



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
*Hamburg University of Applied Sciences*

# Seminararbeit

Oliver Köckritz

Verteilter 3D-Desktop mit Remote-Windows für  
Collaborative Workspaces

Oliver Köckritz

Verteilter 3D-Desktop mit Remote-Windows für  
Collaborative Workspaces

Seminararbeit, 3. Semester im Fach Anwendungen 2  
im Studiengang Master of Computer Science  
am Studiendepartment Informatik  
der Fakultät Technik und Informatik  
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuender Professor : Prof. Dr. Kai von Luck

Abgegeben am 22. Februar 2007

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Verteilter 3D-Desktop mit Remote Windows .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Verwandte Techniken.....</b>	<b>3</b>
3.1	VNC.....	3
3.2	Xinerama.....	4
3.3	Grid Computing.....	4
3.4	Croquet .....	4
3.5	Szenengraphen.....	5
<b>4</b>	<b>Verwandte Forschungsarbeiten.....</b>	<b>6</b>
4.1	iRoom.....	6
4.2	TeamSpace.....	7
4.3	PointRight (Teil von iROS).....	7
4.4	InSpace Projector .....	8
4.5	UIC in LiveSpaces .....	8
4.6	USE Projekt .....	9
4.7	Roomware von IPSI .....	9
<b>5</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>13</b>

# 1 Einleitung

Collaborative Workspaces (CWs), zu denen auch Konferenzräume gehören, sind heute noch schwer aufzubauen und zu betreiben. Häufig wird ein Techniker benötigt, um einen Konferenzraum nutzen zu können. Sie sind meistens nicht benutzerfreundlich und intuitiv bedienbar. Viele verschiedene Geräte und Displays sowie diverse Interaktionsmedien werden in ihnen in unterschiedlichen Anordnungen genutzt und müssen miteinander kollaborieren. Alle diese verschiedenen Technologien in einem Raum zu verbinden, ist eine große Aufgabe. Eine noch größere Aufgabe ist die Verbindung Mensch-Maschine und Mensch-Mensch. Welche Möglichkeiten für Benutzer gibt es in einem CW? Welche Anordnung im CW wird der Arbeitsweise der Benutzer gerecht? Welche Techniken der Interaktion werden den Benutzern gerecht? Dies sind nur einige Fragen, die wahrscheinlich nie in Gänze beantwortet werden können.



**Abbildung 1: Ray und Charles Eames haben mit (rechts) Glimpses of the USA, Moskau 1959, und mit (links & mitte) Think (1964)/IBM Corporation Pavillion for the New York World's Fair, 1967, schon damals ein Szenario geschaffen, in dem viele Menschen und Displays zusammen kamen.**

## 2 Verteilter 3D-Desktop mit Remote Windows

Das Ziel der Entwicklung eines verteilten 3D-Desktops (v3DD) mit Remote Windows ist, eine einfach einzubindende Betriebssystemerweiterung zu implementieren, die die alte GUI überdeckt und sich mit anderen v3DDs so verbindet, als würden alle zusammen einer sein.

Das einfache Installieren und Starten des Programms soll reichen, um v3DD an das Betriebssystem anzubinden. Jede Software auf dem dann integrierten System soll weiter nutzbar sein und muss nicht angepasst oder neu implementiert werden. Entwickler und Benutzer können so schnell ein Gefühl für die Nutzbarkeit eines Collaborative Workspace bekommen und ihre Erfahrung in Neuentwicklungen mit einfließen lassen. Durch die leichte Anpassungsfähigkeit an veränderte Topologien können dann verschiedene Anordnungen innerhalb eines Collaborative Workspace ausprobiert werden.

## 3 Verwandte Techniken

VNC, Xinerama, Grid Computing und Croquet sind Techniken oder Arbeiten zur Verteilung von Ein- und Ausgaben oder Systemressourcen, aber keine expliziten Arbeiten im Kontext der lokalen/synchronen gemeinsamen Arbeitsplätze. Die VNC wird häufig im CW-Kontext verwendet, ein verändertes Xinerama könnte den Anforderungen eines CW gerecht werden, Grid Computing könnte später zur Optimierung eingesetzt werden, eine abgeänderte Form von Croquet stellt eine einfache alternative Lösung zur Erstellung eines CW dar.

