Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft,
150. Jg. (Jahresband), Wien 2008, S. 339–356

Entwicklung und Perspektiven von taktilen Hypergloben

Andreas Riedl, Wien*

mit 11 Abb. und 4 Tab. im Text

Inhalt

Summary 339
Zusammenfassung 340
1 Einleitung und Begriffsabgrenzung 340
2 Prinzipien der Aufbringung des Globenbildes 342
3 Bildqualität / Auflösungsvermögen 347
4 Grundkonzept der Themenaufbereitung/-wiedergabe 351
5 Schlussbetrachtung 355
6 Literaturverzeichnis 356

Summary

Development and perspectives on tactile hyperglobes

A tactile hyperglobe allows – in contrast to the two dimensional representation of Geo-Browsers – the earth's presentation in her natural and three-dimensional appearance.

The Department of Geography and Regional Research of the University of Vienna invested in the beginning of 2005 in a tactile hyperglobe. Therefore this department is the first European research facility which focused research activities on the visualization of global topics under the use of spherical displays.

On the one hand this paper gives insight in advantages and disadvantages of different types of tactile hyperglobes from a technical perspective and on the other hand introduces the functionality of OmniSuite, a software dedicated to tactile hyperglobes.

* Ass.-Prof. Mag. Dr. Andreas Riedl, Institut für Geographie und Regionalforschung, Universität Wien, A-1010 Wien, Universitätsstraße 7/1; e-mail: andreas.riedl@univie.ac.at, *http://homepage.univie.ac.at/andreas.riedl*

Zusammenfassung

Ein taktiler Hyperglobus gestattet – im Gegensatz zu den via (Flach)Bildschirm verebnet präsentierten Geo-Browsern – die Erde in ihrer natürlichen Gestalt dreidimensional im Raum wiederzugeben.

Um den zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden, besitzt das Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien (Arbeitsbereich Kartographie und Geoinformation) seit 2005 einen taktilen Hyperglobus. Es ist damit europaweit die erste Forschungseinrichtung, welche sich mit der Visualisierung globaler Geodaten auf sphärischen Displays nicht nur theoretisch sondern auch hinsichtlich deren praktischen Einsatzes wissenschaftlich auseinandersetzt.

Der Beitrag gibt Einblick in die Vor- und Nachteile möglicher Varianten von taktilen Hypergloben, stellt deren technische Umsetzung vor und präsentiert die Funktionalität der speziell für taktile Hypergloben entwickelten Software OmniSuite.

1 Einleitung und Begriffsabgrenzung

Trotz der relativ kurzen Verfügbarkeit digitaler Globen haben diese eine enorme Entwicklung hinter sich. Folgende Kategorien digitaler Globen lassen sich hinsichtlich deren Beschaffenheit unterscheiden (RIEDL 2000):

- Virtuelle Hypergloben (VH): Darstellung des digitalen Abbildes auf dem virtuellen Globenkörper im virtuellen Raum.
- Taktile Hypergloben (THG): Darstellung des digitalen Abbildes auf einem materiellen (berührungssensitiven) Globenkörper im realen Raum.
- Hologloben (HG): Darstellung des digitalen Abbildes auf einem virtuellen Kugelkörper im realen Raum.

Die ersten Vertreter digitaler Globen reichen in die Anfänge der 1990er-Jahre zurück. Die breite Akzeptanz der virtuellen Hypergloben ist sowohl auf das hoch aufgelöste Datenmaterial, als auch auf Aktivitäten im Zusammenhang mit Web2.0 und der darauf basierenden „Neogeography" zurückzuführen:

> *„Essentially, NeoGeography is about people using and creating their own maps on their own terms and by combining elements of an Google Earth & Co maps, existing toolset.*
> *NeoGeography is about sharing location information with friends and visitors, helping shape context, and conveying understanding through knowledge of place."* (Andrew TURNER 2006)

Durch dieses Einbringen von individuellem Inhalt erfolgt eine stärkere Identifizierung des Anwenders mit „seinem" digitalen Globus. Infolgedessen nahm auch deren Verbreitung enorm zu. Betrachtet man diesen User-spezifischen Inhalt, so handelt

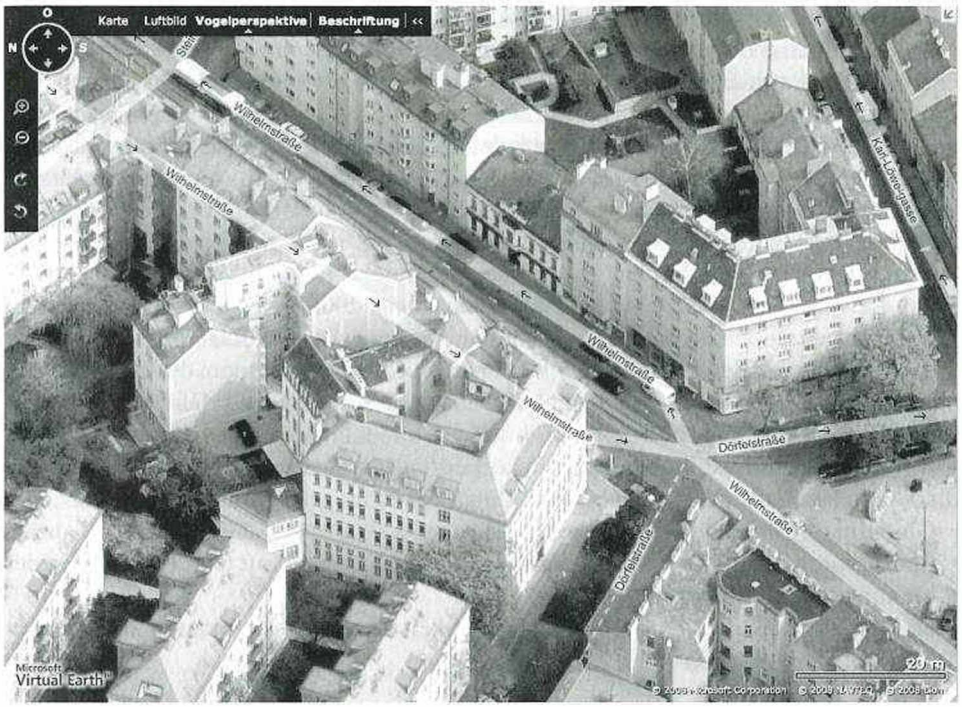

Abb. 1: Perspektivdarstellung des Geo-Browsers Virtual Earth

es sich dabei fast ausschließlich um Informationen im großmaßstäbigen Bereich. Infolgedessen können die zuvor erwähnten Vertreter Google Earth und Virtual Earth eigentlich nur bis zu einem bestimmten Punkt der Kategorie „Globus" zugeordnet werden. Das Zuordnungsproblem zeigt sich auch in der Fülle an Oberbegriffen für diese Kategorie der „digitalen Globen". Diese reichen von „virtuelle Globen", „Earth-Viewer" über „Geo-Browser", „geographic data viewer" bis hin zu weniger treffenden Bezeichnungen wie „Geo-Software" oder „GIS-Viewer".

