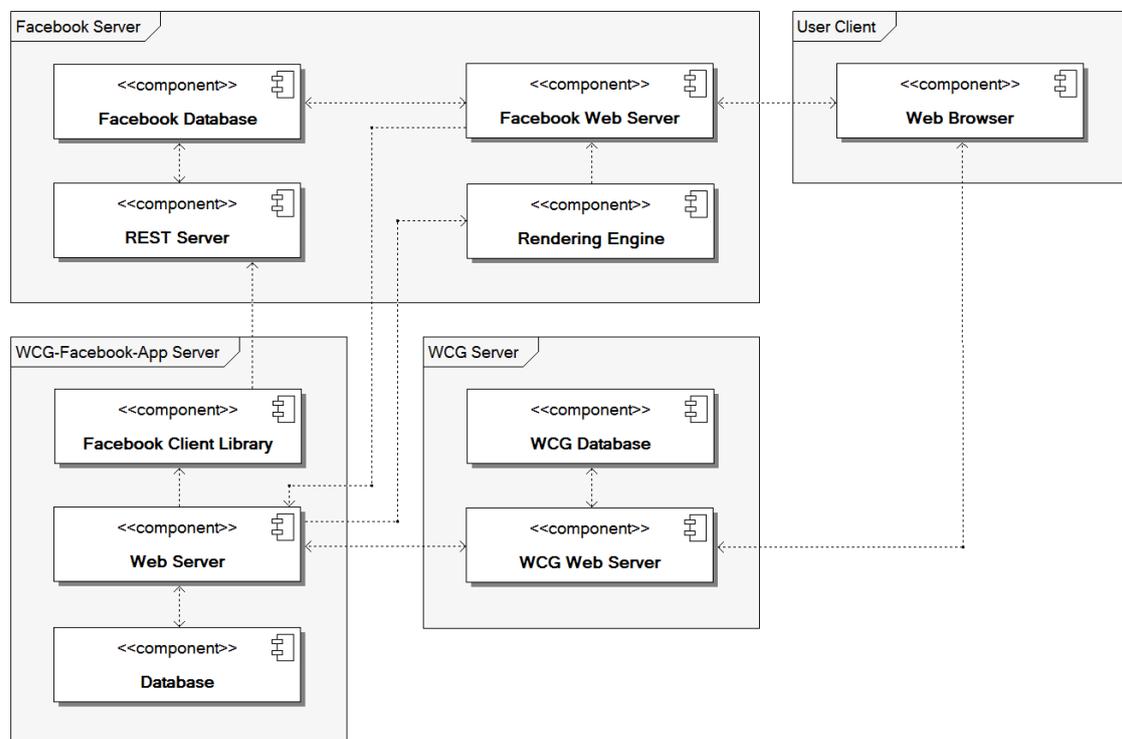


Abbildung 4.12: Detailed Component Model

Im detaillierten Komponentenmodell in Abbildung 4.12 sind die verschiedenen Komponenten weiter in Einzelkomponenten aufgeschlüsselt. Der *User Client* enthält die Komponente *Web Browser*, die mit den *Web Server*-Komponenten des *Facebook Servers* und des *WCG Servers* in beide Richtungen verbunden sind. Der *Web Server*, welcher im *WCG-Facebook-App Server* enthalten ist, hat eine Verbindung, die vom Facebook Web Server ausgeht, und steht beidseitig mit dem *WCG Web Server* in Verbindung. Zudem besitzt der *Web Server* eine Verbindung zur Komponente *Rendering Engine*, welche wiederum auf den *Facebook Web Server* gerichtet ist. Zusätzlich ist der *Web Server* über die *Facebook Client Library* mit dem *REST Server* verbunden. Jede *Web Server*-Komponente besitzt ihre eigene *Database*-Komponente. Die *Facebook Database*-Komponente ist außerdem mit dem *REST Server* verbunden.

4.4.2 Operationale Architektur

In der operationalen Architekturbeschreibung wird die Definition eines Betriebsmodells (*Operational Model*) vorgenommen. Das Modell wird genutzt, um den Aufbau des Netzwerks, der zugehörigen Peripherie, der Middleware und der Anwendungssysteme zu beschreiben und besteht aus den drei Ebenen *Conceptual Level*, *Specification Level* und *Physical Level*. Auf die Darstellung der physischen Ebene des Betriebsmodells wird in dieser Arbeit aufgrund der Abstraktion und der fehlenden Relevanz verzichtet.

Conceptual Level of Operational Model (COM)

Das COM beschreibt das Betriebsmodell auf der konzeptuellen Ebene. Auf dieser Ebene wird der Fokus auf die zu verwendenden Knoten, Schnittstellen und Protokolle gelegt und die Netzwerkstruktur bestehend aus Knoten und Verbindungen veranschaulicht. In Abbildung 4.13 ist das COM für die Facebook-Applikation des WCG in einem Komponentendiagramm dargestellt. Die Elemente, welche als Knoten abgebildet sind, die genutzten Protokolle sowie die Ports für Datenaustausch werden gezeigt, um die Kommunikation zwischen den Clients und den Servern aufzuzeigen. Es wird zudem dargestellt, auf welchen Knoten Anwendungen laufen und Daten hinterlegt sind.

