

ISYM - Information Systems & Management
Chemnitz University of Technology
Prof. Dr. Peter Loos and Prof. Dr. Bernd Stöckert



Paper 8

S. Bensing, T. Fischer, T. Hansen, S. Kutzschbauch, P. Loos, C. Scheer

**Bankfiliale in der Virtuellen Realität –
Eine Technologiestudie**

2002

Working Papers of the Research Group Information Systems & Management

Publisher:

Prof. Dr. Peter Loos
Prof. Dr. Bernd Stöckert
Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Information Systems & Management
D-09107 Chemnitz, Germany

<http://www.isym.tu-chemnitz.de>

© Chemnitz, Juli 2002

ISSN 1617-6324 (printed version)
ISSN 1617-6332 (Internet version)

Management Summary

Der Begriff der Virtualität von Bankdienstleistungen wird unterschiedlich interpretiert. Während eine Vielzahl der Veröffentlichungen in den Kontext von Virtuellen Unternehmen und Intermediären einzuordnen ist, kann konstatiert werden, dass die Virtualisierung des Bankgeschäfts im Rahmen dreidimensionaler Technologien weniger Beachtung findet. Die vorliegende Studie soll einen Beitrag dazu leisten, diese Erkenntnislücke zu schließen, indem die Eignung aktueller Technologien zur Realisierung einer virtuellen Bankfiliale im Sinn der virtuellen Realität untersucht wird.

Ziel der Studie ist die Implementierung einer dreidimensionalen Bankfiliale mit verschiedenen Internet-basierten Technologien. Mit den Technologien Adobe Atmosphere, Shockwave 3D, VRML und Java 3D wurden Prototypimplementierungen durchgeführt, um deren Eignung für das Bankgeschäft anhand unterschiedlicher Kriterien zu bewerten.

Keywords:

Virtuelle Bank, Virtuelle Realität, Technologiestudie, Adobe Atmosphere, Shockwave 3D, VRML, Java 3D

Authors

*Sandra Bensing, Torsten Fischer, Torben Hansen, Sandra Kutzschbauch,
Peter Loos, Christian Scheer*

Technische Universität Chemnitz

Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

Information Systems & Management

D-09107 Chemnitz, Germany

Phone: +49/371/531-4375, Fax: -4376

E-Mail: {sandra.bensing | torben.hansen | sandra.kutzschbauch}@s1998.tu-chemnitz.de;

torsten.fischer@wirtschaft.tu-chemnitz.de; {loos | chris.scheer}@isym.tu-chemnitz.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Begriffsbestimmungen	2
2.1	Begriff der Finanzdienstleistungen und deren informationstechnische Abbildung.....	2
2.2	Begriff „virtuell“	4
2.3	Begriff der „Virtuellen Realität“	4
2.4	Begriff der „Virtuellen Bank“	5
2.4.1	Bankfiliale in der Virtuellen Realität	6
2.4.2	Bank als virtuelles Unternehmen.....	6
2.4.3	Bank als Finanzintermediär.....	7
2.4.4	Chancen und Risiken der Virtualisierung des Bankengeschäftes.....	8
3	Auswahl verfügbarer Technologien für die Virtuelle Realität	8
3.1	Merkmale relevanter Technologien.....	8
3.2	Virtual Reality Modelling Language (VRML 2.0).....	9
3.3	X3D	10
3.4	Java 3D.....	10
3.5	Adobe Atmosphere.....	11
3.6	Motion Picture Expert Group 4 (MPEG-4)	11
3.7	Anfy 3D.....	12
3.8	Shout 3D.....	12
3.9	Cult 3D	12
3.10	Pulse 3D	12
3.11	Shockwave	13
3.12	Panoramic Imaging.....	13
4	Entwicklung der prototypischen dreidimensionalen Bankfilialen	13
4.1	Prototyp mit Adobe Atmosphere.....	13
4.2	Prototyp mit Shockwave 3D.....	14
4.3	Prototyp mit VRML	15
4.4	Prototyp mit Java 3D.....	17
5	Bewertung der Prototypen	18
6	Schlussfolgerungen	24
	Literaturverzeichnis	25

1 Einleitung

Die technischen Entwicklungen der letzten Jahre haben eine große Anzahl verschiedener Kommunikationswege zwischen Kunde und Bank ermöglicht. Neben dem traditionellen Weg des direkten, persönlichen Kontaktes in der Bank, des Telefongesprächs und des Schriftverkehrs stehen flächendeckend neue Möglichkeiten des Kontaktes durch SB-Automaten, Home-Banking, Internet Brokering etc. zur Verfügung. Dies führt im Ergebnis zu einem neuen Vertriebswege-Mix, dessen sich der Kunde gerne bedient.¹

In diesem Vertriebswege-Mix kommuniziert der Kunde zunehmend über moderne Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) mit seiner Bank, was kundenseitig vor allem den orts- und zeitungebundenen Zugriff und anbieterseitig die Verlagerung des physischen in ein digitalisierbares Filialgeschäft ermöglicht.

Grenzen dieses Wandels scheinen nur in der Erklärungsbedürftigkeit einzelner Bankleistungen zu liegen, welche der Kunde nur in der bekannten (physischen) Umgebung und im direkten Austausch mit dem Bankangestellten erledigen möchte.

Um zunehmend erklärungsbedürftige Bankleistungen informationstechnisch unterstützen zu können, muss also einerseits eine direkte Rückkoppelung der Kundenangaben erfolgen, was mit Video-Konferenzen und Chat-Anwendungen technisch realisierbar ist.²

Andererseits wünscht sich der Kunde eine ihm vertraute Umgebung, in welcher er sich frei bewegen kann und seine gewünschten Bankfunktionen (wieder-)findet. Zweidimensional gestaltete Kundenschnittstellen, wie z. B. Eingabeformulare beim Internet Brokering, realisieren in diesem Zusammenhang nur eine auf die fachlichen Anforderungen reduzierte Kundenumgebung. Der Kunde findet reine Funktionalität, welche auf eine wenig anspruchsvolle Weise hinter einzelnen Funktionsköpfen hinterlegt ist.

Eine Verbesserung der rein funktionalen Gestaltung der Kundenschnittstelle in Richtung einer für den Kunden anspruchsvollen und vertrauten Umgebung, könnte in der Anwendung dreidimensionaler Technologien der Virtuellen Realität (VR) liegen. Gelänge es, die physische und dem Kunden vertraute Umgebung informationstechnisch nachzubilden und auf Grund der Vorteile der Technologie für den Kunden selbst, ein hohes Maß an Akzeptanz dafür zu erlangen, so könnten mit einer virtuellen Bankfiliale (i. S. der virtuellen Realität) zunehmend vertrauensbedürftige Leistungen angeboten und vertrieben werden.

Ziel der verfolgten und hier in Auszügen beschriebenen Projektarbeit ist die Untersuchung und die vergleichende Anwendung verfügbarerer Technologien der virtuellen Realität für eine virtuelle Bankfiliale. Methodisch wurden dabei einzelne vergleichbare und technologiespezifische Prototypen implementiert und gegenüber gestellt.

¹ Vgl. Salmony und Denck (1999), S. 66 ff.

² Vgl. Will (1998), S. 7 ff.

Die Ergebnisse dieser Technologiestudie (Kapitel 5) umfassen die Bestimmung wichtiger Begriffe (Kapitel 2), die Sammlung vorhandener Technologien (Kapitel 3) und die Beschreibung der im Rahmen des Forschungsprojektes durchgeführten Implementierungsarbeit (Kapitel 4).

2 Begriffsbestimmungen

2.1 Begriff der Finanzdienstleistungen und deren informationstechnische Abbildung

„**Finanzdienstleistungen** im weiteren Sinne werden definiert als Finanzprodukte und diejenigen Leistungen, welche Finanzprodukte als Leistungsgegenstand besitzen.“³

„Finanzdienstleistungen im engeren Sinne [**Finanzprodukte**, die Autoren] sind rechtlich bindende, gegenseitige Zahlungsverprechen zwischen einem oder mehreren Anbietern und einem Kunden, die rechtlich und wirtschaftlich marktfähige Leistungen darstellen; sowohl Höhe als auch Zeitpunkt von Zahlungen können unsicher sein und damit abhängig vom Eintritt bestimmter Umweltsituationen.“⁴

Der Begriff der Finanzdienstleistung, welcher vielerorts als Oberbegriff für Finanzprodukte aller Art verwendet wird, kann in Anlehnung an die Institutssystematik nach §1 des KWG (Kreditwesengesetz) weiter in Bankgeschäfte und Finanzdienstleistungen an sich unterschieden werden.⁵ Abbildung 1 verdeutlicht diese granularere Unterscheidung. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird der Begriff der Finanzdienstleistung als Oberbegriff für Finanzprodukte verwendet.

Die **elektronisch erbrachte Finanzdienstleistung** kann weiter beschrieben werden, als eine Finanzdienstleistung, „die mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien wie Rechnernetze, Computer, Software, SB-Automaten etc. erbracht wird“.⁶

Grundsätzlich können alle Finanzdienstleistungen informationstechnisch unterstützt werden, da der Informationscharakter der Dienstleistung an sich dies zulässt. Einschränkungen bestehen jedoch dahingehend, ob der Bankkunde selbst eine informationstechnische Realisierung von bestimmten Finanzdienstleistungen wünscht.

Vor dem Hintergrund der betrachteten Internet-Technologie – als Ausgangsbasis der Technologiestudie – ist festzustellen, dass sich die Technologie aus Kundensicht nur für bestimmte Finanzdienstleistungen eignet. So stellt Rossbach fest: „Aufgrund der Komplexität, Erklärungsbedürftigkeit und Vertrauensempfindlichkeit vieler Finanzdienstleistungen sind dem Internet, bedingt durch dessen eingeschränkte Kommunikationsmöglichkeiten, zumindest beim derzeitigen Entwicklungsstand Grenzen in seiner Eignung als Vertriebsmedium gesetzt“.⁷

³ Fettke et al. (2001a), S. 2 (Hervorhebungen durch die Autoren)

⁴ Roemer (1998), S. 32

⁵ Vgl. Deutsche Bundesbank Bankenaufsicht (2002)

⁶ Fettke et al. (2001a), S. 3

⁷ Roßbach (1999), S. 90 f.