Am präzisesten beschreibt der Begriff Earth-Browser oder Geo-Browser die hinter Google Earth oder Virtual Earth verborgene Funktionalität. Bei genauer Auslegung ist der Begriff „Geo-Browser" dem Begriff „Earth-Browser" der Vorzug zu geben, denn dieser ist neutraler und bezieht sich nicht ausschließlich auf einen bestimmten Himmelskörper. Sowie man mit einem Webbrowser das Web „durchstöbert" oder mit dem Dateibrowser den Computer nach Dateien „durchsuchen" kann, so wird mit einem Geo-Browser das digitale Modell der Erde oder anderer Himmelskörper „erkundet". Die Palette der kartographischen Ausdrucksformen, mit welcher der User dabei konfrontiert wird, reicht vom Globus über Perspektivdarstellungen (vgl. Abb. 1) bis hin zur Karte. Der Übergang von einer zur anderen Ausdrucksform ist fließend und wird vom Anwender nicht bewusst wahrgenommen. Es ist sogar zumeist der Fall, dass der Blick auf den Globus rasch verloren geht. Infolgedessen kann nicht mehr von einem digitalen Globus gesprochen werden, denn ein Globus präsentiert ein maßgebundenes

und strukturiertes Modell eines Himmelskörpers (bzw. der scheinbaren Himmelskugel) in seiner unverzerrten **dreidimensionalen Ganzheit**.

In einem Earth-Browser dient der Globus primär als Interface zu (detaillierten) raumbezogenen Daten. In der Regel wird nicht der Globus als Ganzes betrachtet, sondern großmaßstäbige Ausschnitte der Erdoberfläche. Die Globenwürdigkeit eines Themas, also inwieweit die Wiedergabe eines Sachverhalts auf dem Globus im eigentlichen Sinne zweckmäßig ist (JENSCH 1970), spielt deshalb bei Geo-Browsern eine untergeordnete Rolle.

Über Geo-Browser wurden und werden zahlreiche Publikationen verfasst (BECK 2006, BLOWER et al. 2007, MÖLLER 2008, SCHLEICHER 2008), weshalb hier auf die Kategorie der virtuellen Hypergloben nicht näher eingegangen werden soll.

Abgesehen von den virtuellen Hypergloben profitieren vom Boom der Geo-Browser zunehmend die THG. Bei ihnen spielen jedoch die Parameter der Globenwürdigkeit eines Themas eine signifikante Rolle:

- Bindung an die Gestalt des Himmelskörpers – Kausalzusammenhänge werden besonders durch die Wiedergabe am Globus verständlich
- Globalität – Globale Verfügbarkeit der Daten
- Interpretierbarkeit – Bewahrung/Verstärkung der Aussagekraft trotz bzw. wegen der kleinmaßstäbigen Darstellung
- Kombinationsfähigkeit – Die Globenwürdigkeit ist erst in Kombination mit anderen Themen sinnvoll.

Etwa zehn Jahre nach den ersten virtuellen Hypergloben, also zu Beginn des 21. Jh. wurden THG verfügbar (RIEDL 2006). Noch stellt diese Variante der Globen keine direkte Konkurrenz zu den analogen Globen dar. Doch darf davon ausgegangen werden, dass die Entwicklung hier ähnlich verlaufen wird wie bei analogen Kartenprodukten. Diese werden zusehends von den digitalen Produkten verdrängt. Es sei nur auf die Substituierung der Straßenatlanten durch den unvergleichbar einfacheren Einsatz von Navigationssystemen verwiesen oder auf den analogen Stadtplan, der zusehends von digitalen Stadtplänen auf mobilen Endgeräten, wie dem Handy, abgelöst wird. Wir werden auch bei Globen einen ähnlichen Prozess in den kommenden zehn bis 15 Jahren beobachten können. Noch spielt der Kostenfaktor eines sphärischen Displays eine zu große Rolle, die Vorteile hinsichtlich der Informationswiedergabe liegen jedoch auf der Hand.

Um ein besseres Verständnis über das Potenzial taktiler Hypergloben erlangen zu können, werden im Folgenden deren Spezifika näher durchleuchtet.

2 Prinzipien der Aufbringung des Globenbildes

Vergleicht man taktile Hypergloben mit anderen 3D-Sichtgeräten, so wird hierbei der 3D-Eindruck des Globenmodells durch die Form des Sichtgerätes selbst wiedergegeben. Ein sphärisches Display ist Globenkörper und Sichtgerät zugleich. Hinsicht-

lich der Aufbringung des digitalen Globenbildes auf das Kugeldisplay lassen sich prinzipiell mehrere Methoden unterscheiden. Der Großteil der Verfahren beruht auf der Trennung zwischen Projektor und Projektionsfläche. Dies bedingt wiederum eine optische Einrichtung, welche „zwischengeschaltet" sein muss, um die dem Projektor zugeführte verebnete Abbildung auf der real-dreidimensionalen Projektionsfläche wiederzugeben.

Die einzelnen Verfahren – Außenprojektion, Innenprojektion und direkte Projektion – weisen unterschiedliche Stärken und Schwächen auf:

2.1 Außenprojektion

Bei der Außenprojektion projizieren Beamer das Globenbild auf Basis einer Allgemeinen Perspektiven Azimutalabbildung auf die Außenseite des Globenkörpers. Zur Abdeckung der gesamten Kugeloberfläche sind mindestens vier Beamer nötig (vgl. Abb. 5), idealerweise jedoch sechs (vier entlang des Äquators plus jeweils einer am Nord-/Südpol).

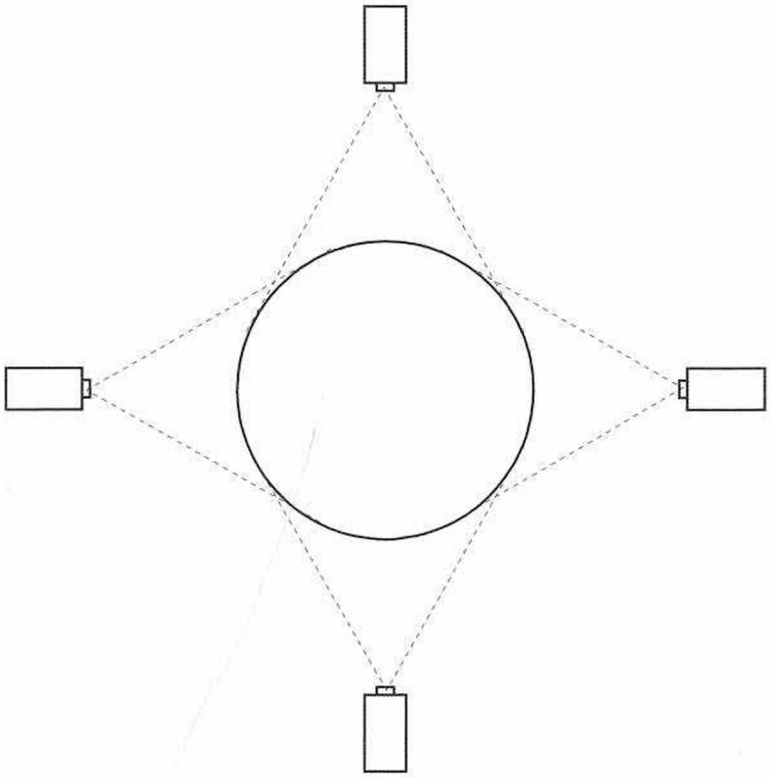

Abb. 2: Projektion via Projektoren von Außen (Grundrissdarstellung)

Aufgrund des Einsatzes mehrerer Beamer muss in den Überlappungsbereichen der Projektion mit Edge-blending Verfahren gearbeitet werden, um einen weichen Übergang zwischen zwei angrenzenden Bildern zu erhalten und so ein graphisch akzeptables Bild darstellen zu können. Dennoch lassen sich Verzeichnungen infolge des schleifenden Schnittes in diesen Bereichen nicht gänzlich eliminieren.