### 3.1 VNC

VNC steht für "Virtual Network Computing". Es ist eine Kontrollsoftware, die es erlaubt, einen weit entfernten Desktop ("VNC Server") aus der Ferne zu sehen und ihn zu bedienen, indem man ein einfaches Programm ("VNC Viewer") auf einem anderen Computer irgendwo im Internet startet. Die Computer können in Konfiguration und Betriebssystem verschieden sein. Es ist auch möglich, mit einem Java Viewer, der in einem Browser läuft, andere Computer fern zu bedienen.[VNC]

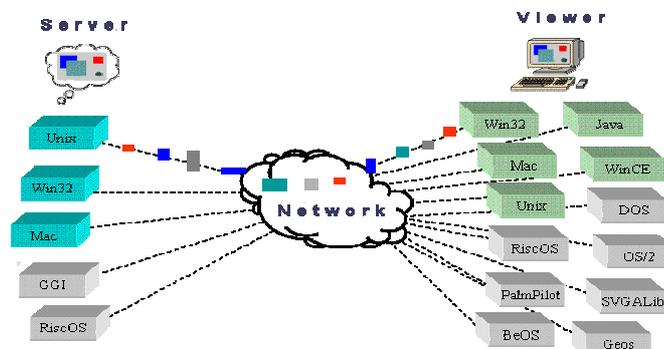


Abbildung 2: Verbindungsmöglichkeiten mit VNC. [Bild aus VNC]

## 3.2 Xinerama

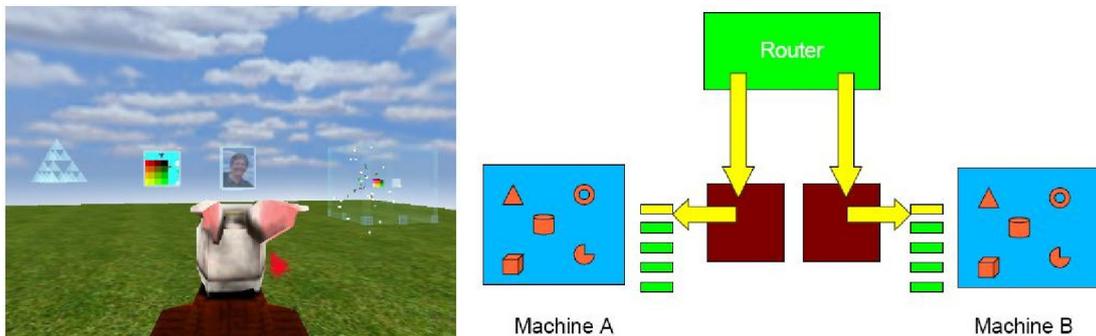
Xinerama ist zum Ansteuern einer Powerwall erdacht worden. Es verteilt X-Window-Events und X-Atome auf die verschiedenen X-Server, welche die einzelnen Ein- und Ausgabe Geräte des vorstrukturierten Environments verteilt. Xinerama basiert auf dem X-Window-System von Linux und ist damit eine Erweiterung des Window-Systems unter Linux. Da die Verteilung von Xinerama statisch und die Topologie tabellenförmig vorgegeben ist, kann dieses System nicht zur Verteilung der GUI innerhalb eines Collaborative Workspaces genutzt werden. Es ist aber möglich, den Kern und damit das Abbildungsverhalten von Xinerama so zu erweitern, dass eine Verteilung auch für CWs mit verschiedenen Topologien möglich ist. Das System wäre dann ein verteilter 2D-Desktop unter Linux.

## 3.3 Grid Computing

Unter Grid Computing versteht man die Verteilung und Nutzung von Systemressourcen auf verschiedenen Rechnern innerhalb eines Netzwerkes. Ein Grid Computing System ermöglicht einem Client, ein Programm auf verschiedenen Rechnern so auszuführen als würde es auf einem einzigen Rechner ausgeführt. Programme können dadurch schneller ausgeführt und Systemressourcen besser skaliert und genutzt werden. Betrachtet man das Gesamtsystem eines verteilten 3D-Desktops, so werden auch hier Systemressourcen wie Rechenleistung und Speicher geteilt, wenn verschiedene Anwendungen das System belasten. Jede Anwendung muss allerdings genau einem beteiligten Rechner zugeordnet sein und kann nicht wie beim Grid Computing geteilt werden.