Bankgeschäfte (§ 1 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 bis 12 KWG)				Finanzdienstleistungen (§ 1 Abs. 3a S. 2 Nr. 1 bis 4 KWG)	
1 Einlagegeschäft und 2 Kreditgeschäft	4 Finanzkommissions- geschäft 16 Emissionsgeschäft	1 Einlagegeschäft* 2 Kreditgeschäft* 3 Diskontgeschäft 5 Depotsgeschäft 6 Leasinggeschäft	7 Forderungsankauf 8 Garantieggeschäft 9 Girogeschäft 11 Geldkreditgeschäft 12 Notgeldgeschäft	1 Anlagenermittlung 3 Abschlussvermittlung 3 Finanzpartialverwaltung 4 Eigenhandel	5 Drittstatenortlagenvermittlung 6 Finanzmaklergeschäft 7 Sortengeschäft
Einlagenkreditinstitut (§ 1 Abs. 3d S. 1 KWG)					
	Wertpapierhandelsbank (§ 1 Abs. 3d S. 3 KWG)				
		Sobald eines dieser Bankgeschäfte betrieben wird			
		und zusätzlich		eine dieser Finanzdienstleistungen erbracht wird	
		ist auch dieses Kreditinstitut nach § 1 Abs. 3d S. 3 KWG eine Wertpapierhandelsbank			
Kreditinstitute			Finanzdienstleistungsinstitute		
Diese Kreditinstitute nur soweit sie Wertpapierhandelsbank sind					
Wertpapierhandelsunternehmen (§ 1 Abs. 3d S. 2 KWG) (je nachdem, die Bankgeschäfte und Finanzdienstleistungen beschränken sich auf Derivate, Rechnungsstellungen oder Derivate i.S. des § 1 Abs. 11 S. 4 Nr. 5 KWG (Waren-Einkaufskredite))					
Institute					

Abbildung 1: Institutssystematik nach § 1 KWG⁸

Entscheidend für den Vertrieb einer Finanzdienstleistung über das Internet ist einerseits, ob die benötigten Informationen für die Leistungserstellung und die Kaufentscheidung über das Netz ausgetauscht werden können.⁹ Der größte Informationsbedarf des Kunden besteht in der Erklärung der jeweiligen Dienstleistung. Hierbei spielt die Erklärungsbedürftigkeit, die Vorkenntnis und der Bildungsgrad des Kunden sowie die Komplexität der Leistung eine entscheidende Rolle.

Aus der Sicht der Bank werden die vom Kunden bereitgestellten Informationen zur Spezifikation von Leistungen benötigt. Häufig ist der Kunde selbst nicht in der Lage, diese Informationen bereitzustellen, weshalb ein persönliches Beratungsgespräch dazu dient, diese offen zu legen.¹⁰

Neben der notwendigen Beherrschung der Erklärungsbedürftigkeit bzw. Komplexität der Finanzdienstleistung ist weiterhin die Vertrauensbedürftigkeit ein bestimmender und aus Sicht der informationstechnischen Umsetzung limitierender Faktor. Der Kunde sucht eine ihm vertraute Umgebung, in welcher er die Finanzdienstleistung in Anspruch nehmen kann. Die Vertrauensbedürftigkeit differenziert sich dabei an Hand der Finanzdienstleistung selbst und darüber hinaus durch den Bedarf des einzelnen Kunden.

⁸ Entnommen von: Deutsche Bundesbank Bankenaufsicht (2002)

⁹ Vgl. Roßbach (1999), S. 92

¹⁰ Eine Bewertung der Internetfähigkeit von Finanzdienstleistungen ist bei Roßbach (1999), S. 94 zu finden

2.2 Begriff „virtuell“

Ursprünglich wird „virtuell“ definiert als „fachsprachlich für: nicht wirklich; scheinbar; der Anlage nach als Möglichkeit vorhanden“.¹¹ Als „virtuell“ ist etwas dann zu bezeichnen, wenn es Eigenschaften aufweist, welche nicht zwingend eine physische/physikalische Entsprechung finden müssen. Im Zusammenhang mit Informationstechnologie (IT) bedeutet „virtuell“ die Simulation eines Prozesses oder Gerätes.

Durch die Popularität des Begriffs der „Virtuellen Realität“ ist eine weitere Bedeutung des Begriffs „virtuell“ erwachsen: Die Bezeichnung wird als Kurzform für bzw. im Zusammenhang mit „Virtueller Realität“ verwendet.

Eine missbräuchliche Verwendung des Begriffs ist in Verbindung mit beliebigen Darstellungen oder Abläufen im Internet festzustellen. So werden beispielsweise Mechanismen, die Zahlungsverkehr über das Internet ermöglichen, voreilig als „virtuelles Geld“ bezeichnet.¹²

Wüthrich und Philipp unterscheiden drei Hauptströmungen zur Interpretation des Virtualitätsbegriffes, welche in Abbildung 2 dargestellt sind.

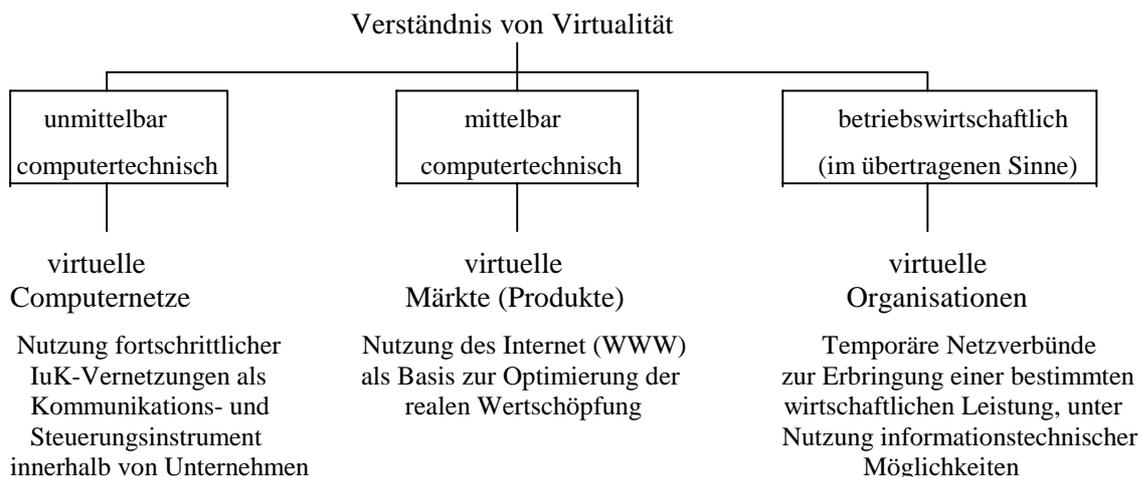


Abbildung 2: Verständnis von Virtualität¹³

2.3 Begriff der „Virtuellen Realität“

Virtuelle Realität (VR) als Konzept beschreibt die Simulation der natürlichen, menschlichen, audiovisuellen und räumlichen Wahrnehmung im bzw. am Computer. Multimediale Systeme und leistungsfähige Mikroprozessoren ermöglichen eine virtuelle Realität als eine im Computer simulierte Wirklichkeit. Mit Hilfe einer elektronischen Brille und eines Datenhandschuhs werden Personen in eine künstliche Welt versetzt und interaktiv in Systemabläufe eingebunden. Über stereoskopisch in die Brille eingespielte, dreidimensional erscheinende Bilder erhält die Person den Eindruck, sich tatsächlich in der abgebildeten Welt zu befinden. Die Bewegungen werden sensorisch erfasst, was zur laufenden Anpassung von Bildausschnitt und Bildperspektive führt. Eine weitere Möglichkeit der

¹¹ Brockhaus GmbH (1994), S. 372

¹² Vgl. Stockmann (1998), S. 273 ff.

Virtuellen Realität ist die sog. Desktop-VR. Dabei wird auf dem Client ein dreidimensionaler Bildausschnitt auf dem Bildschirm dargestellt, welchen der Nutzer über gängige Eingabegeräte steuert. Dreidimensionale Computerspiele arbeiten nach diesem Prinzip.

„VR ist ein wissenschaftliches Forschungsgebiet, eine Technologie und ein Wirtschaftszweig, in den die Computer-, Nachrichten-, Planungs- und Unterhaltungsindustrie weltweit kräftig investiert“.¹⁴ Es ermöglicht das Erkunden einer computergenerierten Welt, in der man sich bewegt, in die man eingreifen und sie steuern kann. Hauptanwendungsgebiete der Virtuellen Realität sind die Ausbildung von Piloten, liegen in der Medizin, aber auch in der Neuentwicklung von Produkten und der Architektur.

Das Konzept der Virtuellen Realität erlaubt in der Finanzdienstleistungswirtschaft dem Kunden einen automatisierten, aber dennoch individuellen und persönlichen Zugang zu seinen Leistungen anzubieten. Die Kundenschnittstelle kann dabei über die „virtuelle Welt im Browser“ (Desktop Virtual Reality), stereoskopische Sichtsysteme (z. B. Shutterbrillen) oder vollständig immersive Systeme (z. B. Head Mounted Device) realisiert werden.¹⁵ Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass eine zunehmende Nutzung technischer Endgeräte für den Kunden mit Kosten und Einarbeitungszeit verbunden ist. Aus diesem Grund erscheint gerade die Desktop-VR als ideale Technologie für die Realisierung einer dreidimensionalen Bankfiliale.

2.4 Begriff der „Virtuellen Bank“

Eine Definition der **Virtuellen Bank** ist daran gekoppelt, welche Eigenschaft bzw. Interpretation einer Bank virtualisiert wird. Häufig wird der Begriff synonym zum Begriff des Electronic Banking verwendet, was nach Stockmann nicht sinnvoll ist.¹⁶ Als Electronic Banking wird die Gesamtheit der EDV-unterstützten Dienstleistungen bezeichnet, die im Verkehr zwischen Bankkunde und Bank angeboten werden, der sogenannte elektronische Kommunikations- und Vertriebskanal zwischen Bank und Kunde. In vielen Veröffentlichungen wird der Begriff der virtuellen Bank nicht konkret definiert, sondern es werden lediglich Erscheinungsformen und Veränderungen in der Bankenbranche mit dem Begriff in Verbindung gesetzt.¹⁷ Für Gerard und Wild stellt die virtuelle Bank einen „Oberbegriff dar, unter den sich eine Vielzahl bereits bekannter Begriffe wie Electronic Banking, Home-, Telefon- und Television-Banking etc. einordnen lassen“.¹⁸

Die Zusammenführung der drei strategischen Optionen

- Nutzung hochentwickelter Informations- und Kommunikationstechnologien,
- Neugestaltung der Schnittstellen zwischen Bank und Kunde und
- Ausrichtung der Organisation auf eine optimale Kundenunterstützung

¹³ In Anlehnung an: Wüthrich und Philipp (1998), S. 14

¹⁴ Rheingold (1992), S. 19

¹⁵ Vgl. Fettke et al. (2001a), S. 5

¹⁶ Vgl. Stockmann (1998), S. 274

¹⁷ Vgl. Ward (1995), S. 68 f.