Ein hoher Aufwand ist hinsichtlich der Synchronisation der Beamer erforderlich. So bedarf es zumindest je Beamer eines Rechners (Slave-PC) sowie zusätzlich eines Master-PC, welcher die Slaves synchronisiert.

Die Außenprojektion hat den Vorteil, dass auf der gesamten Oberfläche der Globuskugel ein lückenloses Globenbild wiedergegeben werden kann. Probleme resultieren jedoch in der Praxis häufig daraus, dass sich kein Objekt (z.B. Anwender) zwischen Beamer(strahl) und Projektionsfläche befinden darf. Trifft dies dennoch zu, wird ein Teil des Bildes nicht dargestellt. Diese Abschattung ist umso häufiger bzw. stärker, je geringer die Distanz zwischen Objekt und Globenkugel ist. Somit müssen Vorkehrungen getroffen werden, dass der Anwender der Globenkugel nicht zu nahe kommen kann. Aus dem Gesagten wird deutlich, dass sich die Außenprojektion nur für Riesengloben (ab etwa 1,5 m Durchmesser) eignet, bei welchen genügend „Spielraum" zwischen Projektor und Projektionsfläche zur Verfügung steht. Im Gegensatz zu den anschließend erläuterten Systemen auf Innenprojektionsbasis bietet das Mehrprojektorsystem einer Außenprojektion die beste Auflösung.

2.2 Innenprojektion

2.2.1 Fischaugenbasierte Innenprojektion

Bei der fischaugenbasierten Innenprojektion wird ein spezielles Weitwinkelobjektiv verwendet, um das vom Beamer ausgesandte Bild auf die Innenseite der Globenkugel zu projizieren (vgl. Abb. 3).

Dieses System weist rund um den Eingang des Beamerstrahls an der Kugeloberfläche einen „blind spot" auf. In diesem Bereich lässt sich – technisch bedingt – kein Bild wiedergeben. Der größte Schwachpunkt dieser Systeme ist sicher die relative Auflösung als Resultat der mangelnden Einsatzmöglichkeiten von Mehrprojektorsystemen. In der Praxis sind deshalb fischaugenbasierte Systeme für kleinmaßstäbigere Ausführungen besser geeignet. Aus dem Genannten folgt logisch, dass die Hardwareanforderungen an das System relativ gering sind. Denn je kleinmaßstäbiger der Globus, desto geringer seine absolute Auflösung und desto geringer sind die Ansprüche an die Performance des Rechners zum Echtzeit-Rendern des Globenbildes.

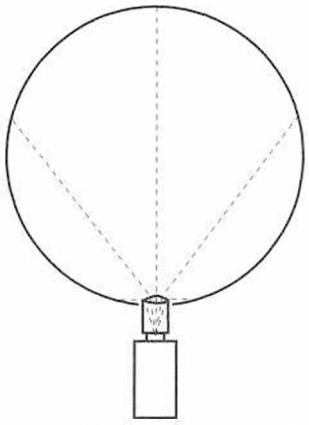

Abb. 3: Innenprojektion via Fischaugenobjektiv

2.2.2 Spiegelbasierte Innenprojektion

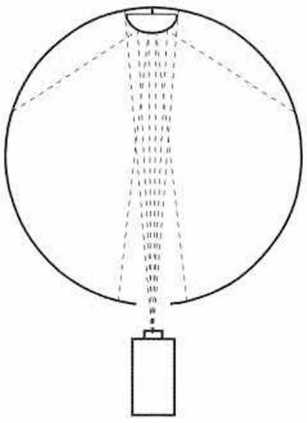

Abb. 4: Projektion via konvexem Spiegel

Bei spiegelbasierten Systemen erfolgt die Projektion über einen Beamer, dessen Projektionsstrahl durch eine Öffnung in das Innere der Kugel gelangt. In dieser sorgt ein konvexer Spiegel für die Projektion des Bildes auf die Innenseite der Globenkugel (vgl. Abb. 4). Im Gegensatz zu fischaugenbasierten Systemen weisen die spiegelbasierten zwei „blind spots" auf. Einen an der Projektionseintrittsöffnung, sowie einen weiteren an der gegenüberliegenden Seite (infolge des montierten Spiegels). Dadurch, dass die Projektion via konvexem Spiegel erfolgt, ist es technisch unkompliziert, ein Dual-Beamer System umzusetzen. Diese weisen hinsichtlich des Auflösungsvermögens einen höheren Wirkungsgrad auf (vgl. Abb. 6). Die Hardwareanforderungen an das System sind im Wesentlichen gering und nur bei einer Dual-Beamer Version entsprechend höher.

Bei der Innenprojektion projizieren Beamer das verebnete Globenbild auf Basis einer vermittelnden Azimutalabbildung (vgl. Abb. 6) auf die Innenseite der dreidimensionalen Projektionsfläche.

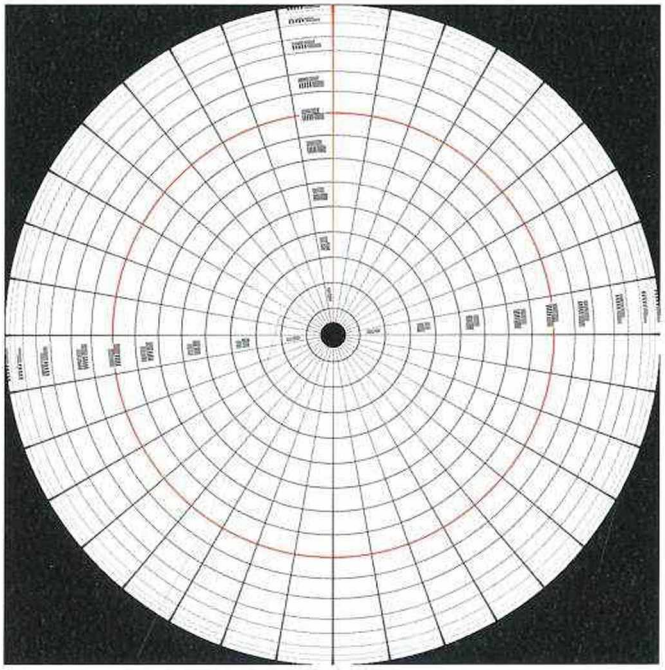

Abb. 5: Vermittelnde Azimutalbbildung für eine Single Beamer Innenprojektion

	Außen-projektion	Innenprojektion – Fischauge	Innenprojektion – Spiegel
Auflösung	+++	+	++
Bildqualität	+++	+	++
Installations-/ Deinstalltionsaufwand	-	++	+
Unempfindlichkeit gegen Umgebungslicht	++	+	+
Platzbedarf	-	+++	+++
Hardwareanforderung	-	+	+
Blind Spot	+++	++	+
Abschattung Beamerstrahl	-	+++	+++