## 3.4 Croquet

Croquet ist eine Kollaborationsumgebung, in der Clients dynamisch ein- und austreten können. Jeder Teilnehmer besitzt normalerweise sein eigenes Ein- und Ausgabemedium und wird in der in 3D dargestellten Welt durch einen Avatar repräsentiert. Alles in dieser kollaborativen Welt wird durch Objekte dargestellt und jeder kann diese Objekte manipulieren. Croquet setzt auf die virtuelle Maschine (cross-plattform) Squeak auf und besteht neben der dreidimensionalen Darstellung, die mit Szenengraphen realisiert ist, aus einem Peer to Peer Netzwerk von Clients und Server.

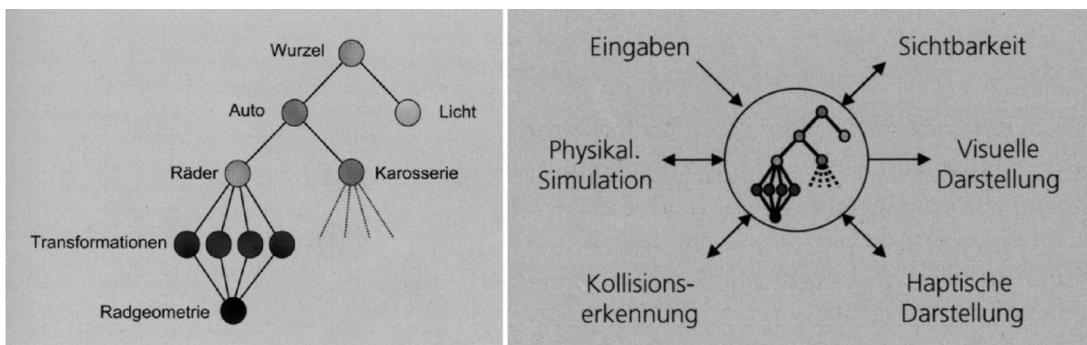


**Abbildung 3: (links) Blick des Avatars auf die Welt (Insel). Schwebende Objekte können auch Portale oder Anwendungen sein; (rechts) Der Router synchronisiert Ereignisse und sendet sie an die Message-Queues der angemeldeten Repliken der Insel. [Bilder aus Smith]**

Croquet beinhaltet eine Architektur, die eine eindeutige Zeit innerhalb eines laufenden Systems sicherstellt. Jede Veränderung wird mit Hilfe dieser Zeit rekonstruierbar und eindeutig ausführbar. Jede Veränderung der Welt ist deterministisch und wird in dem Szenengraphen und den dazu gehörigen Objekten gespeichert. Anhand dieser Welt wird dann die Darstellung gerendert. Vergleichen wir die Bestandteile des verteilten 3D-Desktops mit Croquet, so ist der Mauszeiger der Avatar, die Anwendungen (Windows) die Objekte und die Welt (Insel) der verteilte 3D-Desktop.

### 3.5 Szenengraphen

Mit einem Szenengraphen [SG] lassen sich 3D-Szenen verteilt darstellen. Dabei werden nur die sichtbaren Teile gerendert. Die Struktur des Graphen hält implizit die Informationen über die Abhängigkeiten der zu verteilenden oder sich verändernden Graphenteilstücke. Da nur die Veränderungen des Graphen synchronisiert werden müssen, kann der Szenengraph effektiv über ein Netzwerk verteilt werden. Um nur einen bestimmten Teil des Gesamtgraphen sichtbar zu machen, können die Projektionspositionen verändert werden.



**Abbildung 4: (links) Beispiel eines Szenengraphen; (rechts) Möglichkeiten zur Nutzung und Erweiterung eines Szenengraphen. [Bilder aus Reiners]**

Wie in Abbildung 4 illustriert kann der Szenengraph zur Manipulation durch eine Eingabe, zur Verteilung und zur visuellen Darstellung genutzt werden. Auch andere Darstellungsformen wie z.B. eine haptische Darstellung können möglich gemacht werden. Zur Berechnung des Bewegungsverhaltens können außerdem spezielle Bewegungsverhalten wie eine physikalische Simulation genutzt werden. Nicht lineare Regeln zur Manipulation wie z.B. Kollisionserkennung sind ebenfalls möglich.