¹⁸ Gerard und Wild (1995), S. 530

zu einem einheitlichen Konzept, wird bei Gerard und Wild unter dem Begriff der Virtuellen Bank diskutiert.¹⁹

Durch die Virtuelle Bank wird das Beziehungsgefüge zwischen Bank und Kunde verändert. Bestehende Kundenkontakte durch persönliche oder telefonische Beratergespräche werden durch eine Vielzahl weiterer elektronischer Schnittstellen ergänzt. Durch Flexibilität und Effizienz der Leistungserstellung in einer Virtuellen Bank kann der Forderung nach einer kostenoptimalen und komfortablen Versorgung mit Bankdienstleistungen begegnet werden. Den Anforderungen von Firmen- und Großkunden, innovative Systeme zur Erzielung von Zeitgewinnen und Verbesserung der Entscheidungssicherheit zu schaffen, wird ebenfalls entsprochen.

Entscheidende Elemente der Virtuellen Bank sind die Informations- und Kommunikationstechnik. Im Idealfall verfügt die Virtuelle Bank über ein weltumspannendes Datennetz, das für ihre Anwendungen nutzbar ist. Der Beschränkung auf nationale Grenzen wird sich aus kommunikationstechnischer Sicht entledigt. Zeit und Raum entfallen als restriktive Faktoren. Gerard und Wild sprechen von einem Virtuellen Unternehmen, das im Gegensatz zu klassischen Unternehmenszusammenschlüssen eine Konzentration der Zusammenarbeit auf die wettbewerbsrelevanten Aktivitäten und die dafür benötigten Ressourcen fördert.²⁰

Stockmann beschreibt sehr konkret drei mögliche Ausprägungen einer virtuellen Bank:²¹

- Virtuelle Bankfiliale als Erlebniswelt der Virtuellen Realität
- Virtuelle Bank als Spezialform eines virtuellen Unternehmens
- Virtuelle Bank als Finanzintermediär

Weiterführend zu den Ausprägungen der Virtuellen Bank sei auf Fettke et al. verwiesen.²²

2.4.1 Bankfiliale in der Virtuellen Realität

In einer 3-D-Welt, in der sich der Kunde räumlich bewegen kann und die ihm in allen Blickrichtungen seiner Bewegung folgend die Bankfiliale widerspiegelt, geht der Kunde zu dem ihm vertrauten Servicecenter, wo er ohne Wartezeiten von einem virtuellen Bankmitarbeiter bedient wird. Ambros nennt einen solchen Bankbesuch virtuell.²³ Der Kunde kann in einem realitätsnahen dreidimensionalen Raum interagieren und die Bank von jedem Ort der Welt und zu jeder Zeit aufsuchen. Diese Ausprägung bildet die Grundlage für das vorliegende Projekt.

2.4.2 Bank als virtuelles Unternehmen

Mit dem Erscheinen des Buches „The Virtual Corporation“ haben Davidow und Malone den Begriff des virtuellen Unternehmens populär gemacht.²⁴ Darunter wird die organisatorische Zusammenarbeit über räumliche Grenzen und Unternehmensgrenzen hinweg verstanden, die durch vernetzte

¹⁹ Vgl. Gerard und Wild (1995), S. 529 ff.

²⁰ Vgl. Gerard und Wild (1995), S. 532 f.

²¹ Vgl. Stockmann (1998), S. 273 ff.

²² Weiterführend: Fettke et al. (2001b), S. 3 f.

²³ Vgl. Ambros (1995), S. 205

Computersysteme ermöglicht wird. Im Rahmen eines virtuellen Unternehmens werden Leistungen von Mitarbeitern unterschiedlicher realer Unternehmen, die an verschiedenen Orten tätig sind, derart koordiniert, wie dies mit klassischen Organisationsstrukturen nur innerhalb eines Unternehmens möglich wäre²⁵. Der Kunde bestimmt Ort und Zeit der Erbringung der kundenindividuellen Bankleistung. Konradt beschreibt, wie die Partner im virtuellen Unternehmen zusammenarbeiten²⁶.

Die Produktion der virtuellen Bank ist nicht an einen bestimmten Ort gebunden, sondern erfolgt mittels räumlich verteilter Informations- und Kommunikationssysteme, deren Standorte dem Kunden nicht offenbar bzw. unerheblich für die erbrachte Leistung sind. Auch der Standort des Kunden ist letztlich bei der Leistungserbringung der Bank unerheblich, sofern er nur in das informations- und kommunikationstechnische Netz der virtuellen Bank eingebunden ist. Die Virtualisierung des Bankgeschäfts ermöglicht nun die räumliche und organisatorische Trennung der Funktionen Produktion und Absatz, d. h. die Leistung kann dort abgesetzt werden, wo es der Kunde wünscht. Darüber hinaus ist eine weitgehende zeitliche Entkopplung möglich.

Buhl et al. untersuchen in ihrem Aufsatz, wie weit die Praxis von dieser Idealvorstellung entfernt ist und welche Weiterentwicklungen auf dem Weg zur virtuellen Bank zu erwarten sind.²⁷

2.4.3 Bank als Finanzintermediär

Ein Intermediär im allgemeinen Sprachgebrauch ist ein Handelsvermittler zwischen mindestens zwei Marktakteuren.

„Die virtuelle Bank ist ein Finanzintermediär im elektronischen Markt, der die Inanspruchnahme von Bankmarktleistungen offeriert und dem Kunden alle Eigenschaften einer „echten“ Bank bietet. Die virtuelle Bank erstellt Bankmarktleistungen nicht selbst, sondern sie mittelt zwischen Kunden und (echten) Finanzdienstleistern und nutzt hierfür die Möglichkeiten des elektronischen Marktes.“²⁸

Im Zentrum dieser Betrachtung steht die Wahrnehmung des Kunden, d. h. der Finanzdienstleister stellt für den Kunden einen Sozialpartner dar, zu dem man eine persönliche Bindung unterhält. Der Unterschied zwischen einer elektronischen und einer virtuellen Bankfiliale besteht darin, dass die elektronische Bankfiliale als Repräsentanz genau eines Kreditinstitutes zu interpretieren ist, während bei einer virtuellen Bank die Bankleistungen unterschiedlicher Finanzdienstleister kombiniert werden können.

Für konventionelle Finanzdienstleister stellt die in dieser Ausprägung beschriebene virtuelle Bank ein Bedrohungspotenzial dar, weil sich die virtuelle Bank zwischen Bank und Kunde schiebt und die konventionelle Bank somit den direkten Zugang zum Kunden verliert.

Der von Stockmann beschriebene Finanzintermediär kann durch drei Ansätze realisiert werden: Erstens durch eine intelligente automatisierte Clientsoftware, welche z. B. Bankverbindungen

²⁴ Vgl. Davidow und Malone (1992)

²⁵ Vgl. Disterer et al. (1997), S. 441; Buhl et al. (1999), S. 116 ff.

²⁶ Vgl. Konradt (1999), S. 103-107; Buhl et al. (1999), S. 120 ff.

²⁷ Vgl. Buhl et al. (1999), S. 116 ff.

²⁸ Stockmann (1998), S. 276

koordiniert und individuelle Beratungsleistungen erbringt. Zweitens durch eine am Marktplatz abrufbare Intelligenz, beispielsweise in Form eines elektronischen Agentensystems²⁹, das aktuelle Konditionen vergleicht. Drittens durch klassische Finanzberater, „[...]die ihre Dienstleistungen im elektronischen Markt anbieten und dem Kunden gegenüber als persönlicher Agent auftreten [...]“.³⁰

2.4.4 Chancen und Risiken der Virtualisierung des Bankengeschäftes

Intelligente Endgeräte ermöglichen den Filialbanken einen direkteren Zugang zu den Kunden, was zusammen mit den Nutzungsmöglichkeiten der Informationstechnologie innerhalb der Bank eine bedarfsgerechtere und individuellere Gestaltung des Angebots der Bank erlaubt. Eine weitere Chance stellt die effizientere und flexiblere Nutzung von Expertenwissen dar. Ein Call Center beispielsweise kann einen Kunden direkt dem gewünschten Berater zuordnen. Es scheint, als ob der Berater vor Ort in der Filiale tätig ist, faktisch wird die Leistung jedoch durch viele unabhängige, an unterschiedlichen Orten befindliche Leistungsträger erbracht. Es kann vermieden werden, teure Experten in Filialen vorzuhalten, die aufgrund fehlender Nachfrage mit Routinetätigkeiten beschäftigt werden, d. h. Expertenwissen wird gebündelt und effizienter ausgelastet.

Die Bedeutung des klassischen Vertriebswegs Filiale verringert sich andererseits dadurch, dass Produkte und Services einer Virtuellen Bank ohne die Errichtung eines Filialsystems vertrieben werden können. Der Möglichkeit, verschiedene Anbieter von Bankdienstleistungen zu vergleichen, wird durch die informationstechnische Vernetzung Vorschub geleistet. Das bequeme und anonyme Einloggen in die Infoservices von Banken vermeidet zeitaufwendiges Aufsuchen von Filialen³¹. Für die Konzeption und Realisierung einer Virtuellen Bank sowie für die Spezialisierung auf bestimmte Bankenangebote müssen jedoch auch Mitarbeiter zur Verfügung stehen, die kompetent genug sind, Herausforderungen der Umwelt zu erkennen und darauf zu reagieren. Bankenspezifisches Know-how wird also auch weiterhin gefordert sein.

3 Auswahl verfügbarer Technologien für die Virtuelle Realität

3.1 Merkmale relevanter Technologien

Die Verfügbarkeit von Technologien determiniert sich im vorliegendem Anwendungsfall aus zwei Blickwinkeln. Auf der einen Seite entsteht durch die Sammlung am Markt angebotener Technologien eine bestimmte Menge potenziell denkbarer Technologieoptionen, welche sich vor dem Hintergrund beschränkter Forschungsmittel für Hard- und Software in der Entwicklung und der einfachen und kostengünstigen Anwendung beim Kunden wieder reduziert. So entfallen beispielsweise VR-Caves³², da diese mit hohen Entwicklungsinvestitionen und einer unpraktikablen Nutzung durch den

²⁹ Vgl. Brenner und Schubert (1998), S. 25 ff.

³⁰ Stockmann (1998), S. 277

³¹ Vgl. Gerard und Wild (1995), S. 537

³² Dabei befindet sich der Anwender in einem Raum, an dessen Wände einzelne Bilder projiziert werden. Dadurch entsteht eine virtuelle Realität um den Anwender herum.

Endkunden verbunden sind. Weiterhin müssen die potenziellen Technologien sinnvoll für die zu implementierende Bankfunktion einsetzbar sein.

An dieser Stelle wird als die zu realisierende Bankfunktion das Girogeschäft gewählt, um eine Implementierungsarbeit im Rahmen des Projektes und aus Sicht der Ressourcen zu ermöglichen. Zu realisieren ist die Oberfläche eines Kontoauszugsdruckers, eines Überweisungsautomaten sowie eines Bankschalters. Am Bankschalter kann der Kunde weitere Finanzdienstleistungen anstoßen, welche einen direkten Kontakt bzw. Informationsaustausch der Vertragspartner erfordern. Abbildung 3 nochmals verdeutlicht diesen Zusammenhang.