+ positiv bzw. unproblematisch; - negativ bzw. problematisch

Tab. 1: Projektionssysteme im Vergleich

2.3 Direkte Projektion

Bei der direkten Projektion ist das sphärische Display zugleich Projektor und Projektionsfläche, analog etwa zu den heute gängigen LCD oder OLED-Dispalys. Dies hat zur Folge, dass es keiner Projektion via zwischengeschalteter optischer Systeme bedarf. Die Problematik der Blind Spots oder der Abschattung eines Projektionsstrahls stellt sich ebensowenig wie eine Verzerrung der Pixel. Direkte Projektionssysteme scheitern derzeit noch an einer befriedigenden technischen Umsetzung. Glasfaserleitungen oder flexible Displays zeigen dennoch mögliche Lösungsvarianten auf.

Anbieter	Web	Modell-vielfalt	System	inflatable/ solid
ag4	*www.ag4.de*	+	DP	s
ARC Science Simulation	*www.arcscience.com*	+++	IPS	s
Global Imagination	*www.globalimagination.com*	+++	IPF	s
Globe4D	*www.globe4d.com*	+	DP	s
Globoccess	*www.globoccess.com*	+++	IPS	s
MESO	*www.meso.net*	+	AP	i
Pufferfish	*www.pufferfishdisplays.co.uk*	++	AP	i
QuasarsVision	*www.quasarsvision.com*	++	IP	i
NOAA - SOS	*sos.noaa.gov*	+	AP	s

AP – Außenprojektion; IPF – Innenprojektion Fischauge; IPS – Innenprojektion Spiegel; DP – Direkte Projektion

Tab. 2: Anbieter taktiler Hypergloben

3 Bildqualität / Auflösungsvermögen

Das Auflösungsvermögen und dessen Steigerung ist eines der gewichtigsten Parameter taktiler Hypergloben. Wie bei Demonstrationen und Vorführungen immer wieder beobachtet werden kann, ist der Betrachter zunächst überwältigt vom Anblick des Globus. Nach einer „Schrecksekunde" jedoch wird die Distanz zum Globus verringert in der Annahme, dadurch ein detailreicheres Bild – wie etwa bei einem Flachbildschirm – zu erhalten. Leider ist dies nicht der Fall und Verwunderung macht sich breit.

Dies ist einerseits im Auflösungsvermögen des menschlichen Auges und andererseits in der absoluten Auflösung des sphärischen Displays begründet. So stehen für eine Single Beamer Innenprojektion mit einem XGA Projektor (1024x768) effektiv etwa 0,5 Megapixel für die Bildwiedergabe auf dem sphärischen Display zur Verfügung, obwohl die absolute Auflösung des Beamers beinahe 0,8 Megapixel aufweist. Der Wirkungsgrad der Auflösung beträgt somit etwa 60% (vgl. Tab. 1).

Entscheidend für die **absolute Auflösung des sphärischen Displays** ist neben der absoluten Auflösung des Projektors auch dessen Bildverhältnis und ob es sich um ein Mehrprojektorensystem handelt.

Je näher das Bildverhältnis bei 1:1 ist, desto höher ist die absolute Auflösung des sphärischen Displays. Bei der indirekten Projektion wäre im Idealfall ein maximaler

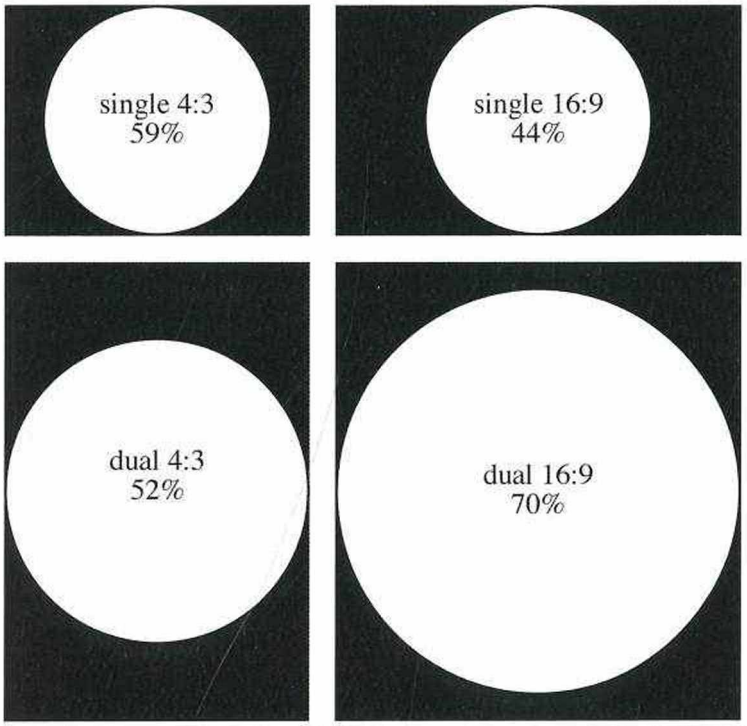

Abb. 6: Wirkungsgrade in Abhängigkeit vom Seitenverhältnis der Projektoren

Wirkungsgrad von 79% zu erreichen. Bedingt durch die gängigen Bildverhältnisse von 4:3 bzw. 16:9 ergeben sich Wirkungsgrade zwischen 44% und 70% (vgl. Abb. 6). 100% Wirkungsgrad lassen sich nur nach dem Prinzip der Direkten Projektion realisieren.

Die Sinnhaftigkeit von höher auflösenden Projektoren ist immer von Fall zu Fall zu überprüfen. So weist ein sphärisches Display mit einem single XGA Beamer eine absolute Auflösung von 0,46 MPixel auf, hingegen eine single HD720 Variante nur 0,4 MPixel. Hier sinkt der Wirkungsgrad durch den Wechsel des Bildverhältnisses von 4:3 auf 16:9 trotz der höheren nativen Auflösung des Beamer (0,79 MPixel auf 0,92 MPixel).

Die **mittlere relative Auflösung eines sphärischen Displays** resultiert schließlich aus der absoluten Auflösung und dem jeweiligen Kugeldurchmesser des Displays (also dem Maßstab des taktilen Hyperglobus). Von relativen Auflösungen wie bei Bildschirmen im Bereich von 100 bis 120 ppi ist das sphärische Display noch weit entfernt. Sie beträgt bei kleinmaßstäbigen Globen (1:30 Mio) zwischen 30 und 40 ppi und fällt bei großmaßstäbigen Globen auf etwa 8 bis 20 ppi.