## 4 Verwandte Forschungsarbeiten

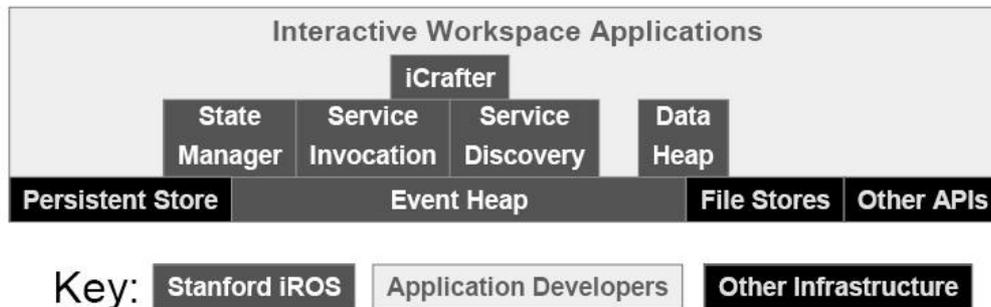
Die vorgestellten Forschungsarbeiten sind nur einige der existierenden Arbeiten in diesem Gebiet. Die hier ausgewählten Projekte sind jedoch repräsentativ als Grundlage und Referenz sowie für die Diskussion. Es werden nicht alle Details besprochen, wohl aber die zur Entwicklung eines verteilten 3D-Desktops entscheidenden Momente und Begründungen.

### 4.1 iRoom

iRoom von der Forschungsgruppe HCI der Stanford University besteht aus einer Reihe von Ein- und Ausgabegeräten, die sich alle im selben Raum befinden, alle miteinander vernetzt sind und auf den gleichen Datenbestand zugreifen.

Das eigene Betriebssystem iROS (Interactive Room Operating System) unterstützt das gemeinsame Benutzen von Displays, die orts- und typenunabhängige Datenspeicherung und die Koordination von Anwendungen. Die Koordination zwischen den Anwendungen wird durch einen sogenannten EventHeap realisiert. Die Datenspeicherung ist durch einen DataHeap implementiert, welcher durch ein Transformationsframework Typenunabhängigkeit realisiert und die Daten durch Indizes auf die typenunabhängigen Metadaten zugreifbar macht. Der EventHeap ist eine Erweiterung von Tuplespaces. Tuplespace ist ein globaler und langlebiger Speicher, in dem Anwendungen Tuples zur Koordination mit anderen Anwendungen abspeichern können. Tuplespace ist ein ähnliches Konzept wie das Blackboard aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz. Ein Tuple ist eine Ansammlung von strukturierten Daten (type-value field), die von jeder Anwendung in den Tuplespace geschrieben, gelesen oder gelöscht werden können.

Der iCrafter hilft bei der Instanziierung einer Benutzerschnittstelle zur verteilten Anwendung für jedes beliebige Eingabemedium. Der EventHeap ist die einzige iROS Komponente, die eine Anwendung benutzen muss, da diese die Kommunikations- und Koordinationsebene für Anwendungen innerhalb eines interaktiven Workspace ist.



**Abbildung 5: Struktur der iROS Komponenten. [Bild aus JohansonDiss]**

Die Ein- und Ausgabegeräte des iRoom bestehen aus einem hochauflösenden Display, drei Smartboards und einem TableTop mit Touchfunktion. Weitere mobile Geräte wie Notebooks werden über ein WLAN eingebunden.

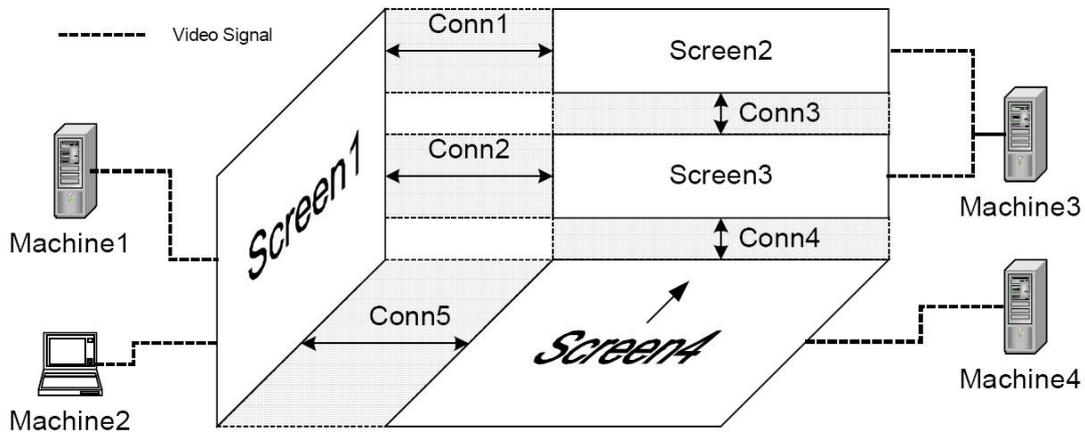
Als Beispielanwendung wurde ein Präsentationsprogramm entwickelt, welches die Darstellung von Objekten auf mehreren Displays koordiniert. iRoom selber hat keine implementierten Sicherheits-Features und alle Benutzer haben gleiche Rechte.