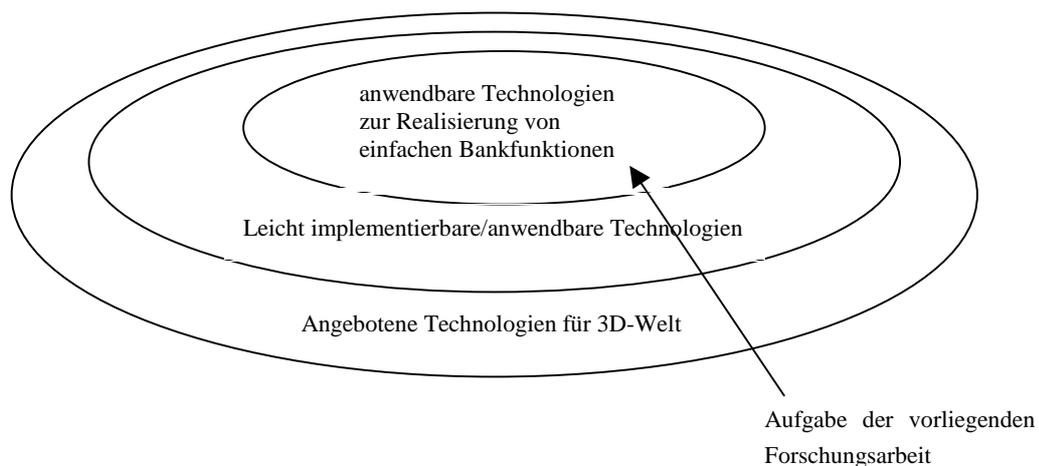


Abbildung 3: Eingrenzung der zu betrachtenden Technologien

3.2 Virtual Reality Modelling Language (VRML 2.0)

VRML 2.0 ist eine objektorientierte, open-standard-3D-Beschreibungssprache. Sie ist netzbasiert (WWW-, Hyperlink-, Multimedia-Unterstützung) und darstellbar in Echtzeit durch Browser in Verbindung mit einem PlugIn. VRML ist standardisiert und plattformunabhängig. Die Interpretation des VRML-Codes erfolgt über das PlugIn auf die jeweilige Hardware. VRML basiert ursprünglich auf dem von Silicon Graphics entwickelten 3D-Standard „Open Inventor“. 1996 ist mit dem Standard VRML 97 die letzte Weiterentwicklung seitens des VRML-Konsortiums erfolgt. VRML dient der Definition und Beschreibung von dreidimensionalen Körpern. Diese Körper werden in der Regel aus grundsätzlichen Grundformen zusammengesetzt: Boxen, Zylinder, Kugeln etc. bilden die Ausgangsbasis für größere Modelle. Ein Objekt kann sich somit aus mehreren anderen Objekten zusammensetzen. Ebenfalls besteht die Möglichkeit zur Punktprogrammierung. Hierbei existieren keine Grundformen als Ausgangsbasis, sondern es erfolgt eine Einzelpunktprogrammierung, die etwa bei Objekterstellungen sinnvoll ist, welche nur schwer mit Grundformkombination erreicht werden können. Darüber hinaus lassen sich Texturen einbinden, Lichtquellen definieren, Text (sowohl 2D als auch 3D) einfügen und nutzerunabhängige Animationen erzeugen. Ereignisse können auf einzelne Objekte angewendet werden und sind in der Regel von einem sensorischem Input abhängig.

Es besteht die Möglichkeit der Vernetzung zahlreicher gepackter wrl-Dateien (VRML-Standarddateiformat in Textform), zur Erzeugung etwa einer großen Umgebung. Die Objekte können

direkt aus der Umgebungsdatei mithilfe ihrer URL (Uniform Resource Locator) aufgerufen werden, ohne dass der Programmcode fest in der Umgebungsdatei vorhanden sein muss. Dies erlaubt eine Mehrfachnutzung einzelner Objekte ohne Aufnahme in den spezifischen Objektcode, sowie die Unterstützung von modularem Aufbau, da Objekte jederzeit ohne Änderungen in anderen Quellcodes im Nachhinein verbessert werden können.

Die Bedeutung von VRML geht jedoch massiv zurück. Dies wird daraus ersichtlich, dass es seit einiger Zeit keine nennenswerten Anwender-Entwicklungen und kein Standarderweiterungen (Version 97 !) mehr gibt.

Zur Zeit beschränkt sich die Nutzung mehr auf den Einsatz für private Zwecke als für den kommerziellen Einsatz. VRML kann manuell nur schwer programmiert werden, weil die Codes zu einem Großteil aus Koordinaten bestehen. Es existiert daher ein großes Angebot an einfach zu bedienenden VRML-Editoren, welche nur einen geringen Einarbeitungsaufwand erfordern.³³

3.3 X3D

X3D ist eine open-standard-3D-Beschreibungssprache des Web3D-Konsortiums (vormals VRML-Konsortium). Die primäre Dateiform in X3D ist XML, so dass sämtliche Inhalte in XML aufbereiteter Form dargestellt werden. X3D wurde im Oktober 2001 als Nachfolger von VRML offiziell ins Leben gerufen und ist zum momentanen Zeitpunkt kein fertiges Produkt, da sich seine Standards noch in der Entwicklungsperiode befinden.

Kernziele von X3D umfassen die vollständige Integration von XML und die Abwärtskompatibilität mit VRML-Welten. XML ist eine strukturiertere HTML-Variante, bei welcher sämtliche Tags selbst definiert werden können und durch die Trennung von Inhalt und Layout eine höhere Modularität und Weiterverarbeitung der Daten gewährleistet werden soll. Durch die Nutzung von XML-Tags sind X3D-Dokumente bei identischem Funktionsumfang erheblich schwerer zu lesen als VRML-Dokumente. Die XML-Unterstützung soll die Verschmelzung mit anderen Anwendungsgebieten erleichtern. Die Generierung von X3D-Dokumenten aus den Datenbeständen einer Datenbank, Tabellenkalkulation etc. soll einen anwendungsübergreifenden Einsatz ohne Konvertierungsvorgänge ermöglichen. Zum derzeitigen Zeitpunkt existieren keine Unterschiede in der Funktionalität zwischen VRML- und X3D-Inhalten, sämtliche X3D-Dokumente können in VRML umgewandelt werden, somit ist lediglich die Struktur der Dokumente unterschiedlich.³⁴

3.4 Java 3D

Java 3D ist eine Erweiterung von Java, basierend auf Java 2. Es ist eine „high level“ Application Programming Interface (API) ohne Abhängigkeit von der unter ihr liegenden graphic rendering engine. Es stellt somit eine Bibliothek von Java-Klassen zur Darstellung dreidimensionaler Graphik innerhalb von Java-Applikationen und -Applets dar. Java 3D ermöglicht Aufbau, Darstellung und

³³ Weiterführende Literatur: Hase (1997), Kloss et al. (1997), Matsuba und Roehl (1996), Rukzio (2001), S. 25 ff.

Kontrolle von 3D-Basisobjekten. Es basiert auf dem Szenegraph-Prinzip und bietet hohe Abstraktionsstufen zur Entwicklung komplexer 3D-Konstrukte und visueller Umgebungen. Der Szenegraph besteht aus einer Vielzahl von Knoten, welche über verschiedene Aufgaben verfügen, je nach Einordnung in die Baumstruktur sind sie bestimmten Aufgabengruppen zugeordnet. Der Szenegraph lässt sich unterteilen in Viewing- und Content-Sektionen, eine Sektion für die Darstellung und eine Sektion zur Verwaltung des Inhaltes.

Java 3D benötigt Java 2 und den Java 3D Development Kit zur Erstellung von Applets. Seitens des Endnutzers wird ein PlugIn benötigt, dieser ist nicht identisch mit der JavaRunTime-Routine, welche mit den meisten Browsern (vor-)installiert wird, sondern ist ein zusätzliches Java3D-PlugIn, welches auf dem PC des Endnutzers zusätzlich vorhanden sein muss.

Zum generellen Ablauf: Der Java-Sourcecode wird zu einer Klasse kompiliert, diese wird beim Nutzer auf der Java Virtual Machine lokal ausgeführt, woraus Zugriffe auf opengl.dll (3D-Bibliothek) oder sonstige Rendering Devices erfolgen. Java 3D erlaubt Zugriff auf DirectX und Open GL, ohne direkt auf dem Befehlssatz coden zu müssen. Hierdurch ist allerdings die 3D-Performance von Java 3D eingeschränkt, für High-End-Applikationen eignet sie sich daher eher nicht. Java 3D bietet einen weit größeren Funktionsumfang als 3D-Beschreibungssprachen wie VRML, erfordert aber auch einen erheblich größeren Erstellungsaufwand. Dies ist insbesondere problematisch bei kleineren Umgebungen, da ein großer unumgänglicher Deklarationsaufwand betrieben werden muss. Große Projekte sollten über Subsiding (modulhaftes Unterteilen des Gesamtprojektes) auf ein Projektteam übertragen werden.³⁵

3.5 Adobe Atmosphere

Adobe Atmosphere basiert auf der Viewpoint-Technologie und besteht aus dem Modellierungsprogramm Atmosphere Builder und dem Browser-PlugIn Atmosphere Browser. Die Viewpoint-Technologie ist ein offenes, XML-basiertes und streamingfähiges Web3D-Format. Die grundlegende Philosophie besteht darin, in einem Modellierungswerkzeug (hier der Atmosphere Builder) Objekte zu erstellen und diese anschließend in das *.OBJ, *.ASE oder *.NFF Format zu exportieren. Danach werden die exportierten Objekte in den Viewpoint Scene Builder (VSB) importiert und mittels der Szenenbeschreibung in die dreidimensionale Anwendung integriert.³⁶

Adobe Atmosphere bietet neben den genannten Werkzeugen einen Community Server an, welcher Multiuser-Welten mit einer Chat- und Avatar-Funktionalität anbietet.³⁷

3.6 Motion Picture Expert Group 4 (MPEG-4)

MPEG-4 ist eine Weiterentwicklung des MPEG-2 Formats und befindet sich seit 1996 in der Entwicklung. Ursprünglich waren keine Interaktionsroutinen hierfür vorgesehen, stattdessen war

³⁴ Weiterführende Literatur: Web3D-Konsortium (2002), Rukzio (2001), S. 30 ff.

³⁵ Weiterführende Literatur: Selman (2002), Sowizral (2000), Lea et al. (1996), Rukzio (2001), S. 73 ff.