Das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges beträgt etwa 1'. Das entspricht 0,3 mm in einer Entfernung von 1m. Da nicht jedes menschliche Auge optimal sehen kann und selten Idealbedingungen herrschen, ist für den Alltagsgebrauch mit etwa 1 mm je Meter Entfernung zu rechnen. Im Fall der taktilen Hypergloben bedeutet dies, dass die mittlere Seitenlänge eines Pixels [in mm] an der Kugeloberfläche in etwa der optimalen Betrachtungsdistanz [in m] entspricht. Dies hat zur Folge, dass im Fall eines Globus im Maßstab 1:8 Mio. (Durchmesser ca. 1,6 m) unter der Verwendung eines SXGA+ Projektors die Seitenlänge eines Pixels etwa 3 mm beträgt (vgl. Tab. 2). Daraus resultiert hinsichtlich des Auflösungsvermögens eine optimale Betrachtungsdistanz von etwa 3 m (darüber geht Information verloren, darunter wird das Bild zusehends unscharf bzw. pixelig wahrgenommen).

Dessen ungeachtet muss es das Ziel sein, das Auflösungsvermögen zu steigern, um eine Betrachtung auch aus wesentlich geringerer Distanz zu ermöglichen. Als unterste Richtlinie sollte man die übliche/gewohnte Entfernung bei Bildschirmarbeiten für die Berechnung zu Grunde legen. Diese entspricht einer Betrachtungsdistanz von 50 bis 80 cm. In weitere Folge ergibt sich für kleinmaßstäbige Globen ein absolute Auflösung von 1 bis 7 MPixel und für großmaßstäbige ein Wert zwischen 6 und 80 MPixel bei einer relativen Auflösung von maximal 60ppi.

Abgesehen von der Auflösung werden – infolge der Trennung von Projektor und Projektionsfläche und der dadurch notwendigen optischen Komponenten – die Pixel des Projektors auf der Kugeloberfläche verzerrt wiedergegeben. Durch die Verzerrung der Pixel kommt es zu einem gewissen Blur-Effekt, welcher bei Halbtonbildern weniger störend, jedoch bei Strichzeichnungen und Textinformationen augenscheinlich werden kann.

	Single XGA	Single SXGA+	Single HD 720	Dual HD 720	Dual SXGA+	Dual HD 1080
Seitenverhältnis des Projektors	4 : 3	4 : 3	16 : 9	16 : 9	4 : 3	16 : 9
Auflösung (nativ) des Projektors	1024 x 768	1400 x 1050	1280 x 720	1280 x 720	1400 x 1050	1920 x 1080
Auflösung (nativ) Dual Projektion	-	-	-	1280 x 1440	1400 x 2100	1920 x 2160
Projektor-Pixel brutto (absolute Auflösung)	786.432	1.470.000	921.600	1.843.200	2.940.000	4.147.200
Nutzbarer Bereich für das Globenbild	768 x 768	1050 x 1050	720 x 720	1280 x 1280	1400 x 1400	1920 x 1920
Projektor-Pixel, nutzbarer Bereich brutto	589.824	1.102.500	518.400	1.638.400	1.960.000	3.686.400
Radius für Globenbild (in Pixel)	384	525	360	640	700	960
Pixel netto (absolute Auflösung des sphärischen Displays)	463.247	865.901	407.150	1.286.796	1.539.380	2.895.292
Megapixel netto (gerundet)	0,5	0,9	0,4	1,3	1,5	2,9
Auflösung Wirkungsgrad (max. 100)	59	59	44	70	52	70
1 Pixel entspricht x km^2 der Erdoberfläche	1.101	589	1.253	396	331	176

Tab. 3: Auflösungen und deren Wirkungsgrade (innenprojektionsbasierte taktile Hypergloben)

Maßstab	Globendurchmesser	Globusoberfläche	Single XGA		Single SXGA+		Dual HD 720		Dual SXGA+		Dual HD 1080	
	[cm]	[m^2]	[mm^2]	[mm]	[mm^2]	[mm]	[mm^2]	[mm]	[mm^2]	[mm]	[mm^2]	[mm]
1: 30 Mio	42,5	0,57	1,22	1,11	0,65	0,81	0,44	0,66	0,37	0,61	0,20	0,44
1: 25 Mio	50,9	0,82	1,76	1,33	0,94	0,97	0,63	0,80	0,53	0,73	0,28	0,53
1: 20 Mio	63,7	1,27	2,75	1,66	1,47	1,21	0,99	0,99	0,83	0,91	0,44	0,66
1: 15 Mio	84,9	2,26	4,89	2,21	2,62	1,62	1,76	1,33	1,47	1,21	0,78	0,88
1: 10 Mio	127,4	5,10	11,00	3,32	5,88	2,43	3,96	1,99	3,31	1,82	1,76	1,33
1: 8 Mio	159,2	7,96	17,19	4,15	9,19	3,03	6,19	2,49	5,17	2,27	2,75	1,66
1: 6 Mio	212,3	14,15	30,55	5,53	16,35	4,04	11,00	3,32	9,19	3,03	4,89	2,21

Tab. 4: Mittlere Pixelgröße auf der Globusoberfläche [Fläche mm^2, Seitenlänge mm]

Um die Verzerrungen eines Pixels veranschaulichen zu können, wird das umgekehrte Prinzip der TISSOT'schen Indikatrix angewandt. Es wird also nicht die unterschiedliche Verformung gleich großer Kreise nach der projektionsbedingten Verebnung beurteilt, sondern das bereits für den Beamer verebnete Globenbild wird mit einem gleichförmigen Raster überlagert und danach auf das sphärische Display projiziert. Wegen der geometrischen Nähe zu den Pixel des Projektors wurde ein quadratischer Raster gewählt (vgl. Abb. 7).

Aus Abbildung 8 wird ersichtlich, wie die (Pixel-)Verzerrung tendenziell von der Projektionseintrittsöffnung (am „Südpol" der Kugel) zur gegenüber liegenden Seite hin zunimmt. Zusätzlich ist zu sehen, dass die relative Auflösung variiert und ebenfalls zunimmt.

Als Optimallösung für sphärische Displays ergibt sich, dass Systeme mit indirekter Projektion nur eine Annäherung darstellen und deshalb Systeme mit direkter Projektion erstrebenswert und diesen hinsichtlich Auflösung und Bildqualität überlegen sind.