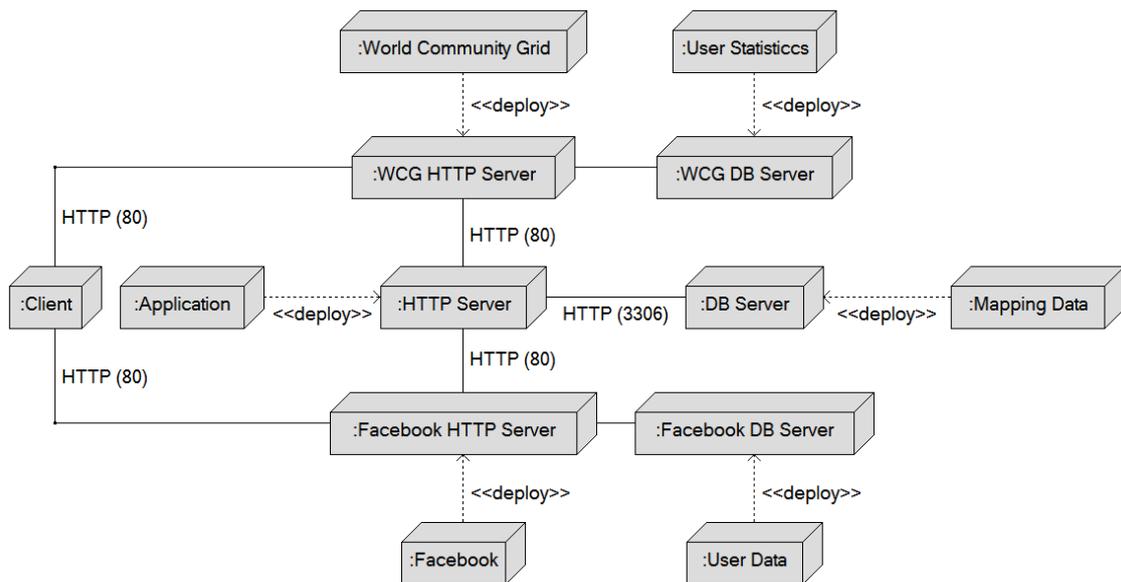


Abbildung 4.13: Conceptual Operational Model

Die Facebook-Applikation läuft auf einem HTTP-Server, welcher über einen Datenbank-Server den Zugriff auf die Mapping-Datentabelle erlaubt. Der Client besitzt über das HTTP-Protokoll Zugang zu Facebook und zum WCG. Nutzerdaten von Facebook sind im Facebook-Datenbank-Server hinterlegt. Gleichermäßen werden Nutzerstatistiken im Datenbank-Server vom WCG vorgehalten. Für die weitere Betrachtung des Betriebsmodells auf der nächsten Ebene sind der HTTP- und der Datenbank-Server relevant.

Specification Level of Operational Model (SOM)

Das SOM enthält eine detaillierte Spezifikation des Systems und des zugrunde liegenden Netzwerks. Für die Knoten des COM werden *Deployment Units* definiert, welche die Verwendung der ausführbaren Softwareartefakte und der Konfigurationsdateien beschreiben. In Abbildung 4.14 sind die *Deployment Units* des SOM, welche für die Ausführung der Facebook-Applikation des WCG erforderlich sind, und die Server, auf welchen sie angewendet werden, veranschaulicht. Zur besseren Unterscheidung von ausführbaren Programmen und Datendateien wurden verschiedene *Deployment Units*, die mit unterschiedlichen Grauwerten hinterlegt sind, verwendet.

Auf dem HTTP-Server werden der *Apache HTTP-Server*, die Skriptsprache *PHP*, die *Facebook PHP Client Library* sowie die Dateien zur Ausführung der WCG-Applikation eingesetzt. Eine Anpassung des HTTP-Servers lässt sich über die Konfigurationsdateien *http.conf*, *vhost.conf* und *php.ini* vornehmen. Im HTTP-Server werden zudem Log-Dateien, welche den Status des Servers protokollieren, erstellt. Der Datenbank-Server

verwendet *MySQL* als relationale Datenbank und nutzt den Standard-Port 3306 von MySQL, um mit dem HTTP-Server zu kommunizieren. Mit Hilfe von Konfigurationsdateien lässt sich der Datenbank-Server anpassen. Die MySQL-Datenbank speichert *Mapping-Daten*, um die Verknüpfung von Facebook und dem WCG in der Facebook-Applikation zu ermöglichen.

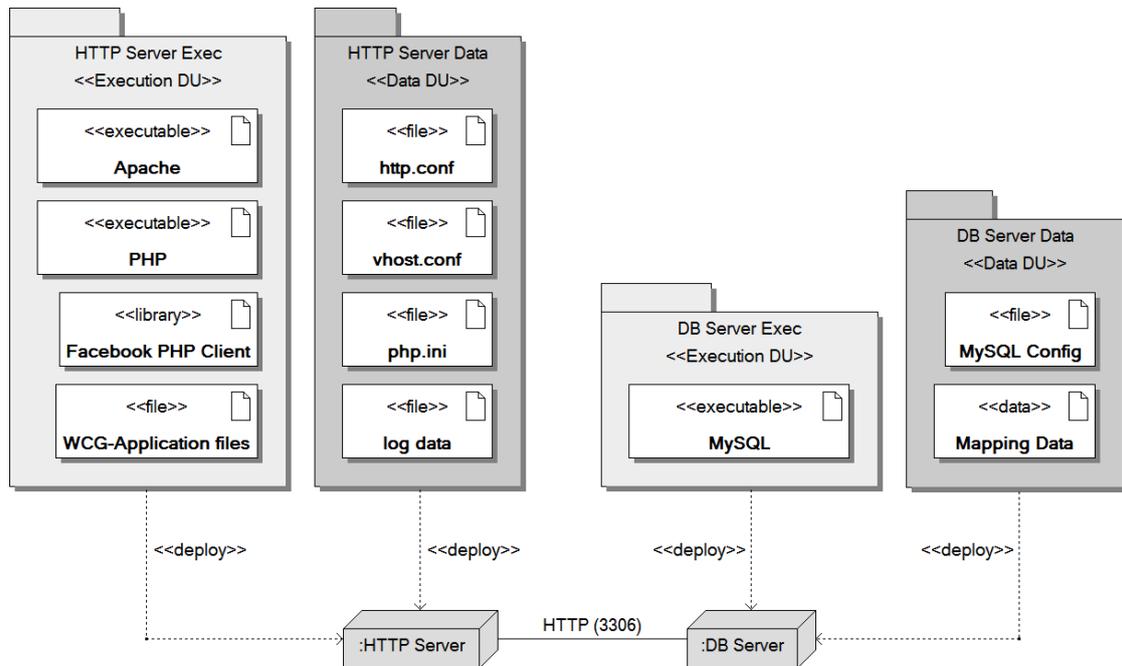


Abbildung 4.14: Specification Operational Model

4.5 Implementierung der Applikation in Facebook

Wie in der Konzeption beschrieben, wurde die Implementierung der Facebook-Applikation in der Skriptsprache PHP vorgenommen und für die Kommunikation mit dem Facebook API REST-Server die PHP Client Library von Facebook verwendet. Bei der Verarbeitung der PHP-Dateien im Web-Server wird dynamisch HTML-, FBML-, FBJS- und CSS-Quelltext generiert und anschließend für die Umwandlung in browserkonformes HTML und JavaScript vom Facebook-Server geparkt. PHP erlaubt das Inkludieren von Dateien. Damit ist es möglich, Redundanz im Quelltext zu vermeiden und die Dateien strukturiert in einer Netzdarstellung zu visualisieren. In Tabelle 4.6 sind die PHP-Dateien der Applikation aufgeführt und beschrieben. Um den Code-Umfang der einzelnen Dokumente zu verdeutlichen, ist zusätzlich die Zeilenanzahl der Dokumente in der Tabelle enthalten.