³⁶ Vgl. Rukzio (2001), S. 55, 62

³⁷ Weiterführende Literatur: Adobe Systems (2002)

MPEG-4 als komprimiertes Wiedergabeformat zur Reproduktion vorhandener Inhalte gedacht. Inzwischen ist aber die Möglichkeit zur dynamischen Szenenänderungen gegeben. Die Funktionalität geht somit über das übliche „play“, „stopp“, „forward“, „rewind“ hinaus. Es ist möglich, den Sicht- und Hörpunkt innerhalb einer Szene zu ändern. Da Objekte innerhalb von Sequenzen definiert werden können, ist etwa das Auslösen einer Ereigniskette durch Klicken auf ein spezielles Objekt bzw. Starten oder Stoppen eines Videodatenstroms möglich. Die Interaktivität im MPEG-4 Format ist im Kern dazu gedacht, Zusatzinfos zu Filmen bereitstellen zu können. Nichtsdestoweniger kann die Technologie insbesondere aufgrund ihrer effektiven Komprimierungsalgorithmen auch bei interaktiven WWW-basierten Anwendungen Einsatz finden. Zum momentanen Zeitpunkt existieren keine Autorentools. Werkzeuge, welche das MPEG-4 Format bearbeiten können, beschränken sich auf Cut & Paste-Funktionen. Eine Berücksichtigung in der vorliegenden Technologiestudie ist daher nicht möglich. Zukünftig sollte MPEG-4 jedoch berücksichtigt werden, da durch die zu erwartende (legale und illegale) Medienverbreitung durch MPEG-4 eine weitreichende Verbreitung des Formates wahrscheinlich ist.³⁸

3.7 Anfy 3D

Anfy 3D ist ein kommerzieller proprietärer 3D-Modeller auf Java-Basis. Hiermit erzeugte Modelle benötigen kein externes PlugIn, da die Ausgabe als Java Applet erfolgt und ohne PlugIn von jedem Java-fähigen Browser interpretiert werden kann. Die Software zielt tendenziell auf Privatanutzer als Kunden ab.³⁹

3.8 Shout 3D

Shout 3D ist ein kommerzieller 3D-Modeller auf Java-Basis. Seine Kernfunktionalität umfasst die Umwandlung von 3D Studio Max Modellen in interaktive Java Applets. Aus diesem Grund benötigt Shout 3D kein eigenes PlugIn und ist auf jedem Java-fähigen Browser lauffähig.⁴⁰

3.9 Cult 3D

Cult 3D ist ein kommerzieller proprietärer 3D-Modeller. Er verfügt über die Fähigkeit auch ohne Nutzung von Glide etc., wie bei X3D oder VRML, schnelle 3D Animationen zu erzeugen. Dafür ist jedoch ein zusätzliches PlugIn beim Endnutzer nötig.⁴¹

3.10 Pulse 3D

Pulse 3D ist ein weiterer kommerzieller proprietärer 3D-Modeller. Hierfür wird ebenfalls ein zusätzliches PlugIn beim Endnutzer benötigt.⁴²

³⁸ Weiterführende Literatur: Watkinson (2001), Walsh und Bourges-Sevenier (2002), Rukzio (2001), S. 40 ff.

³⁹ Weiterführende Literatur: Anfy Team (2002)

⁴⁰ Weiterführende Literatur: Shout Interactive (2002), Rukzio (2001), S. 35 ff.

⁴¹ Weiterführende Literatur: Cycore Technologies (2002), Rukzio (2001), S. 63 ff.

⁴² Weiterführende Literatur: Pulse Corporation (2002), Rukzio (2001), S. 69 ff.

3.11 Shockwave

Shockwave ist ein kommerzieller Editor für interaktive Inhalte, welcher für WWW-Applikationen eine dominante Stellung eingenommen hat. Shockwave ist in aktuellen Versionen mit einer 3D-Modellierungsfunktionalität ausgestattet worden, welche die bisherige Funktionalität um die Erstellung dreidimensionaler interaktiver Welten ergänzt. Seitens des Benutzers wird hierfür ein zusätzliches PlugIn benötigt.⁴³

3.12 Panoramic Imaging

„Panoramic Imaging“ Software, etwa Apple Quicktime 5, unterscheidet sich von 3D-Modellierungstools dahingehend, dass 360-Grad-Darstellungen mit Zooms in die Tiefe getätigt werden können, aber keine dreidimensionale und selbständig begehbare Umgebung erzeugt wird. Es wird je nach Anbieter ein zusätzliches PlugIn benötigt.⁴⁴

4 Entwicklung der prototypischen dreidimensionalen Bankfilialen

4.1 Prototyp mit Adobe Atmosphere

Mit Adobe Atmosphere können dreidimensionale Welten am Client über das Internet aufgebaut werden. Atmosphere aus dem Hause Adobe ist eine rein proprietäre Lösung, welche momentan in der Beta-Version vorliegt.

Zum Erstellen von 3D-Webseiten steht mit dem der **Atmosphere Builder** ein Werkzeug zur Verfügung. Er bietet eine Palette grundlegender 3D-Objekte, mit denen die Struktur der eigenen Welt gestaltet werden kann. Ein Raum wird aus einem Fußboden, vier Wänden und einer Decke erstellt. Zusätzlich können Objekte zum Einrichten des Raumes hinzugefügt oder Fenster und Türen erstellt werden. Objekte können bei der Gestaltung der Welt mit Verbindungen zusammengefügt werden. Beim Ändern der Größe eines Objektes oder dessen Verschiebung passt Atmosphere automatisch alle verbundenen Objekte an. Fügt man in der Welt eine Beleuchtung hinzu, wird diese Welt zum Leben erweckt, Licht und Schatten werden realistisch wiedergegeben. Objekte können mit dem Atmosphere Builder aber auch animiert werden. So lassen sich beispielweise menschliche Objekte importieren, die sich bewegen und sprechen können. Das in einer beliebigen 3D-Anwendung erstellte Objekt wird hierzu in das ViewPoint-Format exportiert und dann in Atmosphere Builder importiert. Zum Erstellen von Oberflächenstrukturen können JPEG-, GIF- und PNG-Dateien verwendet werden. Weiterhin kann ein beliebiges Objekt in einer Welt mit einer Webseite verknüpft werden, somit kann auf 2D-Inhalte, wie Text und Grafiken, zurückgegriffen werden. Benutzer klicken einfach auf das verknüpfte Objekt und gelangen zu der bestimmten Webseite.

⁴³ Weiterführende Literatur: Macromedia (2002), Rukzio (2001), S. 49 ff.

⁴⁴ Weiterführende Literatur: Apple Corporation (2002), Internet Pictures Corporation (2002)

Mit dem **Atmosphere Browser** und einer mindestens 56 KB schnellen Internet-Verbindung kann die modellierte Welt betreten werden. Adobe Atmosphere ist ein vollständig integriertes System. Besucher einer Atmosphere-Welt sehen sich jeweils als Avatar⁴⁵, d. h. als Erscheinung von sich selbst im virtuellen Raum. Ein Avatar kann in realistischer menschlicher Form oder in beliebiger Form auftreten. Um sich im Raum zu bewegen, d. h. seinen Standpunkt zu ändern, wählt man das sogenannte Move-Tool. Durch Halten der Shift-Taste und Betätigen einer der Cursor-Tasten ist horizontales bzw. vertikales Bewegen in der 3D-Welt möglich. Verwendet man anstatt der Shift-Taste die Control-Taste, rotiert man um seine derzeitige Position. Der Atmosphere-Browser verfügt über einen Chat-Bereich, sodass mit anderen Besuchern der Welt kommuniziert werden kann. Der Designer der Webseite muss einen Community-Server festlegen, um die Chat-Funktion zu aktivieren. Adobe bietet freien Zugang zu einem Community-Server als Teil von Atmosphere.

Die Arbeit mit Adobe Atmosphere erfordert für den Atmosphere Builder sowie den Atmosphere Browser einen Intel Pentium- oder schnelleren Prozessor, das Betriebssystem Windows (außer Windows NT) oder MacOS, 64 MB verfügbaren RAM (32 MB Minimum bei dem Atmosphere Browser) und 50 MB verfügbaren Festplattenspeicher (14 MB bei dem Atmosphere Browser). Die Systemanforderungen für den Atmosphere Browser beinhalten außerdem noch ein 56 K-Modem (oder schneller) sowie den Microsoft Internet Explorer ab der Version 4.01 oder den Netscape Navigator 4.6 und 4.7. Die Abbildung 4 zeigt einen Screenshot des erstellten Prototypen.



Abbildung 4: Prototyp mit Adobe Atmosphere, Ansicht von außen

4.2 Prototyp mit Shockwave 3D

Der Director 8.5 von Macromedia stellt in der neuesten Version mit Shockwave Studio für 3D eine leistungsfähige Entwicklungsumgebung zur Erstellung von 3D-Webinhalten zur Verfügung. Zum Betrachten von Shockwave3D im Webbrowser ist ein PlugIn notwendig, welches beim erstmaligen Aufruf automatisch (nach-)geladen wird.

Mit dem Director 8.5 können interaktive 3D-Grafiken erstellt werden, vergleichbar mit heute bekannten 3D-Welten aus PC-Spielen. Unter Verwendung der integrierten Havok-Physik-Engine können einfache physikalische Gesetze auf die 3D-Objekte angewandt werden.

⁴⁵ Vgl. Loos (2002)

Das Erstellen der 3D-Objekte erfolgt in der Regel nicht mit dem Director, sondern mit dafür spezialisierter Software, wie z.B. 3ds max von Discreet. Diese Softwareprodukte bieten eine Exportfunktion, welche die Daten in einem geeigneten Format für Shockwave 3D zur Verfügung stellen.

Der größte Vorteil liegt in der Unterstützung von 3D-Hardwarebeschleunigung auf Seite des Clienten. Unterstützt werden OpenGL, DirectX 5.2 und DirectX 7. Zusätzlich sind die 3D-Inhalte skalierbar und können an unterschiedlich leistungsstarke Hardware beim Betrachter angepasst werden. Diese Leistungsfähigkeit wird durch die im Director 8.5 integrierte Skriptsprache Lingo erreicht. Durch Lingo wird es möglich, dem erstellten Film Komplexität, Navigation und Interaktivität hinzuzufügen. Dies ist leider ohne einen großen Einarbeitungsaufwand in den Director 8.5 und die enthaltene Skriptsprache nicht zu realisieren.

Um ein Shockwave-PlugIn mit dem Director zu erstellen, wird ein Intel Pentium II-Prozessor (oder schneller) mit einem Windows-Betriebssystem bzw. ein Macintosh Power PC-Prozessor (G3 oder schneller) mit MAC OS 8.1 oder neuer benötigt. Des Weiteren muss der Rechner über mindestens 64 MB RAM und 100 MB Festplattenspeicher verfügen. Empfohlen wird ein 3D-Beschleuniger mit Unterstützung von OpenGL oder DirectX ab Version 5.2. Zum Betrachten der erstellten Inhalte in einem Webbrowser wird mindestens ein Intel Pentium II-Prozessor bzw. ein Macintosh Power PC-Prozessor G3 benötigt. Als Webbrowser können Netscape 4.0 und Microsoft Internet Explorer 4.0 oder neuer verwendet werden. Die Abbildung 5 zeigt einen Screenshot des erstellten Prototypen



Abbildung 5: Prototyp mit Shockwave 3D, Ansicht von außen

4.3 Prototyp mit VRML

VRML erweitert das Web um die Fähigkeit, mit einfachen Markup-Anweisungen komplexe 3D-Bilder auszugeben. Wie HTML ist VRML plattformunabhängig und erweiterbar. Seit der Einführung von VRML ist das Web also dreidimensional.