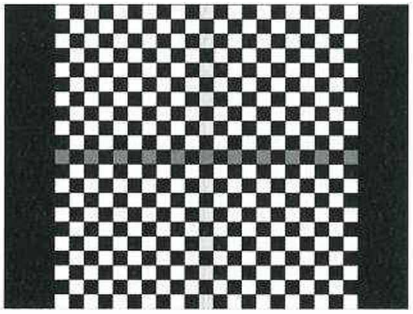

Abb. 7: Testgrid für die projektionsbedingte (Pixel-)Verzerrung

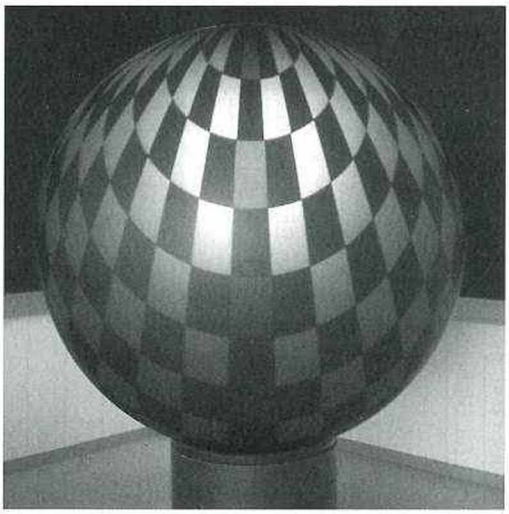

Abb. 8: Projektionsbedingte (Pixel-)Verzerrung einer spiegelbasierten Innenprojektion

4 Grundkonzept der Themenaufbereitung/-wiedergabe

Einer der prägnantesten Vorteile des Globus ist, dass er alle drei Treueeigenschaften in sich vereint (Längen-, Flächen- und Winkeltreue). Es gibt keine andere kartographische Ausdrucksform, bei welcher dies ebenfalls der Fall wäre. Bei den taktilen Hypergloben steht der Betrachter – im Gegensatz zu digitalen Hypergloben – einem echten verkleinerten dreidimensionalen Modell der Erde (oder anderer Himmelskörper) gegenüber. Das heißt, er befindet sich in seinem gewohnten (Raum)Umfeld: der Mensch ist dreidimensional und er bewegt sich im 3D-Raum. Dadurch, dass er die Erde wie ein Astronaut „umfliegen" und „begreifen" kann und zwar im echten Raum – und nicht in einem virtuellen am (kleinen) Bildschirm – entsteht auf natürliche Art und Weise eine intensive emotionale Bindung mit unvergleichbarem Erlebniswert.

Der Themenkatalog der mit dem Hyperglobus erlebbaren Themen beinhaltet u.a:
- Auswirkungen der Erde-Sonne Beziehung (Jahreszeiten, Tageszeiten, Zeitzonen)
- Erscheinungsbild der Planetenoberfläche (Physisches Globenbild, Naturgetreues Globenbild)
- Themen zur Geologie wie etwa die Kontinentaldrift (600 Mio. Jahre Vergangenheit und 100 Mio. Jahre in die Zukunft)
- Klima und Ozeanographie (Aktuelle Bewölkung, Bildung von Wirbelstürmen, Schneegrenzen im Jahresverlauf)
- Umweltschutz, Ökologie (El Niño, Ozonkonzentration)
- Bevölkerung, Geschichte, Kultur (Entdeckungsgeschichte, Ausbreitung der Menschheit)
- Verkehr (Flugverkehrsbewegungen, Schiffsverkehr)
- Wirtschaft (Fischfanggebiete, Ernteerträge)
- Staat, Macht, Militär (Bündnisse, Politische Gliederung)
- Extraterrestrische Themen (Universum, Sonne, Planeten, Monde)
- Historische Globenbilder
- Themen zu Werbung und Public Relation, Firmenpräsentationen
- Künstlerische Visualisierungen

Um den Erlebniswert dieser Themen auf einem hohen Niveau anbieten zu können, wurde und wird am Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien seit 2005 eine Entwicklungs- und Abspielplattform für taktile Hypergloben namens „OmniSuite" entwickelt. Detaillierte Informationen betreffend Umsetzung der Authoring-Software in der Open Source 3D-Graphikbibliothek OGRE können der Arbeit von Jürgen Kristen (2008) entnommen werden.

In Form eines Authoringtools werden mannigfaltige Möglichkeiten geboten, interaktiven Kontent zu erstellen und zu editieren, sowie mittels interaktivem Player abzuspielen. Hierbei ist von Bedeutung, dass eines der Entwicklungsziele war, ein von der Globus(hardware)Plattform unabhängiges Produkt zu entwickeln. Stand bisher für jeden Globus eine bestimmte Software zur Verfügung, so ist die entwickelte Lösung von seiner Ausführung her in der Lage, alle oben genannten Globen zu bedienen.

Die Software bietet einerseits eine Entwickler-/Autorenumgebung und andererseits eine Abspiel-/Präsentationsplattform für ein sphärisches Display. Diese beiden großen Bereiche unterteilen sich ihrerseits in mehrere Module (vgl. Abb. 9).

Die Darbietung einzelner Sachverhalte basiert auf so genannten **„Stories"**, in welchen oft komplexe globale Themen und deren Wechselwirkung in einer anschaulichen Form „erzählt" werden.