Tabelle 4.6: PHP-Dateien der Facebook-Applikation

Datei	Beschreibung	Zeilen
ajax_trophycase.php	Die Datei wird per Ajax-Request aufgerufen, um den Trophy Case auf der Trophy Case-Verwaltungsseite anzuzeigen und die Profileinstellung in der Datenbank zu speichern.	81
ajax_update_db.php	Die Datei wird per Ajax-Request aufgerufen, um die Nutzerverifikation durchzuführen und die Daten bei Erfolg in die Datenbank zu schreiben.	59
ajax_wcg_update.php	Wenn das WCG Statistiken aktualisiert, wird statt der Statistikdaten die Anzahl der Sekunden bis zum Abschluss der Aktualisierung im XML-Dokument vom WCG zurückgegeben. Diese Zeit wird in der Applikation ebenfalls angezeigt. Die Datei wird in regelmäßigen Abständen per Ajax-Request aufgerufen, um die Restdauer zu aktualisieren.	16
backface.inc	Backface ist eine JavaScript-Bibliothek für Facebook-Applikationen und ermöglicht das Ein- und Ausblenden von Elementen.	776
facebook.php	Die Datei gehört zur Client Library. Die Integration der Applikation in Facebook wird durch diese Datei ermöglicht.	464
facebookapi_php5_restlib.php	Die Datei gehört zur Client Library und wird von der Datei facebook.php inkludiert. In Funktionen werden Facebook-API-Aufrufe durchgeführt.	2082
faq.php	Die Datei zeigt die FAQ-Seite an.	86
incl_app.php	Die Datei inkludiert die Client Library und initialisiert die Anmeldung einer Seite zum Zugriff auf den Facebook-API-REST-Server.	27
incl_css.php	Die Datei enthält einen Style-Tag und wird genutzt, um CSS-Formatierungen in Applikationsseiten einzufügen.	43
incl_db.php	Die Datei initialisiert den Zugriff auf die MySQL-Datenbank.	24
incl_fbjs_settings.php	Die Datei enthält einen FBJS-Tag zum Dynamisieren der Einstellungsseite.	124
incl_fbjs_stats.php	Die Datei enthält einen FBJS-Tag zum Dynamisieren der Statistikseite.	54
incl_fbjs_trophycase.php	Die Datei enthält einen FBJS-Tag zum Dynamisieren der Trophy Case-Verwaltungsseite.	148
incl_fbjs_wcg_update.php	Die Datei enthält einen FBJS-Tag und wird genutzt, um die Restdauer der Statistikaktualisierung des WCG zu ermitteln und anzuzeigen.	49
incl_func.php	Die Datei enthält PHP-Funktionen, die häufig benötigt werden.	65
incl_func_stats.php	Die Datei enthält PHP-Funktionen zum Erstellen der Statistikseite.	255
incl_func_trophycase.php	Die Datei enthält PHP-Funktionen zum Erstellen des Trophy Cases.	183
incl_tabs.php	Die Datei baut das Dashboard, die Kurznachrichtenleiste und die Navigationsleiste auf und wird von jeder Applikationsseite inkludiert.	52
index.php	Die Datei zeigt die Startseite der Applikation an.	48
invite.php	Die Datei zeigt die Einladungsseite an.	59
redirect.php	Die Datei führt Weiterleitungen zum WCG durch.	11
settings.php	Die Datei zeigt die Einstellungsseite an.	51
stats.php	Die Datei zeigt die Statistikseite an.	49
team.php	Die Datei zeigt die Facebook-Team-Seite an.	71
trophycase.php	Die Datei zeigt die Trophy Case-Verwaltungsseite an.	37

In Abbildung 4.15 ist die Vernetzung der einzelnen PHP-Dateien über *Use*-, *Link To*- und *Include*-Abhängigkeiten in einem *Deployment Diagram* dargestellt. Die sieben PHP-Dateien, welche die Applikationsseiten aufbauen, sind beige eingefärbt. Die Applikationsseiten inkludieren bzw. verwenden verschiedene Arten von Dateien, die in der

Abbildung durch unterschiedliche Farben repräsentiert sind. Die PHP-Datei, welche das FBML-Dashboard und die Navigationselemente bestehend aus FBML-Tab Items definiert, sowie die PHP-Datei zum Erstellen der Element-Formatierungen basierend auf CSS sind dunkelgrau dargestellt und werden von den Applikationsseiten inkludiert. Die drei grün eingefärbten Dateien beinhalten PHP-Funktionen, um den Aufbau der Seiteninhalte zu unterstützen. Sie bieten Funktionen, um Nutzerdaten darzustellen und den Zugriff auf die Datenbank zu ermöglichen. Die rot dargestellten PHP-Dateien erzeugen FBJS-Code und erlauben eine Dynamisierung der Applikationsseiten. Die gelb eingefärbten Dateien werden per AJAX-Request in FBJS-Anweisungen aufgerufen und genutzt, um die Aktualisierung und Ermittlung von Daten ohne erneute Seitenaufrufe im Web-Browser zu erlauben. Damit ist es möglich, einzelne Werte oder ganze Dokumentstrukturen, die auch auf FBML basieren können, nachzuladen und an eine zuvor festgelegte Position im Dokument einzufügen.