## 4.2 TeamSpace

Teamspace besteht aus einem großen Display mit Rechner, welcher als kooperative Arbeitsfläche genutzt werden kann. In Teamspace können sich die Nutzer mit ihrem Laptop über Ethernet oder WLAN einloggen und dort Dokumente gemeinsam auf verschiedenen Displays anzeigen lassen und Daten austauschen. Den technischen Hintergrund liefert, genauso wie beim iRoom, das Betriebssystem für Ubiquitous Computing „iROS“. TeamSpace ist in diesem Zusammenhang erwähnenswert, da die Academic Computing Department of Stanford University Libraries dieses „Softwarepaket“ mit Hardware in ihrer Lounge mit 24-Stunden-Betrieb installiert haben [gl. Hebert]. Das ist ein Beweis dafür, dass iROS über ein Prototypstadium hinausgewachsen ist.

## 4.3 PointRight (Teil von iROS)

Mit PointRight können virtuelle Bildschirmtopologien festgelegt werden. Auf dieser Topologie kann der Anwender über einen internen Redirect mit seinen Eingabeinstrumenten die gesamte Topologie bedienen. PointRight soll das Wandeln über die Bildschirme möglichst realitätsnah und intuitiv benutzbar machen.



**Abbildung 6: Screens sind in der virtuellen Topologie ähnlich der realen Welt angeordnet und Verbindungen zwischen den Bildschirmen für den Übertritt von Mauszeigern sind zwischen den Screens definiert. [Bild aus Johanson]**

## 4.4 InSpace Projector

InSpace Projector ist ein User-Interface koordiniertes Multi VNC System mit dem es möglich ist, seinen eigenen Display mit aller Software innerhalb eines Konferenzraumes auf andere Displays zu projizieren. Dazu müssen lediglich alle teilnehmenden Benutzer mit ihrem Rechner am Netzwerk angeschlossen sein. Es ist auch möglich auf die projizierten Inhalte Anotationen zu machen und zu speichern – entweder direkt am Display oder remote von einem anderen Display aus.

Es gibt zwei Grundgedanken der Entwickler, die ich wichtig finde herauszustellen. Es soll möglich sein, seine alten Geräte und Software weiterzubnutzen, um auch die guten Aspekte der „alten Welt“ mit einzubeziehen. Ein weiterer Punkt ist, dass es keine Reglementierung der Benutzung von Displays gibt. Die Verhandlung, wer wann welchen Display benutzt, soll explizit sozial ausgehandelt werden. Anstatt ein schwergewichtiges Zugriffskontrollsystem zu integrieren, wird bei InSpace Projector die Philosophie vertreten, dass jeder, wie früher auch, ein Kabel greifen, es mit seinem Rechner verbinden und damit die Zugriffskontrolle erlangen kann. [vgl. Bilgen]

## 4.5 UIC in LiveSpaces

Universal Interaction Controller (UIC) ist Teil des LiveSpaces Projekts, welches sich zur Aufgabe gesetzt hat, wie (Konferenz)Räume mit Displaytechnologie, Informationen,

Sprache, Sensoren und Interaktionsgeräten angereichert werden können, um intelligente Interaktion in der Zukunft zu gestalten. Die Grundlage von LiveSpaces bildet iROS.

UIC besteht aus drei Teilen, dem Interaction Manager, dem Clipboard Manager und dem Ukey. Der Interaction Manager organisiert die Verbindung zwischen Displays, Anwendungen und Eingabegeräten. Der Clipboard Manager stellt die Technik zur Verfügung, um Files oder Arrays temporär zu speichern. Es ist nun für Geräte, Anwendungen und Benutzer möglich, Daten an einem Ort zu „kopieren“ und an einen anderen wieder einzufügen. Der Ukey ist das physikalische Interaktionsmoment von UIC. Es ist ein kleines Gerät (PDA) mit Eingabemöglichkeit und Positionserkennung im Raum. Mit dem Wissen über die eigene Position und die Positionen der Displays im Raum ist eine Zuordnung zwischen Eingabe- und Ausgabegeräten möglich. Dies macht es möglich, die wirkliche physikalische Verteilung der Geräte zueinander zu bringen. [vgl. Slay]