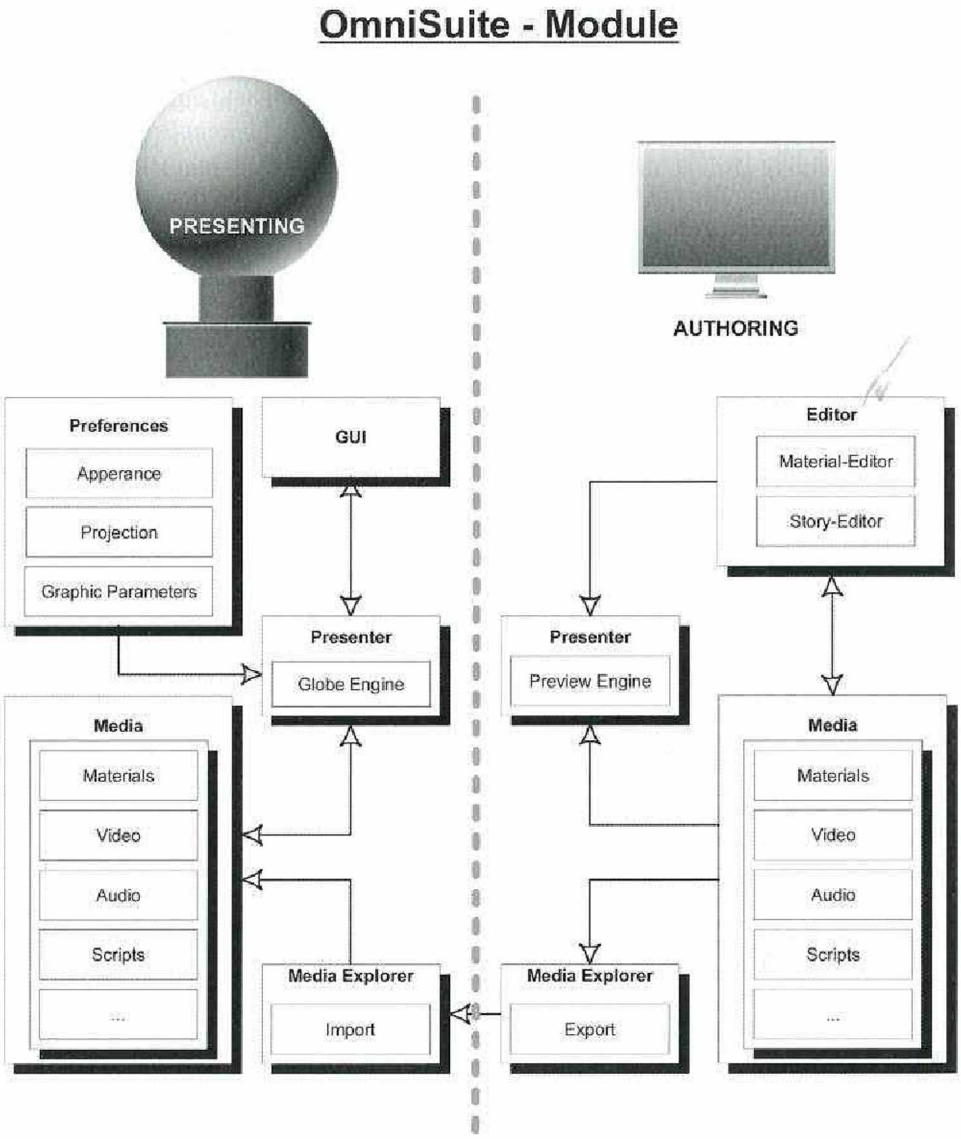

Abb. 9: Entwicklungs- und Abspielplattform OmniSuite

4.1 Autorenumgebung

Im Kern der Autorenumgebung steht der Editor, welcher die Erstellung von Materialien und Stories gestattet. Diese werden in entsprechende Material- und Story-Skripts abgespeichert.

Die einzelnen Globenbilder (Karten und Animationen) sowie ihre grafischen Eigenschaften werden im Material-Editor als **Materialien** abgespeichert. Diese können aus einzelnen Bildern aber auch aus Bildsequenzen bestehen. Zur unkomplizierten Handhabung wurde als die den Globenbildern zugrunde liegende Kartenprojektion die quadratische Plattkarte (abstandstreue Zylinderprojektion in normaler Lage mit dem Berührungskreis am Äquator) gewählt. Als Dateiformate kommen gängige Rasterformate wie jpg, png oder dds in Frage bzw. als Vektor Layer das Flash-Format.

Materialien sind **multilayerfähig**, d.h. sie können mehrere Layer beinhalten, etwa einen Layer mit dem natürlichen Abbild der Erde, einen weiteren Layer mit einer Animation eines Wirbelsturmes und einen darüber liegenden Legendenlayer. Die simultane Verwendung mehrerer Layer ist insbesonders für die visuelle Korrelation von Sachverhalten von Bedeutung, wie etwa der Zusammenhang zwischen Ausbreitung von Krankheiten und Temperatur.

Durch die Multilayerfähigkeit lassen sich verschiedene Aussageebenen schnell und unkompliziert kombinieren und erleichtern die Wiederverwendbarkeit bzw. reduzieren den Aufwand bei der Erstellung neuen Materials. Zur Wiedergabe von Transparenzen kann jeder Layer mit einem Alphakanal versehen werden. Die Anzahl der Layer ist theoretisch unbegrenzt und wird einzig durch die dem System beigestellte Computerhardware limitiert. Materialien dienen als visuelle Basis für die Erstellung von Stories.

Ein **Story-Skript** ist quasi das Drehbuch zum „erzählen/veranschaulichen" eines globalen Sachverhaltes. In einer Story wird festgelegt, welche Globenbilder (Materialien) mit welchen Parametern bzw. Eigenschaften dargestellt werden. So lässt sich über eine Zeitleiste im Editor, etwa die Reihenfolge oder die Dauer der zu verwendenden Materialien definieren. Es kann nicht nur eine automatische Rotation um die Erdachse mit frei wählbarer Rotationsgeschwindigkeit eingestellt werden, sondern auch eine völlig individuelle Achsen-ungebundene Rotation via „point and click" im Editor-Interface vordefiniert werden.

Darüber hinaus können Layer ein-/ausgeblendet oder Lesezeichen innerhalb einer Story gesetzt werden, auf welche beim Abspielen via Interface des Players zugegriffen werden kann.

Zur Beurteilung einer Story kann diese in einer Vorabansicht als digitaler Globus via Presenter, auch ohne sphärischem Display, auf dem Authoring-PC abgespielt werden.

4.2 Abspielplattform

Das Abspielen der Inhalte auf dem sphärischen Display erfolgt üblicherweise via Interface (GUI) an einem, mit dem Globus-PC verbundenen Touchscreen (vgl. Abb. 10

und 11). Für die Umsetzung des Interface gibt es ein breites Spektrum an Möglichkeiten. Dieses reicht von der Verwendung des bereitgestellten Interface bis hin zum Entwurf eines frei gestaltbaren Interface auf Basis einer Html- oder Flash-Datei.

Um die, für das jeweilige Globussystem optimale Einstellung vornehmen zu können, lassen sich verschiedene Parameter anpassen:

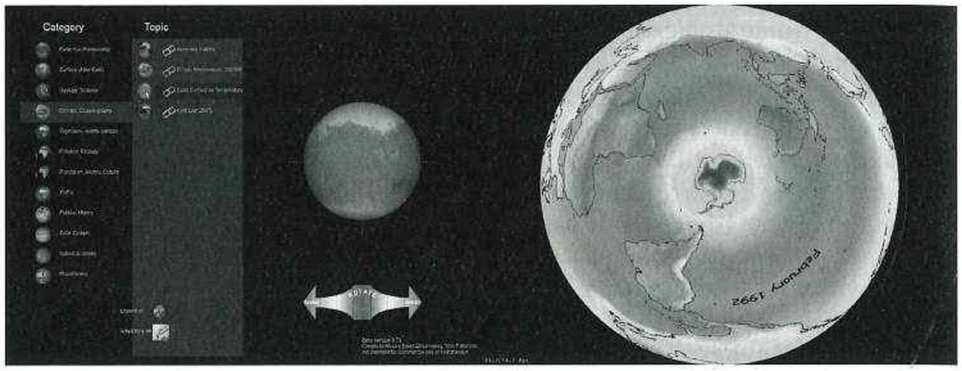

Abb. 10: Benutzeroberfläche (Touchscreen, links) und für den Projektor aufbereitetes Globenbild (rechts)