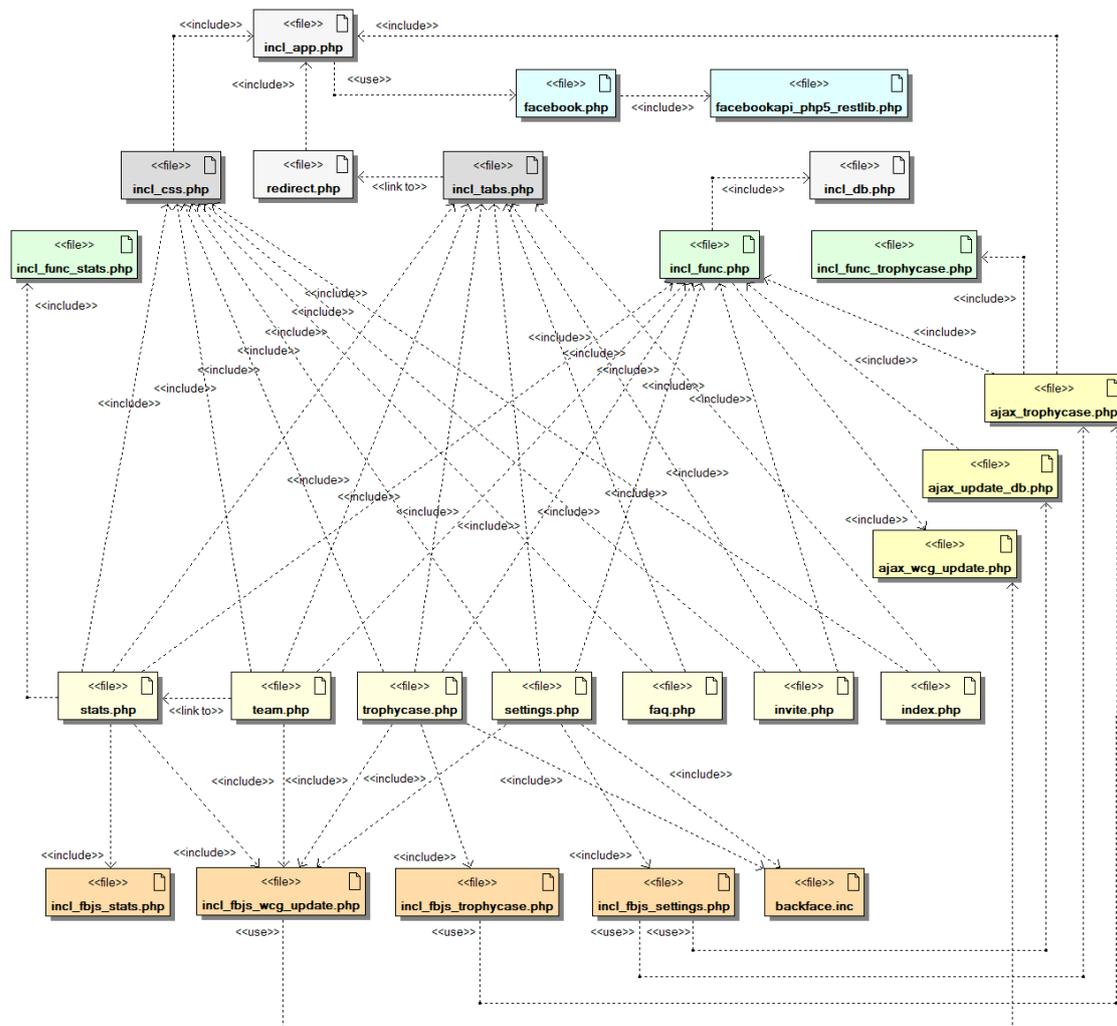


Abbildung 4.15: Deployment Diagram der PHP-Dateien

Die Verknüpfung zum WCG auf der Einstellungsseite sowie die Verwaltung und Aktualisierung des Trophy Cases basieren auf dieser AJAX-Technologie. Die Seiten werden einmalig im Web-Browser geladen und die anschließende Aktualisierung von Daten sowohl in der Datenbank als auch im Dokument wird mittels FBS und AJAX realisiert. Es ist dadurch möglich, mit Hilfe von *Facebook API*-Aufrufen das Nutzerprofil zu aktualisieren und News Feed-Einträge zu generieren. Die Dateien der Client Library sind blau eingefärbt und werden von der *incl_app.php*-Datei genutzt, um den verbundenen Client mit Hilfe des von Facebook beim Einrichten der Facebook-Applikation vergebenen *API Keys* zu identifizieren. Des Weiteren wird ein geheimer *Secret Key* verwendet, um die Anfragen des Clients zu authentifizieren. Der *Secret Key* darf daher ausschließlich den Entwicklern einer Facebook-Applikation bekannt sein.

Verarbeiten von XML in PHP

Währenddessen der Zugriff auf Daten von Facebook über die *Facebook API* und der *Client Library* möglich ist, ist der Zugriff auf die Daten des WCG nur über die Verarbeitung von XML-Dokumenten durchführbar. Seit Version 5 von PHP wird die Funktion *simplexml_load_file* bereitgestellt, welche unter Angabe der URL zu einem XML-Dokument ein PHP-Objekt erstellt, das die in XML-Elementen und -Attributen enthaltenen Daten des XML-Dokuments kapselt und somit eine einfache Verarbeitung der Daten möglich macht.

```
$xml = simplexml_load_file(
    "http://www.worldcommunitygrid.org/stat/viewGlobal.do?xml=true");
```

Facebook API-Aufruf am Beispiel der Nutzerprofilaktualisierung

Der Inhalt der Applikationsprofilbox auf dem Nutzerprofil wird mit Hilfe eines Facebook API-Aufrufs unter Angabe der User-ID und des FBML-Codes aktualisiert:

```
$facebook->api_client->profile_setFBML(
    null, $fbuser, $fbml_boxes, null, null, $fbml_wall);
```

Die User-ID des Profilnutzers ist in der Variable *\$fbuser* enthalten. FBML-Code, der in *\$fbml_boxes* an den Facebook-Server gesendet wird, aktualisiert die Profilbox im Boxes-Tab. Der Inhalt der Variable *\$fbml_wall* wird im Wall-Tab des Nutzerprofils angezeigt. Um für schmale und breite Profilboxen verschiedene Formatierungen und Inhalte zu definieren, werden die FBML-Tags *fb:narrow* und *fb:wide* genutzt und mit unterschiedlichen Elementen gefüllt.

5 Evaluierung des Erfolgs der Facebook-Applikation

Seit dem 15. September 2008 ist die Facebook-Applikation des WCG für Facebook-Nutzer zugänglich, d.h., die Nutzung der Applikation ist seit etwa elf Monaten möglich.

Evaluierung basierend auf Nutzerzahlen

Die Bewertung des Erfolgs der viralen Verbreitung der Applikation und der zugrunde liegenden Werbebotschaft kann anhand der Entwicklung von Nutzerzahlen vorgenommen werden. Facebook stellt Entwicklern einer Facebook-Applikation Statistiken zur Verfügung, die zur Evaluation herangezogen werden können:

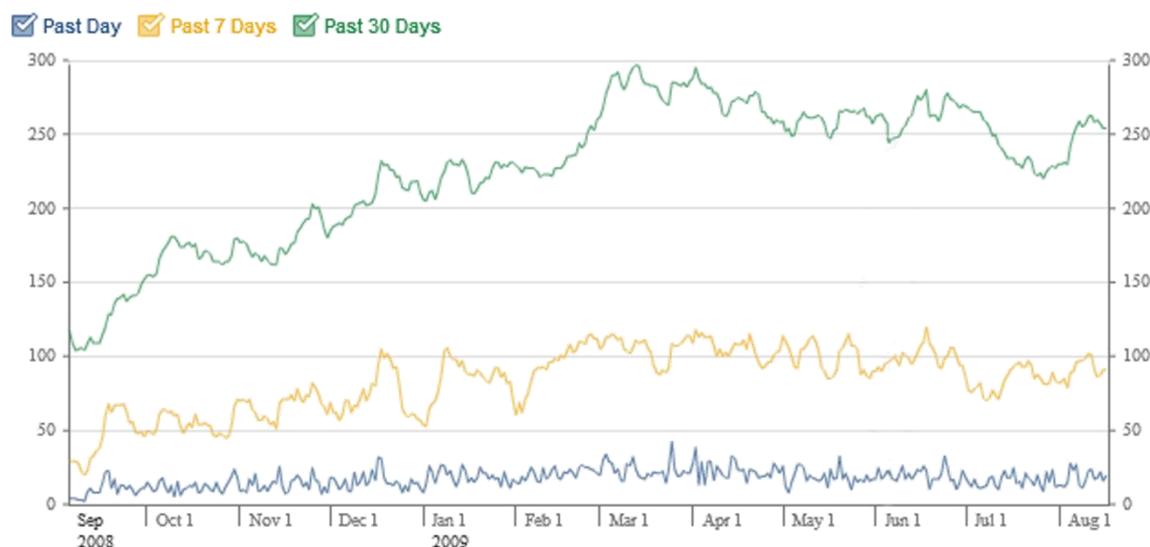


Abbildung 5.1: Nutzungsverlauf der Facebook-Applikation für das WCG

In Abbildung 5.1 ist die Entwicklung der Nutzerzahlen der Applikation dargestellt. Der Datenwert eines Tages ergibt sich aus der Anzahl der Nutzer eines festgelegten Zeitraumes. Der grüne Graph stellt die Anzahl der Nutzer eines 30 Tage-Intervalls (monatsweise) dar. Im gelben Graphen sind die Nutzer über sieben Tage (wochenweise) dargestellt und der blaue Graph zeigt die tatsächliche Nutzeranzahl eines Tages an. Von September 2008 bis März 2009 ist ein genereller Aufwärtstrend mit linearem Wachstum von ca. 100 Nutzern pro Monat auf 300 Nutzern feststellbar. Seit März 2009 ist ein geringer Abwärtstrend erkennbar. 295 Nutzer haben sich zum „Fan“ der Applikation erklärt. Momentan besitzt die Applikation monatlich 254, wöchentlich 91 und täglich ca. 20 aktive Nutzer. Die Applikation wurde bisher von insgesamt 1398 verschiedenen Nutzern in Facebook aufgerufen. Zudem sind in der Datenbank seit dem Launch der Applikation bis heute 655 Einträge erstellt worden. Das bedeutet, dass 46,9% aller Besucher der Facebook-Applikation die Verknüpfung eines WCG-Benutzernamens vorgenommen haben. Das WCG besitzt derzeit 472394 Mitglieder. Das heißt, dass die

Facebook-Applikation von ca. 0,3% aller WCG-Nutzer aufgerufen wurde und in etwa 0,14% der Nutzer eine Verknüpfung durchgeführt haben. Die Facebook-Gruppe zum WCG besitzt momentan 2882 Mitglieder. Wird davon ausgegangen, dass alle 655 Nutzer, die einer Speicherung ihrer Daten zugestimmt haben, ebenso Mitglieder der Facebook-Gruppe sind, würde sich daraus ein Prozentsatz von 22,7% ergeben. Das WCG-Team, das für die Facebook-Applikation erstellt wurde, um einen Anreiz zu schaffen, Nutzer anzuwerben, besitzt zurzeit 239 Mitglieder. Es lässt sich vermuten, dass ein Großteil der Nutzer (63,5%) nicht durch das Viral Marketing zur Applikation gekommen ist, da sonst mehr Nutzer, welche sich über den Hyperlink in der Applikation beim WCG angemeldet hätten, Mitglieder des Facebook-Teams wären. Es wird daher vermutet, dass die Nutzer eher über die Suche nach einer WCG-Applikation oder über die Mitgliedschaft in der WCG-Facebook-Gruppe, in welcher die Applikation beworben wurde, zur Facebook-Applikation gelangen. Da die Mitgliedschaft im Facebook-Team nicht zwingend für die Nutzung der Applikation erforderlich ist, kann angenommen werden, dass die Nutzer einem anderen Team beigetreten sind und dadurch die Anzahl der Mitglieder des Facebook-Teams reduziert wurde. Die Frage, wie viele Nutzer durch News Feeds-Einträge oder durch verschickte Einladungen auf die Applikation aufmerksam gemacht wurden, lässt sich nicht beantworten. Es kann nur erahnt werden, dass die 743 Besucher der Applikation, die keine Verknüpfung eines WCG-Benutzernamens vorgenommen haben, zumindest über die Existenz des WCG und Volunteer Computing aufmerksam gemacht wurden und eventuell auf anderem Wege die Idee der freiwilligen Bereitstellung von Rechenleistung für humanitäre Projekte verbreiten. Ein weiterer Aspekt, der in die Evaluation des Erfolgs bzw. Misserfolgs einzubeziehen ist, ist die Tatsache, dass die Nutzung der Facebook-Applikation für das WCG im Wesentlichen mehr erfordert als andere erfolgreiche virale Applikationen auf Facebook, für die oft bereits das Anzeigen einer Seite, auf welcher der Nutzer beispielsweise mehrere kurze Fragen beantwortet, zur Nutzung ausreicht, so dass daraufhin News Feed-Einträge erstellt oder Einladungen an Freunde verschickt werden, die dann eine virale Verbreitung auslösen.