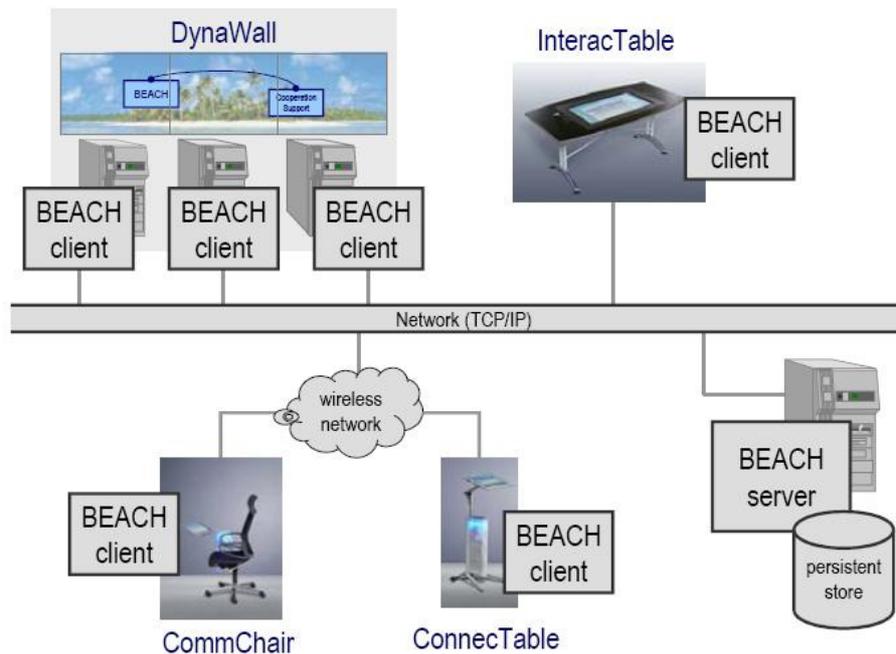
## 4.6 USE Projekt

Ein weiteres Konferenzpaket bietet das USE Projekt, welches im FX Palo Alto Laboratory installiert ist. Es besteht aus zwei Smartboards, einem Telekonferenzsystem, zwei Projektoren, einem Authentifizierungs-System mit RFID sowie Biometrie und einer einfachen Konsole zur Raumkontrolle. Die Konfigurationen des Raumes zur Raumkontrolle können gespeichert werden, um z.B. bestimmte Anwendungen auf den verschiedenen Displays zu zeigen. Bei diesem Projekt werden neben den Aspekten Konferenz und Authentifikation vor allem die kulturellen Aspekte einer Konferenz betrachtet, die regional unterschiedlich sein können. [vgl. Back]

## 4.7 Roomware von IPSI

Roomware – The Second Generation [Streitz] von der IPSI Gruppe der Fraunhofer Gesellschaft aus Darmstadt ist der Nachfolger des i-Land Projekts. Es beinhaltet eine Reihe von Ein- und Ausgabegeräten, die sich alle im selben Raum befinden, alle miteinander vernetzt sind und auf den gleichen Datenbestand zugreifen können.

Das Framework Beach [Tandler], ist für die Displaysteuerung sowie für die Objektdarstellung und deren jeweiliger Transformation zuständig. Für die synchrone Nutzung der Datenobjekte ist das Framework COAST [Schümmer] zuständig. Die Gruppe der Ein- und Ausgabegeräte besteht aus dem ViewPort, dem CommChair, dem ConnectTable, der DynaWall und dem InteracTable.



**Abbildung 7: „Beach Clients“ werden über den „Beach Server“ synchronisiert.  
[Bild aus Tandler]**

Ein PDA stellt für den Anwender den ViewPort dar. Der CommChair ist ein Computer in Form eines Stuhls mit einem schwenkbaren Display. Der ConnecTable ist ein mit anderen ConnecTable koppelbarer Stehpult mit Display. Die DynaWall ist ein großer Wandbildschirm. Als letztes und wichtigstes Element ist der InteracTable zu nennen: ein Tisch mit eingelassenem Touchscreen. Alle Geräte bis auf die DynaWall, lassen sich im Raum bewegen und neu platzieren.

Unter Nutzung der Frameworks wurde die Beispielanwendung MagNet entwickelt. MagNet dient dazu, virtuelle Karteikarten hierarchisch zu sortieren. Die zwei Erweiterungen Palmbeach und BeachMap ermöglichen das autonome Erstellen von Karten mit PDAs und deren Koordination.