VRML liegt derzeit in der Spezifikation 2.0 vor. Diese Version erlaubt es, dreidimensionale Objekte zu entwerfen, die Verweise auf andere solche Objekte enthalten können. Damit ist das Navigieren realisierbar. Die Version 2.0 ist leider nicht vollständig abwärtskompatibel zu der Vorgängerversion 1.0, was derzeit bei Software zum Anzeigen von VRML-Dateien für Probleme sorgt.

Für die Anzeige von VRML-Dokumenten gibt es spezielle Browser oder Add-Ons bzw. PlugIns für vorhandene WWW-Browser. Bei der Präsentation eines VRML-Dokuments navigiert nicht mehr der Benutzer, indem er auf einen Text- oder Grafikverweis klickt. Stattdessen sieht er eine dreidimensionale Szenerie. Mit Eingabegeräten wie einer Maus kann er sich darin frei bewegen, verschiedene Ansichten wählen usw.

Die Wurzeln von VRML sind bei OpenInventor, einem von Silicon Graphics entwickelten 3D-Standard, zu finden. VRML-Werkzeuge werden als Freeware, Shareware oder kommerzielle Produkte eingeführt. Einer der bekanntesten kommerziellen, inzwischen aber nicht mehr weiterentwickelten VRML Editoren, ist CosmoWorlds von CosmoSoftware, welche auch den CosmoPlayer-PlugIn produzierten. CosmoWorlds benötigt bei Benutzung der Microsoft Windows-Version mindestens eine Pentium 90 MHz CPU sowie 32MB RAM und mindestens 27 MB Festplattenspeicher. Es ist lauffähig sowohl unter Windows 95/98 sowie unter Windows NT mit Service Pack 3. Voraussetzung ist weiterhin das Vorhandensein des Cosmo Players 2.0/2.1 bzw. des Internet Explorers ab 3.02 oder des Netscape Navigators ab Version 4.0.

Im Folgenden soll bei der Erstellung des VRML-Modells vom obengenannten CosmoWorld als Editor ausgegangen werden, da die Software über einen Funktionsumfang verfügt, welcher unter den WYSIWYG (What you see is what you get)-VRML-Editoren einen Maßstab setzt. Aufgrund seiner vielfältigen Bearbeitungsmöglichkeiten wird im Gegensatz zu Konkurrenzprodukten kein externer 3D-Modeller benötigt. CosmoWorld verfügt über eine Vielzahl von Im- und Exportfunktionen, herausragend ist hierbei insbesondere die Möglichkeit, VRML 2.0 Welten und Objekte einlesen zu können. Probleme macht der Import von H-gelayerten Objekten. Diese Technik wurde insbesondere von zahlreichen Spezialprogrammen, etwa zur Erstellung von Avataren, eingesetzt. CosmoWorld ist hierzu nicht kompatibel. Dies bedeutet, dass derart geschaffene Objekte nicht importiert werden können, da die Importroutine bei jedem Fehler abbricht. Dies schränkt insbesondere den Import von animierten Objekten erheblich ein. Der Benutzerkomfort bei CosmoWorld ist groß, es ist auch dem Anfänger ohne Vorkenntnisse auf dem CAD-Gebiet schnell möglich, sich in das Programm auch ohne Studium des umfangreichen Handbuchs einzuarbeiten. Durch die nahtlose Integration mit dem CosmoPlayer-PlugIn als Vorschauomodul, ist ein schneller Test von Änderungen im Modell gewährleistet. Die Definition von internen Verknüpfungen/HotSpots oder die Definition von Viewpoints ist für den Nutzer intuitiv gelöst worden, mittels eines hierarchischen Baumes, welcher auf Wunsch jeweils nur die relevanten Baumäste anzeigt. Somit ist ein schnelles Navigieren und Auffinden von Nodes im Baum möglich. Die Kollisionsabfrage lässt sich analog einfach umsetzen, die Objektorientierung von CosmoWorld fällt hierbei positiv auf, da sämtliche Eigenschaften eines Objektes im zugehörigen Objektfenster betrachtet und manipuliert werden können. Steht eine gewünschte Operation nicht zur Verfügung, so kann diese mittels Auswahl des entsprechenden Icons hinzugefügt werden, die hierdurch erweiterten Bearbeitungsmöglichkeiten werden auf einem weiteren Registerblatt im Objektfenster angezeigt.

Nachteilig ist das konsequente Abbrechen eines Vorgangs, sobald von CosmoWorld ein Fehler entdeckt wurde. So wird ein Vorgang, wie etwa das Publizieren einer Welt abgebrochen, wenn von der Software nicht sämtliche referenzierten externen Dateien lokalisiert werden konnten. Dies hat zur

Folge, dass zwar nur vollständige VRML-Modelle publiziert werden können, was positiv zu bewerten ist. Allerdings ist festzustellen, dass bei großen Projekten eine Modifikation von einzelnen Funktionen nicht zwangsläufig das lokale Vorhandensein sämtlicher Dateien in der Server-Verzeichnisstruktur voraussetzt und das manuelle Ausklammern der Dateien vom Publikationsvorgang sehr mühselig ist. Die Abbildung 6 zeigt einen Screenshot des erstellten Prototypen mit VRML.

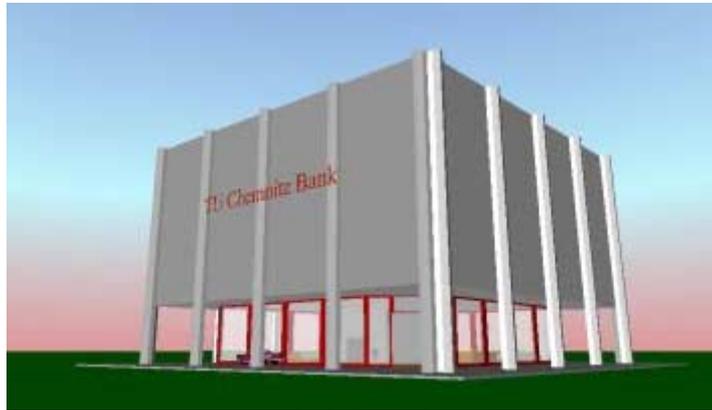


Abbildung 6: Prototyp mit VRML, Ansicht von außen

4.4 Prototyp mit Java 3D

Die Java 3D-Klassenbibliothek stellt innerhalb der Java-Produktfamilie den Ansatz dar, eine Schnittstelle für die Darstellung und Manipulation dreidimensionaler Szenarien bereitzustellen. Die Bibliothek implementiert selbst Objekte und Methoden zur Repräsentation einer Szenerie und nutzt für deren Darstellung ausschließlich vorimplementierte und an das jeweilige Betriebssystem angepasste Funktionsbibliotheken. Derzeit sind angepasste Fassungen der Java 3D-Klassenbibliothek für OpenGL von SiliconGraphics auf Windows NT und diversen UNIX-Plattformen erhältlich, sowie eine Version für Direct3D auf Windows 9x und Windows 2000. Hierdurch erbt die Java 3D-Klassenbibliothek einen Großteil der Vorteile, welche die herstellereigenen Implementierungen an Optimierungen mitbringen. Beispielsweise wird das Zeichnen (und z. T. sogar die Transformation) von Objekten heutzutage schon durchweg durch die Videohardware beschleunigt.

Mit folgenden Themen sollte der Nutzer vor Programmierung in Java 3D vertraut sein:

- Programmierung in Java, insbesondere Verständnis Java-spezifischer Konstrukte wie Klassen, Interfaces, lokale Klassen, Exceptions und deren Behandlung.
- Verständnis der Entwicklung (einfacher) Anwendungen mit grafischer Benutzeroberfläche, insbesondere der Klassen `java.awt.Frame` und `java.applet.Applet`. Ebenso sollte die Funktionsweise des Ereignisbehandlungsmodells in Java 1.1.x und höher keine Neuheit sein.
- Ein grundlegendes Verständnis über Prinzipien der grafischen Darstellung dreidimensionaler Objekte, wie die Darstellung der grundlegenden Operationen Skalierung, Rotation und Translation als 4 x 4-Matrizen, deren Konkatenation und Anwendung der so erhaltenen linearen Abbildung auf einen Vektor sind ebenfalls von Vorteil.

Die Java 3D-Klassenbibliothek besteht aus 16 einzelnen Paketen, welche die Repräsentation dreidimensionaler Geometrie implementieren, sowie Aufrufe der vom Betriebssystem bereitgestellten Routinen für deren Darstellung kapseln. Darunter enthält die Bibliothek ein Paket, das Vektorgeometrie implementiert. Die übrigen Pakete enthalten Klassen zur Einbringung von Klängen und vielerlei Hilfsklassen, von denen einige die Entwicklung von Anwendungen sehr vereinfachen und als schnell zu verwendende Grundkomponenten in einer Anwendung dienen können.

Grundvoraussetzungen zur Anzeige von Java 3D sind das lokale Vorhandensein der Java Runtime Environment bzw. des Java Development Kits ab Version 1.2, eine hardware-beschleunigte 3D-Graphikkarte, sowie ein Pentium 200 MHz Prozessor als Untergrenze. Die Abbildung 7 zeigt einen Screenshot des erstellten Prototypen.



Abbildung 7: Prototyp in Java 3D, Ansicht von außen

5 Bewertung der Prototypen

Zur Erstellung und Bewertung der Prototypen standen folgende Ressourcen zur Verfügung:

- PC Pentium III, 500 MHz mit 512 MB RAM
- Bis auf den Prototypen in Atmosphere, der nur unter Windows 98 entwickelbar war, wurden alle anderen Prototypen unter dem Betriebssystem Windows NT erstellt.
- 17 Zoll Monitor

Für die Bewertung der erstellten Prototypen wurden Vergleichsparameter definiert, welche die virtuelle Bankfiliale sowohl aus technischer Sicht als auch als fachlicher Sicht betrachten.⁴⁶ Alle Vergleichsparameter wurden in einem morphologischen Kasten zusammengefasst und mögliche Ausprägungen der einzelnen Parameter definiert. Da es sich grundsätzlich um eine Client-Server-Architektur handelt, wurden die Bewertungen in die Klassen Client und Anbieter (i. S. von Server) unterteilt (vgl. Abbildung 8).

⁴⁶ Vergleichsparameter aus rein technischer Sicht werden bei Rukzio (2001), S. 21 ff. vorgeschlagen.