6 Zusammenfassung und Fazit

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Konzepte Viral Marketing, Soziale Netzwerke und Metacomputing vorgestellt. Bei der Betrachtung des Viral Marketing wurde der Begriff grundlegend betrachtet, die Eigenschaften eines Marketingvirus‘ beschrieben, virale Ausprägungsformen aufgezeigt sowie die Elemente, welche Strategien zur viralen Vermarktung ausmachen, dargestellt. Zur Untersuchung sozialer Netzwerke wurde der Begriff des sozialen Netzwerkes aus zwei Sichten, zum Einen aus soziologischer und zum Anderen aus Sicht der Informatik betrachtet. Um eine klare Trennung der unterschiedlichen Bedeutungen des Begriffs vorzunehmen, wurde die englische Bezeichnung SNS für soziale Netzwerke aus Sicht der Informatik eingeführt. Bei der Betrachtung sozialer Netzwerke wurden verschiedene Netzwerkstrategien und unterschiedliche Bindungsarten zwischen Individuen herausgearbeitet und der Bezug zum Viral Marketing hergestellt sowie das Kleine-Welt-Phänomen beschrieben, um zu erklären, wie sich Botschaften in sozialen Netzwerken ausbreiten. Beim Herausarbeiten des SNS-Begriffs wurden verschiedene Definitionen gegeben und aufgezeigt, dass unterschiedliche Arten von SNS existieren, wodurch ein Einsatz von SNS in verschiedenen Kontexten möglich ist. Es wurde angeführt, dass durch die Nutzung von SNS ein IT-gestützter Prozess abgebildet wird. Funktionalitätsgruppen, welche die Einordnung von SNS-Funktionen erlauben, wurden erläutert und dazu die Bedeutung einzelner Funktionalitätsgruppen für das Viral Marketing benannt. In der Beschreibung des Metacomputing wurden die Vorteile und Einsatzgebiete von Metacomputing Systemen im Gegensatz zu Supercomputern und Hochleistungsrechnern aufgezeigt. Danach wurde auf die drei verschiedenen Formen Cluster Computing, Grid Computing und Volunteer Computing eingegangen und jeweils die Eigenschaften, die eine Abgrenzung der Formen untereinander ausmacht, beschrieben. Für das Volunteer Computing wurde die BOINC-Middleware, welche die Grundlage für zahlreiche freiwillige Forschungsprojekte darstellt, vorgestellt. Dazu wurden die Ziele, die Architektur und die Funktionsweise von BOINC erläutert und die Wichtigkeit des Punktesystems für das Volunteer Computing herausgehoben. Die Konzepte Volunteer Computing und SNS wurden anschließend am Beispiel des WCG und von Facebook veranschaulicht. Dazu wurden das WCG und Facebook vorgestellt und die angebotenen Programmierschnittstellen vom WCG und von Facebook aufgeführt sowie die von Facebook angebotenen Möglichkeiten zur Anwendungsentwicklung und zum Viral Marketing herausgearbeitet, um anschließend die Konzeption und Implementierung der Facebook-Applikation für das WCG zu beschreiben. In der Konzeption der Applikation wurden Anforderungen, ein Datenmodell, eine fachliche sowie eine technische Spezifikation erarbeitet. In der fachlichen Spezifikation wurden die Abläufe der einzelnen Bestandteile (Features) und der Seitenaufbau der Applikation beschrieben. Eine funktionale sowie operationale Architekturbeschreibung wurde in der

technischen Spezifikation erstellt. Basierend auf der Konzeption wurde eine Implementierung der Applikation in Facebook für das WCG vorgenommen.

Fazit zum Viral Marketing von Volunteer Computing-Projekten in SNS

Mit der Konzeption und der Implementierung der Facebook-Applikation für das WCG wurde das Ziel erreicht, eine Applikation für das Viral Marketing eines Volunteer Computing-Projekts zu entwerfen. Als Fazit dieser Arbeit lassen sich als Schlussfolgerung die Erkenntnisse festhalten, dass eine Applikation für die Bekanntmachung von Volunteer Computing-Projekten im Rahmen einer SNS von deren Nutzern respektive einer Community angenommen wird. Sie trägt allerdings nicht in dem Maße dazu bei, die für eine virale Vermarktung typische Multiplikation der Verbreitung der versteckten Werbebotschaft zu erzielen. Es wurde davon ausgegangen, dass ein exponentielles Wachstum in den Nutzerzahlen der entwickelten Facebook-Applikation erkennbar sein würde. Es konnte allerdings nur ein halbwegs linearer Anstieg bis zu einem bestimmten Zeitpunkt festgestellt werden. Mitunter lässt sich derzeit ein stagnierender Verlauf in den Nutzerzahlen erkennen, was die Vermutung bestärkt, dass das Viral Marketing zum Erliegen gekommen ist. Als Grund dafür wird angenommen, dass sich die Applikationsnutzer in einem in sich zu isolierten sozialen Netzwerk befinden. Falls es dazu kommt, dass die Botschaft dieses soziale Netzwerk verlässt, könnte die Bereitschaft neuer Nutzer fehlen, sich am Volunteer Computing zu beteiligen, was zur Folge haben könnte, dass die Verbreitung der Werbebotschaft, die mit der Applikationsnutzung einhergeht, gestoppt wird. Letztendlich ist abzuwarten, wie sich die Nutzerzahlen und die Bekanntheit der WCG-Applikation entwickeln. Da die Implementierung der Applikation im Rahmen eines Praktikums bei IBM durchgeführt wurde, ist es wahrscheinlich, dass weitere Versionen der Facebook-Applikation entwickelt werden, in welche Erweiterungen und Verbesserungen einfließen können, so dass die Applikation, beispielsweise in Form eines Spiels durch Interaktion mit mehreren Nutzern, erweitert wird und somit der Grad des Interesses gesteigert werden kann. Verschiedene virale Kampagnen, die auf die Nutzung von Software basieren, wie beispielsweise das Moorhuhn-Spiel der schottischen Whisky-Marke Johnnie Walker, haben gezeigt, dass die Werbebotschaft gut „verpackt“ sein muss, damit die Tarnung des Marketingvirus‘ nicht zu schnell verloren geht.