Roomware stellt eine Grundlage dar und hier eine Referenz zur Entwicklung von parallel nutzbaren verteilten Anwendungen. Es wird keine dauerhafte Datenspeicherung unterstützt, lediglich das Datenspeichern während der Laufzeit. Das einzige Sicherheits-Feature besteht darin, die Benutzer zu identifizieren.

## 5 Fazit

Die VNC-Technik wird auch im CW-Kontext verwendet, um Informationsdarstellungen zwischen den beteiligten Rechneinheiten zu transportieren. Sie kann gut verwendet werden, solange es keine generelle Technik, wie z.B. X-Windows mit Xinerama, in allen Betriebssystemen gibt. Grid Computing könnte später zur Optimierung eingesetzt werden. Die Argumentation für eine skalierbare Ressourcenverteilung bei Grid Computing spricht auch gegen eine zentralisierte Ressourcenverteilung in einem CW. Croquet ist ein sehr interessanter Ansatz: Es ist dynamisch, verteilt, ausreichend performant, erweiterbar und plattformübergreifend. Allerdings ist die Croquet-Technik nicht sehr verbreitet in der Anwendung. Deswegen wird es schwierig sein, eine ausreichend große Personengruppe zu einer Umsetzung mit Croquet und dem Nutzen der Techniken zu bewegen.

iROS kann zwar nicht als Standardbetriebssystemerweiterung für Collaborative Workspace gesehen werden wohl aber bauen heute viele Forschungsarbeiten auf iROS auf. Ebenso wird nicht nur in Stanford an Erweiterungen von iROS gearbeitet. Am Royal Institute of Technology (KTH) in Kista/Schweden wurde auf Basis von iROS die iLounge [Mattsson] aufgebaut und iROS um die Fähigkeit erweitert, auch verschiedene auf der Welt verteilte Collaborative Workspaces miteinander zu verbinden.

Die Abgrenzung [Slay] von UIC zu anderen Ansätzen wie PointRight basiert darauf, dass immer nur „lineare“ Topologien aufgebaut werden können, die virtuell im Bauklotzformat arrangierbar sind. Sie basiert auch darauf, dass eine Topologie in einem Collaborative Workspace durch die Dynamik der integrierten Ubiquetes Geräte nicht mit einer solchen Topologie abbildbar ist.

Aus Rostock [Heider] kommt der Einwand, dass die Komplexität der möglichen Topologien der Desktops und Windows sehr groß ist und deshalb wegen der Interessenkonflikte der Benutzer immer ein „computer supported negotiation mechanism“ gebraucht wird. Wohingegen der Ansatz von inSpace Projektor [Bilgen] ist, die sozialen Belange wie Aushandeln der Ressourcenbelegung den Benutzern zu überlassen. Das Vertrauen, dass sich soziale Territorien von alleine einstellen und in einem Collaborative Workspace, wo soziales Wirken durch Anwesenheit möglich ist und kooperierendes Verhalten unterstützt wird, kooperativ gehandelt wird, wird hier vorausgesetzt.

Beach [Tandler] scheint ein sehr durchdachtes ausgereiftes Framework für CWs zu sein. Meiner Meinung nach werden auch Funktionen und Verhältnisse durch das Leben, also durch die Anwendung, bestimmt. Das Beispiel der Gehwegeverteilung<sup>1</sup> an der San Jose

---

<sup>1</sup> 1997 wurde der Campus an der San Jose State University erneuert und anstatt sich Gedanken um die Lage der Wege die gepflastert werden müssen zu machen wurde erst einmal einfach überall Rasen gepflanzt. Nach einigen Monaten waren die benötigten und gewollten Wege der Studenten anhand von trampelfaden deutlich sichtbar. Diese Wege die das reale Leben schrieb wurden dann gepflastert.

State University veranschaulicht dies sehr gut. In diesem Zusammenhang müssen auch die verschiedenen Anforderungen an einen CW in kultureller Hinsicht gesehen werden.

Dies zeigt, dass ein verteilter 3D-Desktop (v3DD) mit Remote Windows, der einfach einzubinden ist und eine dynamische Topologie unterstützt, ein guter Ansatz ist, um einen CW schnell zum Laufen zu bringen und den Örtlichkeiten anpassen zu können. Wie ein CW genutzt wird, kann dadurch schnell erkannt werden und nötige Veränderungen leicht integriert werden. Ebenfalls kann durch diese Leichtigkeit der CW einfach verändert und damit den Erfordernissen gut angepasst werden. Alte Verhaltensweisen und Funktionalitäten sind weiter nutzbar und gleichzeitig ist eine Anpassung an eine neue Form der GUI durch Szenengraphen schon integriert.