1 Client	
1.1 Geschwindigkeit	
1.1.1 Ladezeit bis erstes Bild sichtbar	in Sekunden je 56k, 64k, 768k
1.1.2 Ladezeit / bis Bild vollständig da	in Sekunden je 56k, 64k, 768k
1.1.3 Bewegungsablauf	flüssig, stockend, „Diashow“
1.2 PlugIns	
1.2.1 Art	Typ
1.2.2 Größe	in MB
1.2.3 Umgebung	Betriebssystem, Browser
1.2.4 Renderer-Unterstützung	Hard-/Software
1.2.5 Navigationsunterstützung	Viewpoints, Gleiten, automatischer Rundgang
1.2.6 3. Personen-Sicht	Ja/nein
1.2.7 Steuerungslogik	beinhaltet / wird jedesmal heruntergeladen
2 Anbieter	
2.1 Entwicklung	
2.1.1 Entwicklungsumgebung (Hard-/Software)	Betriebssystem, Programme
2.1.2 Hardware	Arbeitsspeicher
2.1.3 Software	Open Source, Standardisierung
2.1.4 Entwicklungsprozess	Beschreibung
2.1.5 Probleme	Welche ?
2.1.6 Import-/Exportfunktion	Welche ?
2.1.7 Entwicklungszeit/-aufwand, Erlernbarkeit	Literatur, Einarbeitungszeit bis Hello World
2.1.8 Multientwicklungsfähig	ja, nein
2.1.9 notwendige Zusatzprogramme	Welche ?
2.2 Realisierung der Bankfunktion	
2.2.1 Multimedia	Audio (MP3, Wave, ...), Video (AVI)
2.2.2 Bedienbarkeit, Grundfunktion	Mouse, Cursor, Desktop-VR
2.2.3 Multi-User-Fähigkeit	ja, nein (Standard oder Zusatz)
2.2.4 Anbindung Datenbank in 3D	ja, nein
2.2.5 Verlinkung	ja, nein (URL)
2.2.6 Sicherheit	ja, nein (https)
2.2.7 Funktionalitätsumfang	Mächtigkeit der Sprache

Abbildung 8: Morphologischer Kasten mit Vergleichsparametern und deren Ausprägungen für die Bewertung der einzelnen Prototypen

Die einzelnen Ergebnisse des Vergleichs der implementierten Prototypen sind in Abbildung 9 zu finden.

Beurteilungskriterien	VRML 2.0	Java 3D	Atmosphere	Shockwave
1 Client				
1.1 Geschwindigkeit				
1.1.1 Ladezeit bis erstes Bild sichtbar	20s	60s	15s	wird erst ausgeführt, wenn vollständig geladen, 1025s (mit Player) sonst 290 s
1.1.2 Ladezeit / bis Bild vollständig da	105s	140s	90s	1025s (mit Player), sonst 290 s
1.1.3 Bewegungsablauf	abhängig vom verwendeten PlugIn: flüssig oder stockend	„Dia Show“ im Vollbild Modus	flüssig	flüssig mit Hardwareunterstützung, sonst stockend
1.2 PlugIns				
1.2.1 Art	PlugIns von Drittherstellern: Cosmo Player, Blaxxun, OpenWorlds, ...	Java Virtual Machine für das jeweilige OS	Atmosphere Browser	Shockwave 3D, einmalige Installation beim ersten Aufruf
1.2.2 Größe	je nach PlugIn zwischen 1.1 und 14 MB	zwischen 8 und 12 MB je nach OS	5.0	3.2
1.2.3 Umgebung	Windows, Mac BeOS, Linux, Solaris sowie weitere Unix-Derivate	Windows, Mac BeOS, Linux, Solaris sowie weitere Unix-Derivate	Windows, außer NT4; MacOS	Windows, Mac
1.2.4 Render-Unterstützung	Hardware/Software	Hardware/Software	Hardware/Software	Hardware/Software
1.2.5 Navigationsunterstützung	Definitionen von Viewpoints, auch ineinander geschachtelt, Gleiten	möglich, erweiterter Erstellungsaufwand	Definieren von Viewpoints	kann vom Entwickler programmiert werden
1.2.6 3. Personen-Sicht	von verwendeten PlugIn abhängig	möglich, erweiterter Erstellungsaufwand	Möglichkeit, sich beim Navigieren selbst zu sehen (Avatar entwickeln)	möglich, muß vom Entwickler programmiert werden
1.2.7 Steuerungslogik	ist beinhaltet	wird jedesmal runtergeladen	ist beinhaltet	kann vom Entwickler frei definiert werden und wird somit jedesmal runtergeladen
2 Anbieter				
2.1 Entwicklung				
2.1.1 Entwicklungsumgebung	Windows, Mac BeOS, Linux, Solaris sowie weitere Unix-Derivate, diverse Editoren verfügbar	Windows, Mac BeOS, Linux, Solaris sowie weitere Unix-Derivate, diverse Tools verfügbar	Windows, außer NT; MacOS	Windows, Mac
2.1.2 Hardware	abhängig vom OS	abhängig vom OS	64 MB; Intel Pentium oder schnellerer Prozessor	64 MB; Intel Pentium II oder schnellerer Prozessor
2.1.3 Software	sowohl kommerzielle als auch nicht kommerzielle Editoren, welche die VRML 2.0 Spezifikation befolgen, erhältlich	sowohl kommerzielle als auch nicht kommerzielle Editoren, welche die Java Spezifikation befolgen, erhältlich	Beta-Status; mit hoher Wahrscheinlichkeit später kommerziell	Director 8.5 von macromedia, kommerziell
2.1.4 Entwicklungsprozess	Erstellung im Editor oder Import aus CAD-Programm, Publizieren des Ergebnisses inkl.	manuelle Programmierung in Java unter Zuhilfenahme der Jav-Klassen,	Erstellen einer 3D-Welt mit vordefiniertem Werkzeugkasten, farbliche Gestaltung	Import von 3D-Objekten, Zusammenstellung der Objekte in einer

	aller benötigten extern referenzierten Objekte bzw. Texturen und Grafiken	abschließende Compilierung des Applets und Einbindung in HTML-Umgebung	anwendbar auf gesamte Objekte oder Teile eines Objekts; eventuell Import von Objekten und Texturen, Publizieren der Welt inklusive aller externen Objekte	Szene, Beleuchtung festlegen, Erstellung der Navigation und Interaktion mit Hilfe der integrierten Scriptsprache Lingo
2.1.5 Probleme	Vielzahl von Editoren mit unterschiedlichem Funktionsumfang und Kompatibilitätsproblemen untereinander, Weiterbearbeitung eines Projektes mit anderem Editor häufig nicht möglich	aufwendige Erstellung, fortgeschrittene Java-Programmierkenntnisse erforderlich	Hilfefunktion sehr kurz beschrieben, aufgrund der Beta-Version noch viele Bugs, die nicht erklärbar sind, Kollisionsabfrage nicht ohne weiteres umsetzbar	setzt fertige 3D-Objekte und damit Kenntnisse zum Erstellen von Objekten in 3D-Modellern voraus, hoher Einarbeitungsaufwand in Lingo
2.1.6 Import-/Exportfunktion	abhängig vom Editor, in der Regel zahlreiche Formate, deren Konversation aber häufig mangelhaft funktioniert	Im- und Export Möglichkeiten eingeschränkt, über externe Software teils möglich	derzeit nur Atmosphere-Files importierbar	eigenes Importformat, 3D-Modeller bieten dieses als Exportfunktion an, Exportfunktion wird nicht benötigt
2.1.7 Entwicklungszeit/-aufwand, Erlernbarkeit	zahlreiche Bücher und Internetquellen erhältlich, WYSIWYG-Editoren in großer Zahl verfügbar, Einarbeitungszeit gering, < 1 Stunde	sehr großes Literaturangebot, keine WYSIWYG-Editoren verfügbar, hohe Einarbeitungszeit > 2 Tage	im Programm vorhandene Hilfefunktion, noch keine Literatur verfügbar, relativ schnell erlernbar	Bedienung mit anderen Macromedia-Produkten übereinstimmend, hoher Einarbeitungsaufwand in Lingo, Kenntnisse über 3D-Kamerasteuerung, Beleuchtung erforderlich, einfaches Hello World ca. 2h
2.1.8 Multientwicklungsfähig	ja	ja	ja	nein
2.1.9 Zusatzprogramme	-	Grafikdesign-Software	-	3D-Modeller
2.2 Realisierung der Bankfunktion				
2.2.1 Multimedia	Sämtliche 1997 gängigen Formate, aber keine MP3-Unterstützung	abhängig von Art der Programmierung	möglich	Einbindung möglich
2.2.2 Bedienbarkeit, Grundfunktion	Mouse, Cursor	abhängig von Art der Programmierung	Mouse, Cursor	Mouse, Tastatur (wird vom Ersteller der Szene festgelegt)
2.2.3 Multi-User-Fähigkeit	nicht dafür ausgelegt, Funktionalität über Zusatzmodule verfügbar	ja	ja (Standard)	nein
2.2.4 Anbindung Datenbank in 3D	ja	ja	nein	nein
2.2.5 Verlinkung	ja	ja	ja	ja
2.2.6 Sicherheit	ja	ja	ja	ja
2.2.7 Funktionalitätsumfang	umfangreich, bei dynamischer Interaktion Befehlssatz eingeschränkt	sehr umfangreich	-	sehr umfangreich, durch Scriptsprache

Abbildung 9: Bewertung der einzelnen Prototypen in tabellarischer Form

6 Schlussfolgerungen

Im Ergebnis der Bewertung der Prototypen – vor dem Hintergrund der Anwendung der untersuchten Technologien bei der Implementierung einer virtuellen Bank – kann folgendes festgestellt werden:

Die Technologie **Adobe Atmosphere** ist für die Implementierung nur bedingt geeignet. Der gewünschte zügige Bewegungsablauf in der 3D-Welt wird zwar gewährleistet, jedoch sind in der Beta-Version derzeit nur Objekte importierbar, welche direkt von Adobe oder im Atmosphere-Format zur Verfügung gestellt werden. Aus diesem Grund müssen Objekte, wie beispielsweise Kontoauszugsdrucker oder Schalter, mit der zur Verfügung stehenden Objekt-Palette modelliert werden. Die Anbindung einer Datenbank im Hinblick auf die zu realisierenden Bankfunktionen stellt weiterhin ein Problem dar, da dies momentan nicht unterstützt wird.