Anhang

Tabelle A.1: Übersicht der zehn aktivsten BOINC-Projekte

Projektbezeichnung / Projektbeschreibung	Teilnehmer	Rechner
SETI@Home Ein wissenschaftliches Experiment, welches nach außerirdischer Intelligenz sucht. Dabei werden die vom größten „Ein-Schüssel“-Radioteleskop der Welt in Arecibo (Puerto Rico) gesammelten Daten nach Signalen von fremden Welten analysiert.	988.876	2.368.476
Rosetta@Home Das Projekt versucht, Eiweißstrukturen sowie Eiweiß-Eiweiß- und Protein-Ligand-Wechselwirkungen vorauszusagen und zu entwerfen. Das Ziel ist es, Methoden, die genau Eiweißstrukturen voraussagen und entwerfen, und Komplexe zu entwickeln. Eine Anstrengung, die letztlich Forschern dabei helfen kann, Heilverfahren gegen menschliche Krankheiten wie Krebs, HIV/AIDS und Malaria zu entwickeln.	251.127	754.091
World Community Grid Ziel ist es, das weltweit größte öffentliche Datenverarbeitungsnetz, das humanitäre Projekte unterstützt, aufzubauen. Im Rahmen von World Community Grid werden momentan die Projekte AfricanClimate@Home, Discovering Dengue Drugs - Together, FightAIDS@Home, Genome Comparison, Help Cure Muscular Dystrophy, Help Defeat Cancer und Human Proteome Folding unterstützt.	241.761	736.986
Einstein@Home Das Projekt sucht nach rotierenden Neutronensternen (Pulsare). Dazu werden Daten vom LIGO und von GEO Gravitationswellendetektoren genutzt. Das Projekt war ein internationaler Beitrag zum „World Year of Physics 2005“ und zum „Einsteinjahr 2005“. Unterstützt wird es von der American Physical Society (APS) und einer Vielzahl internationaler Organisationen.	233.252	938.216
Climate Prediction Das weltweit größte Experiment, das versucht, das Klima für das 21. Jahrhundert bei unterschiedlichen Szenarien vorherzusagen. Ziel ist es, die typisch bei state-of-the-art Klimamodellen gemachten Abweichungen von verschiedenen Parametern zu untersuchen.	196.233	379.497
SpinHenge@Home Das Projekt studiert molekulare Magnete und kontrolliert im Nanometerbereich Magnetismus, welcher eine Anwendung in Medikamenten und in der Biotechnik haben kann. Mit Hilfe magnetischer Moleküle sollen in Zukunft neuartige nanomagnetische Anwendungen, wie hochintegrierte Speicherbausteine oder winzige magnetische Schalter entwickelt werden.	51.347	120.470
QMC@Home Das Projekt versucht, die Quanten Monte Carlo (QMC) Methode zur allgemeinen Verwendbarkeit in der Quantenchemie weiter zu entwickeln. Die Quanten Monte Carlo (QMC) Methode ist eine sehr vielversprechende Methode, die bisher wenig Anwendung in der Quantenchemie gefunden hat. Einer der größten Vorteile dieser Methode ist die Möglichkeit massiv paralleler Rechnungen.	36.351	85.929
MilkyWay@Home Ein Forschungsprojekt, das sich mit Modellierung und Entwicklung der Milchstraße beschäftigt.	25.914	59.367
PrimeGrid Das Projekt hatte ursprünglich die Bezeichnung „Message@Home“ und das Ziel, Nachrichten zu entschlüsseln, die mit dem md5-Algorithmus codiert wurden. Nunmehr ist "PrimeGrid" ein Projekt zur Erzeugung einer Primzahl im Rahmen des "RSA Factoring Challenge".	25.007	72.037
ABC@Home Ein mathematisches Projekt auf dem Gebiet der Zahlentheorie und versucht alle ABC-Tripel der ABC-Vermutung bis 10^{18} zu finden.	21.892	60.581

Quelle: Vgl. BOINCStats/BAM! (Hrsg): BOINC-Statistiken, <http://boincstats.com/index.php?list=&or=3> (2009-07-09); Vgl. Bornack, O.: BOINC-Projekte, <http://www.boinc-halle-saale.de/Hauptframe/BOINC-Projekte.htm> (2009-07-09).

Literaturverzeichnis

- [ACK02] Anderson, D. P.; Cobb, J.; Korpela, E.; Lebofsky, M.; Werthimer D.: SETI@home: An experiment in public-resource computing, *Communications of the ACM*, Nov. 2002, Vol. 45 No. 11, pp. 56-61.
- [And04] Anderson, D. P.: BOINC: A System for Public-Resource Computing and Storage, 5th IEEE/ACM International Workshop on Grid Computing, November 8, 2004, Pittsburgh, USA, http://boinc.berkeley.edu/grid_paper_04.pdf (2009-07-09).
- [And07] Anderson, D. P.: Opinion - Volunteer computing: grid or not grid?, *International Science Grid This Week (iSGTW)*, Issue 31, 4 July 2007, <http://www.isgtw.org/?pid=1000527> (2009-06-30).
- [AnRe09] Anderson, D. P.; Reed, K.: Celebrating Diversity in Volunteer Computing, *Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, January 5-8, 2009, http://boinc.berkeley.edu/boinc_papers/hicss_08/hicss_08.pdf (2009-07-01).
- [Arr08] Arrington, M.: Facebook No Longer The Second Largest Social Network, June 2008, *TechCrunch*, <http://www.techcrunch.com/2008/06/12/facebook-no-longer-the-second-largest-social-network/> (2009-06-20).
- [BaBu99] Baker, M.; Buyya, R.; Hyde, D.: Cluster Computing: A High-Performance Contender, *Computer*, vol. 32, no. 7, pp. 79-80,83, July 1999.
- [Bar72] Barnes, J. A.: Social networks, *Addison-Wesley Module in Anthropology*, 26, 1972, pp. 1-29.
- [Ber02] Berstis, V.: Fundamentals of Grid Computing, *IBM Redbooks, Redpapers*, November 2002, REDP-3613-00, <http://www.redbooks.ibm.com/abstracts/redp3613.html> (2009-05-24).
- [Bo07] Boyd, D. M.: Social Network Sites: Public, Private, or What?, *Knowledge Tree*, May 2007, <http://kt.flexiblelearning.net.au/tkt2007/wp-content/uploads/2007/04/boyd.pdf> (2009-06-22).
- [BoEl07] Boyd, D. M.; Ellison, N. B.: Social network sites: Definition, history, and scholarship, In: *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13(1),

- article 11, 2007, <http://jcmc.indiana.edu/vol13/issue1/boyd.ellison.html> (2009-06-18).
- [BoWe01] Boase, J.; Wellman, B.: A Plague of Viruses: Biological, Computer and Marketing. *Current Sociology*, September 2001, pp. 4-10, <http://www.chass.utoronto.ca/~wellman/publications/viruspaper/version.PDF> (2009-06-15).
- [Burt92] Burt, R.: *Structural Holes: The Social Structure of Competition*, Harvard University Press, 1992, pp. 16.
- [CaSm92] Catlett, C; Smarr, L.: *Metacomputing*, *Communications of the ACM*, Volume 35, Issue 6, June 1992, pp. 44-52.
- [FB08] Facebook (Hrsg.): *Facebook Pages - The Insider's Guide to Viral Marketing*, April 2008, <http://www.techcrunch.com/2008/04/21/facebook-publishes-insiders-guide-to-viral-marketing/> (2009-05-10).
- [FB09] Facebook (Hrsg.): *Firmengeschichte | Facebook*, 2009, <http://www.facebook.com/press/info.php?timeline> (2009-07-14).
- [Fi00] Fielding, R.: *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*, Dissertation, University of California, Irvine, 2000, http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/fielding_dissertation.pdf (2009-05-20).
- [FK98] Foster, I.; Kesselman, C.: *The Grid: Blueprint for a new computing infrastructure*, 1. ed., Morgan Kaufmann, Tech. Rep., 1998.
- [FK03] Foster, I.; Kesselman, C.: *The Grid: Blueprint for a new computing infrastructure*, 2. ed., Morgan Kaufmann, Tech. Rep., 2003, p. 40.
- [Fo02] Foster, I.: *What is the Grid? A three point checklist*, 2002, <http://www-fp.mcs.anl.gov/~foster/Articles/WhatIsTheGrid.pdf> (2009-05-16).
- [Geh00] Gehring, J.: *Entwurf und Implementierung eines verteilten Systems zum Metacomputer-Management*, Dissertation, Berlin: Blunk, 2000, S. 18.
- [Glad02] Gladwell, M.: *Der Tipping Point: Wie kleine Dinge Großes bewirken können*, Goldmann, 2002.
- [Gran73] Granovetter, M.: *The Strength of Weak Ties*, *American Journal of Sociology*, 78, 1973, pp. 1360-1380.