## 6 Literaturverzeichnis

- [Back] Maribeth Back, Gene Golovchinsky, John Boreczky, Pernilla Qvarfordt, Laurent Denoue, Tony Dunnigan; The USE Projekt: designing smart spaces for real people; FX Palo Alto Laboratory, Palo Alto, CA USA, 2006
- [Bilgen] Aras Bilgen, W. Keith Edwards; inSpace Projektor: An Accessible Display System for Meeting Enviroments; Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA, 2006
- [Hebert] Hebert, A. and Chen, A. 2005. A new collaborative software package: TeamSpace at Stanford University. In Proceedings of the 33rd Annual ACM SIGUCCS Conference on User Services (Monterey, CA, USA, November 06 - 09, 2005). SIGUCCS '05. ACM Press, New York, NY, 109-112. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/1099435.1099460>
- [Heider] Thomas Heider; Assigning Documents to Displays in ad-hoc Multiple Display Enviroments; Position Statement for UbiComp2006 Workshop: "Desinging usability into next-generation conference rooms"; Mobile Multimedia Information Systems Group, Rostock University, Germany
- [Johanson] Brad Johanson, Greg Hutchins, Terry Winograd; PointRight: Pointer/Keyboard Redirection for Interactive Workspaces; Stanford University, Gates 3B-376, Serra Mall, Stanford, CA 94305-9035  
[http://graphics.stanford.edu/papers/pointright-ubicomp/pointright\\_ubicomp.pdf](http://graphics.stanford.edu/papers/pointright-ubicomp/pointright_ubicomp.pdf) (Zugriff 20.2.2007)
- [JohansonDiss] Bradley Earl Johanson; Application Coordination Infrastructure for Ubiquitous Computing Rooms, Dissertation, Department of Electrical Engineering and the Committee on Graduate Studies of Stanford University, December 2002
- [Mattsson] Johan Mattsson; The Wizard of iLounge – Maintenance, advances and experiences from Interactive Workspace deployments; Royal Institute of Technology(KTH); Positionpaper UbiComp2006; 2006  
<http://www.fxpal.com/UbiComp2006/JohanMattson.pdf> (Zugriff 20.2.2007)
- [Reiners] Dirk Reiners, Herausforderungen an moderne Szenengraphsysteme am Beispiel OpenSG; Band 27, Heft 6, Seite 531-541, Dezember 2004, Springer Verlag 2004
- [SG] [www.OpenSG.org](http://www.OpenSG.org) (Zugriff 20.2.2007)
- [Schümmer] Jan Schümmer, Till Schümmer, Christian Schuckmann, COAST – Ein Anwendungsframework für synchrone Groupware, Conference Proceedings for the „Net.ObjectDays 2000“, <http://www.opencoast.org> (Zugriff 20.2.2007)

- 
- [Slay] Slay, H. and Thomas, B. 2006. Interaction and visualisation across multiple displays in ubiquitous computing environments. In Proceedings of the 4th international Conference on Computer Graphics, Virtual Reality, Visualisation and interaction in Africa (Cape Town, South Africa, January 25 - 27, 2006). Afrigaph '06. ACM Press, New York, NY, 75-84. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/1108590.1108603>
- [Smith] David A. Smith, Andreas Raab, David P. Reed, Alan Kay; Croquet Programming, A Concise Guide Draft 0.14, Copyright © 2006 by Qwaq, Inc., [http://www.croquetproject.org/Site PDFs/Croquet Programming 1.0B.pdf](http://www.croquetproject.org/Site%20PDFs/Croquet%20Programming%201.0B.pdf) (Zugriff 7.10.2006)
- [Streitz] Streitz, N., Prante, T., Müller-Tomfelde, C., Tandler, P., and Magerkurth, C. 2002. Roomware©: the second generation. In CHI '02 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (Minneapolis, Minnesota, USA, April 20 - 25, 2002). CHI '02. ACM Press, New York, NY, 506-507. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/506443.506452>
- [Tandler] Peter Tandler, The BEACH Application Model and Software Framework for Synchronous Collaboration in Ubiquitous Computing Environments, Submitted to JSS, special issue on UbiTools v4.2, 26.02.2003
- [VNC] <http://www.realvnc.com/documentation.html> (Zugriff 20.2.2007)