Mit dem Director 8.5 stellt Macromedia eine professionelle Entwicklungsumgebung zur Erstellung von interaktiven 3D-Inhalten für das Internet zur Verfügung. Macromedia hat bereits über Flash und **Shockwave** eine sehr große Verbreitung und Akzeptanz im Internet erreicht, somit ist in den meisten Fällen nur eine Aktualisierung der PlugIns bei den Klienten erforderlich. Bei der Entwicklungsumgebung handelt es sich um ein kommerzielles Produkt eines Herstellers. Zur Erstellung der betrachteten Bankfunktionen eignet sich der Director 8.5 gut, vor allem im Hinblick auf die einfache Veröffentlichung der 3D-Welt. Als Nachteil muss die sehr komplexe Skriptsprache und der hohe Einarbeitungsaufwand gesehen werden. Da es sich um ein sehr neues Produkt handelt, kann nicht auf viel vorhandene Literatur zurückgegriffen werden. Für die Entwicklung sind außerdem ein 3D-Modeller und damit verbundene Kenntnisse zur Erstellung von 3D-Objekten notwendig. Insgesamt erscheint Shockwave geeignet zur Implementierung einer virtuellen Bankfiliale.

Virtual Reality Modelling Language 2.0 ist aufgrund seines Alters einerseits ausgereift, andererseits jedoch inzwischen technisch überholt. Prinzipiell ist VRML in der Lage, komplexe 3D-Welten zu generieren, deren Datenmengen vergleichsweise überschaubar bleiben und eine flüssige Navigation auch über Modemverbindungen zu erlauben. Problematisch ist die fehlende Unterstützung von modernen Standards, wie z. B. MP3. Dies hat Dritthersteller dazu motiviert, derartige Zusätze eigenständig als Zusätze in ihre PlugIns zu implementieren, wodurch eine Aufweichung des VRML-97-Standards erfolgte. Im Ergebnis können heutzutage viele Welten nur noch mit jeweils proprietären Browser-PlugIns betrachtet werden. Es bleibt abzuwarten, inwieweit sich die Nachfolgetechnologie X3D durchsetzen kann. Letztendlich eignet sich VRML durchaus für die Realisierung einer Virtuellen Bank, es sollten jedoch notwendige PlugIns fest definiert werden.

Java 3D ist gut geeignet für die Erstellung von komplexen 3D-Welten. Jedoch ist Java-Know-how erforderlich, da es sich hierbei nicht um ein externes Modellierungswerkzeug, sondern um eine Programmier-API handelt, welche die Funktionalität von Java erweitert. Somit lassen sich mit Java 3D Welten erzeugen, welche in einer vergleichbaren Komplexität nicht bzw. nur in Kombination mit anderen Technologien erstellbar wären. Nachteil von Java 3D ist die schlechte Performance, welche zu langsamen, ruckartigen Bewegungen führt, insbesondere im Vollbildmodus. Für kleine 3D-Projekte bzw. für unerfahrene Programmierer ist Java 3D aufgrund des Sprachumfangs daher nicht geeignet.

Erfahrene Programmierer können den Code optimieren, kämpfen aber ebenfalls gegen die Trägheit der 3D-Darstellung an.

Insgesamt bleibt Java 3D die erste Wahl für die Implementierung der virtuellen Bankfiliale, auf Grund seines Java-Sprachkerns und seiner daraus bedingten Möglichkeiten. Die weitere technische Entwicklung wird zeigen, ob proprietäre Lösungen (z. B. Adobe Atmosphere) auf Grund der angebotenen Werkzeugunterstützung oder standardisierte Lösungen (z. B. Java 3D) auf Grund verbesserter Bandbreite das Rennen im Internet machen werden.

Literaturverzeichnis

Adobe Systems (2002): Über Adobe, <http://www.adobe.de>, Abruf am 11.04.2002.

Ambros, H. (1995): Virtual Reality, Virtual Banking – Strukturen am Scheideweg, ein Langzeitszenarium, Wien.

Anfy Team (2002): AnfyTeam Homepage, <http://anfyteam.com/index.html>, Abruf am 11.04.2002.

Apple Corporation (2002): Quicktime, <http://www.apple.com/quicktime/>, Abruf am 11.04.2002.

Brenner, W.; Schubert, C. (1998): Einsatz intelligenter Softwareagenten im elektronischen Handel, in: HMD, 35, 199, S. 25-37.

Brockhaus GmbH (1994): Brockhaus-Enzyklopädie, 19. Auflage, Mannheim.

Buhl, H.U.; Visser, V.; Will, A. (1999): Virtualisierung des Bankgeschäfts, in: Wirtschaftsinformatik, 41, 2, S. 116-123.

Cycore Technolgoies (2002): Cult 3D, <http://www.cult3d.com/>, Abruf am 11.04.2002.

Davidow, W. H.; Malone, M. S. (1992): The Virtual Corporation, New York.

Deutsche Bundesbank Bankenaufsicht (2002): Übersicht über Institutsaufsicht in Deutschland, <http://www.bundesbank.de/de/banken/aufsicht/uebersicht/pdf/institut.pdf>, Abruf am 04.04.2002.

Disterer, G.; Teschner, R.; Visser, V. (1997): Einsatz von Informationstechnik beim Aufbau einer virtuellen Bank, in: Wirtschaftsinformatik, 39, 5, S. 441-449.

Fettke, P.; Loos, P.; Scheer, C. (2001a): Entwicklungen in der elektronischen Finanzdienstleistungswirtschaft, Arbeitspapier Nr. 4, Technische Universität Chemnitz, Information Systems & Management, Chemnitz.

Fettke, P.; Loos, P.; Thießen, F.; Zwicker, J. (2001b): Modell eines virtuellen Finanzdienstleisters: Der Forschungsprototyp cofis.net, Arbeitspapier Nr. 1, Technische Universität Chemnitz, Information Systems & Management, Chemnitz.

Gerard, P.; Wild, R.G. (1995): Die virtuelle Bank oder “Being Digital”, in: Wirtschaftsinformatik, 37, 6, S. 529-538.

Hase, H.-L. (1997): Dynamische Virtuelle Welten mit VRML 2.0, Heidelberg.

Internet Pictures Corporation (2002): IPIX, <http://www.ipix.com/>, Abruf am 11.04.2002.

Kloss, J.; Rockwell, R.; Szabo, K. (1997): VRML 97, Heidelberg.

Konradt, U. (1999): Partner im virtuellen Unternehmen, in: Harvard Business Manager, 1999, 3, S. 103-107.

Lea, R.; Matsuda, K.; Miyashita, K. (1996): Java for 3D and VRML Worlds, New York.

- Loos, P. (2002): Avatar, in: Schildhauer, Th. (Hrsg.), Lexikon Electronic Business, München-Wien, *in Vorbereitung*.
- Macromedia (2002): Director Shockwave, <http://www.macromedia.com/software/director/>, Abruf am 11.04.2002.
- Matsuba, S. N.; Roehl, B. (1996): VRML, das Kompendium, München.
- Noisecrime Productions (2002): Home of NCP, <http://www.noisecrime.com>, Abruf am 17.04.2002.
- Pulse Corporation (2002): Pulse, <http://www.pulse3d.com/>, Abruf am 11.04.2002.
- Rheingold, H. (1992): Virtuelle Welten, Reinbek bei Hamburg.
- Roemer, M. (1998): Direktvertrieb kundenindividueller Finanzdienstleistungen: Ökonomische Analyse und systemtechnische Gestaltung, Heidelberg.
- Roßbach, P. (1999): Das Internet als Vertriebsmedium für Finanzdienstleistungen, in: HMD, 36, 206, S. 90-101.
- Rukzio, E. (2001): Formate, Technologien und Architekturkonzepte für 3D-Web-Applikationen. Belegarbeit der Technischen Universität Dresden.
- Salmony, M.; Denck, A. (1999): Multibanking: Auf dem Weg zur neuen Bank, in: Harvard Business Manager, 1999, 1, S. 66-74.
- Scholz, C. (2000): Strategische Organisation – Multiperspektivität und Virtualität, 2. Auflage, Landsberg/Lech.
- Selman, D. (2002): Java 3D Programming, Chicago.
- Shout Interactive (2002): Welcome to Shout, <http://www.shout3d.com/>, Abruf am 11.04.2002.
- Sowizral, H.; Rushforth, K.; Deering, M. (2000): The Java 3D API Specification, New York.
- Stockmann, C. (1998): Die virtuelle Bank: Eine Begriffsklärung, in: Wirtschaftsinformatik, 40, 4, S. 273-280.
- Walsh A.E.; Bourges-Sevenier, M. (2002): MPEG4- Jumpstart, New Jersey.
- Ward, G. (1995): Virtual Banking – Aufbruch in das Zeitalter der virtuellen Bank, in: Geldinstitute, 1995, 3, S. 68-69.
- Watkinson, J. (2001): MPEG Handbook, Burlington.
- Web3D-Konsortium (2002): X3D Extensible 3D, <http://www.web3d.org/x3d>, Abruf am 11.04.2002.
- Will, A. (1998): Finanzdienstleistungen auf Netzmärkten – Wandel der Märkte und Virtualisierung der Geschäftstätigkeit. Universität Augsburg, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre mit Schwerpunkt Wirtschaftsinformatik. Diskussionspapier WI-45, 1998 (auch in: Bank-Archiv, 47, 6, 1999, S. 427-434)
- Wüthrich, H.A.; Philipp, A. (1998): Virtuell ins 21. Jahrhundert!? – Wertschöpfung in temporären Netzwerkverbänden, in: HMD, 35, 200, S. 9-24.

Working Papers of the Research Group Information Systems & Management:

- Paper 1: Fettke, P.; Loos, P.; Thießen, F.; Zwicker, J.: Modell eines virtuellen Finanzdienstleisters: Der Forschungsprototyp cofis.net 1. April 2001.
- Paper 2: Loos, P.; Fettke, P.: Aspekte des Wissensmanagements in der Software-Entwicklung am Beispiel von V-Modell und Extreme Programming. Juli 2001.
- Paper 3: Fettke, P.; Loos, P.: Fachkonzeptionelle Standardisierung von Fachkomponenten mit Ordnungssystemen – Ein Beitrag zur Lösung der Problematik der Wiederauffindbarkeit von Fachkomponenten. Juli 2001.
- Paper 4: Fettke, P.; Loos, P.; Scheer, C.: Entwicklungen in der elektronischen Finanzdienstleistungswirtschaft. Dezember 2001.
- Paper 5: Deelmann, T.; Loos, P.: Überlegungen zu E-Business-Reifegrad-Modellen und insbesondere ihren Reifeindikatoren. Dezember 2001.
- Paper 6: Fettke, P.; Langi, P.; Loos, P.; Thießen, F.: Modell eines virtuellen Finanzdienstleisters: Der Forschungsprototyp cofis.net 2. Juni 2002.
- Paper 7: Deelmann, T.; Loos, P.: Entwurf eines Merkmal-Sets zur Beschreibung ausgewählter organisatorischer, funktionaler und ökonomischer Aspekte elektronischer Publikationen. Juni 2002.
- Paper 8: Bensing, S.; Fischer, T.; Hansen, T.; Kutzschbauch, S.; Loos, P.; Scheer, C.: Bankfiliale in der Virtuellen Realität – Eine Technologiestudie. Juli 2002.