- [Gran83] Granovetter, M.: The Strength of Weak Ties, A Network Theory Revisited, *Sociological Theory* 1, 1983, pp. 201-233.
- [Klus86] Klusmann, D.: Soziale Netzwerke und soziale Unterstützung, Dissertation, Hamburg, 1986, S. 3.
- [Ko06] Komus, A.: Social Software als organisatorisches Phänomen – Einsatzmöglichkeiten in Unternehmen, *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, vol. 43, no. 252, 2006, pp. 36-44.
- [KRS07] Koch, M.; Richter, A.; Schlosser, A.: Produkte zum IT-gestützten Social Networking in Unternehmen, In: *Wirtschaftsinformatik*, 6, 2007.
- [Lang07] Langner, S.: Viral Marketing - Wie Sie Mundpropaganda gezielt auslösen und Gewinn bringend nutzen, 2. Aufl., Gabler, 2007, S. 32.
- [Mil67] Milgram, S.: The small world problem, *Psychology Today*, 1, 1967, pp. 62-67.
- [Par09] Parfeni, L.: Facebook Overtakes MySpace to Become the Largest Social Network in the US, June 2009, Softpedia, <http://news.softpedia.com/news/Facebook-Overtakes-MySpace-to-Become-the-Largest-Social-Network-in-US-114267.shtml> (2009-06-20).
- [Pat09] Patalong, F.: Virales Marketing - Die süße Macht der Web-Werbung, 30. Juli 2009, Spiegel Online, <http://www.spiegel.de/netzwelt/web/0,1518,639187,00.html> (2009-09-30).
- [Rayp96] Rayport, J.: The Virus of Marketing, *Fast Company* (6), 1996, S. 68, <http://www.fastcompany.com/magazine/06/virus.html> (2009-06-10).
- [Re08] Reed, K.: Managing a BOINC-Server: Experiences at World Community Grid, 4th Pan-Galactic BOINC Workshop, September 10, 2008 <http://boinc.berkeley.edu/trac/attachment/wiki/WorkShop08/ServerManagement-BOINC2008.pdf?format=raw> (2009-07-20).
- [RiKo08] Richter, A.; Koch, M.: Funktionen von Social-Networking-Diensten, In: Proc. Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2008, Februar 2008, http://ibis.in.tum.de/mkwi08/18_Kooperationssysteme/04_Richter.pdf (2009-06-20).
- [RiKo09] Richter, A.; Koch, M.: Der Einsatz von Social Networking Services im Unternehmen, In: Hans Robert Hansen and Dimitris Karagiannis, Hrsg.,

- Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik, Österreichische Computer Gesellschaft, Wien, 2009, <http://www.kooperationssysteme.de/docs/pubs/RichterKoch2009-wi-sns.pdf> (2009-06-23).
- [RiTo02] Riemer, K.; Totz, C.: Virales Marketing - Eine Werbebotschaft breitet sich aus; in: Schögel, M.; Schmidt, I. (Hrsg.): eCRM - mit Informationstechnologien Kundenpotenziale nutzen, symposium Verlag, 2002, S. 415-442.
- [Rö94] Röhrle, B.: Soziale Netzwerke und soziale Unterstützung, BeltzPVU, 1994.
- [Sar98] Sarmenta, L. F. G.: Bayanihan: Web-based volunteer computing using Java, Draft distributed at MIT research exhibit booth at Supercomputing '97 (SC'97), November 1997, Final version published in Proc. of WWCA '98, volume 1368 of LNCS, pp. 444-461, Springer, March 1998, <http://groups.csail.mit.edu/cag/bayanihan/> (2009-07-02).
- [Sar01] Sarmenta, L. F. G.: Volunteer Computing, Ph.D. thesis, Dept. of Electrical Engineering and Computer Science, MIT, March 2001, <http://groups.csail.mit.edu/cag/bayanihan/papers/phd/sarmenta-phd-mit2001.pdf> (2009-07-02).
- [Sch08] Schonfeld, E.: Facebook Is Not Only The World's Largest Social Network, It Is Also The Fastest Growing, August 2008, TechCrunch, <http://www.techcrunch.com/2008/08/12/facebook-is-not-only-the-worlds-largest-social-network-it-is-also-the-fastest-growing/> (2009-06-20).
- [Schw96] Schweizer, T.: Muster sozialer Ordnung: Netzwerkanalyse als Fundament der Sozialethnologie, Reimer, 1996.
- [Wils00] Wilson, R.: The Six Simple Principles of Viral Marketing, 2000, <http://www.wilsonweb.com/wmt5/viral-principles.htm> (2009-06-12).
- [ZhTu09] Zhang, L.; Tu W.: Six Degrees of Separation in Online Society, 2009, In: Proceedings of the WebSci'09: Society On-Line, 18-20 March 2009, Athens, Greece, <http://journal.webscience.org/147/> (2009-06-18).
- [Zor01] Zorbach, T.: Vorsicht, ansteckend!!! Marketingviren unter dem Mikroskop, GDI-IMPULS 04/01, 2001, S. 14f, http://www.vm-people.de/img/gfx/gdi_4_01.pdf (2009-06-08).
- [Zu09] Zuckerberg M.: Now Connecting 250 Million People, July 2009, Facebook, <http://blog.facebook.com/blog.php?post=106860717130> (2009-07-15).

Abschließende Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig, ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Magdeburg, den 19. August 2009