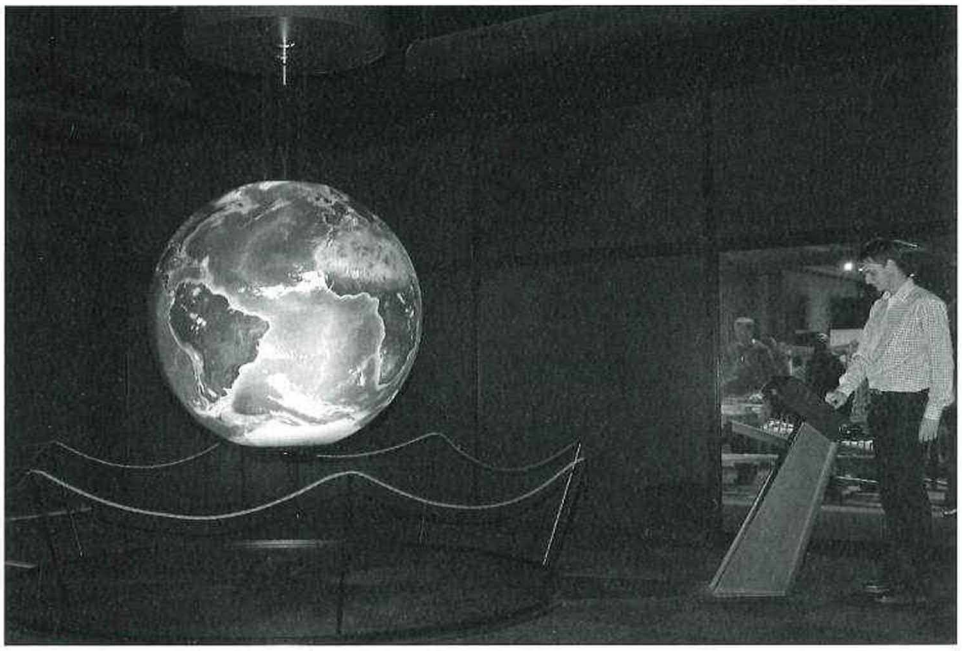

Abb. 11: Taktiler Hyperglobus im Technorama (Science Center), Winterthur, Schweiz, *www.technorama.ch*

- Display-Einstellung: Zuordnung der Videoquellen zu den Peripheriegeräten (Touchscreen, Globusprojektor(en), externer Zusatzmonitor), zu verwendende Grafikkarte, Displayauflösung
- Initialdarstellung: Default Story, SweetSpot
- Projektionsparameter: Äquatoradjustierung, Skalierungsfaktoren, Offset
- Bildqualität/Performanceanpassung: Mesh Auflösung, Cube Map Auflösung, Antialiasing Faktor. Generell sei angemerkt, dass die Performanceanforderungen an den zu verwendenden Computer im Wesentlichen von der absoluten Auflösung des Globus, den gewünschten Bildqualitätsparametern und der „Ausreizung" der Multilayerfähigkeit abhängt.
- Debug Info: Overlay zur Anzeige von Parametern zur aktuellen Performance und/oder Logfile Aktivierung.

Zum flexiblen Einsatz der Abspielplattform, die sowohl Experten als auch den unbedarften User das Interagieren mit dem Globus erlaubt, wurden zwei Modi implementiert. Im MasterModus können gewisse in der Story definierte Einstellungen „überschrieben" werden. Das beinhaltet Manipulationsfunktionen, welche sich direkt auf den Globus auswirken wie, individuelles Drehen/Rotieren, Senkrechtstellen der Achse, Layer ein-/ausblenden, Start/Stop einer Story oder zu Bookmarks springen.

Genannte Funktionen sind im (Show)Master-Modus zugänglich, von welchem in einen vereinfachten User-Mode gewechselt werden kann. Dieser lässt sich so konfigurieren, dass bestimmte Funktionsbereiche des Interface ausgeblendet werden, um etwa nur den Infobereich und die wählbaren Themen anzuzeigen.

5 Schlussbetrachtung

Weltweit sind taktile Hypergloben erst am Beginn ihrer Ära. Vorliegender Beitrag widmet sich einem bisher kaum behandelten Forschungsbereich, welcher aus der Kombination sphärischer Displays und Geo-Multimedia zur Präsentation von globalen Sachverhalten resultiert. Die Anwendungsgebiete taktiler Hypergloben reichen von Repräsentationszwecken über den Einsatz im Musealbereich, der elektronischen Medienkunst, der Öffentlichkeitsarbeit bis hin zum Edutainment und der Didaktik.

Erst durch eine auf das System taktiler Hypergloben abgestimmte Software wird die Vermittlung globaler Sachverhalte wirklich zum Edutainment. Dies kann immer wieder durch die Faszination erlebt werden, wenn Schüler, Studenten oder andere Interessierte vor dem taktilen Hyperglobus des Institutes für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien globale Sachverhalte vermittelt bekommen. Hingegen hält sich – im Vergleich dazu – die Begeisterung bei der Präsentation am „normalen" Bildschirm in Grenzen. Deshalb liegt der Schluss nahe, dass der taktile Hyperglobus hinsichtlich einer nachhaltigen Wissensvermittlung voran liegt. Eine empirische Untersuchung zur Verifikation dieser Annahme steht vorläufig noch aus.

Ein weiteres Feature wäre die – bereits 1999 angeregte – Touchfähigkeit der Globusoberfläche im Sinne eines auf Berührung sensibiliserten und darauf reagierenden Globus. Die Umsetzung dessen ist in Folge des Multitouch-Hypes von Apple und Microsoft in Griffweite gerückt. Anleitungen zum Erstellen eines Touchtables gibt es im Internet etwa unter: *http://ssandler.wordpress.com/mtmini/*

Es bietet sich demzufolge in der Globenforschung ein breites Betätigungsfeld für zukünftige Untersuchungen und Entwicklungen, welche ein völlig neuartiges Erlebnis in der Auseinandersetzung mit dem Thema Globus schaffen werden.

6 Literaturverzeichnis

BECK A. (2006), Google Earth and World Wind: remote sensing for the masses. In: Antiquity 80, 308 – *http://antiquity.ac.uk/ProjGall/beck/*

BLOWER J., GEMMELL A., HAINES K., KIRSCH P., CUNNINGHAM N., FLEMING A., LOWRY R. (2007), Sharing and visualizing environmental data using Virtual Globes. In: Proc. of the UK e-Science Meeting 2007, S. 102–109.

HRUBY F., KRISTEN J., RIEDL A. (2008), Global Stories on Tactile Hyperglobes – visualizing Global Change Research for Global Change Actors. In: Proc., ISDE-Summit 2008. Potsdam.

INGS S. (2008), Das Auge. Meisterstück der Evolution. Hambug, Hoffmann & Campe Verlag. 397 S.

JENSCH G. (1970), Thematische Globen. In: Mitt. d. Österr. Geogr. Ges., 112, S. 140–150.

KRETSCHMER I. (2000), Globenforschung in Österreich. In: RIEDL A. (2000), S. 141–155.

KRISTEN J. (2008), 3D Grafikprogrammierung interaktiver kartographischer Echtzeit-Anwendungen – am Beispiel eines taktilen Hyperglobus. Wien, Univ. Wien, Dipl.Arb.(in Ausarb.).

MÖLLER M. (2008), Geobrowser – Katalysatoren für Geoinformation im Unterricht. In: JEKEL T., KOLLER A., DONERT K. (Hrsg.), Learning with Geoinformation III – Lernen mit Geoinformation III, S. 159–170. Heidelberg.

RIEDL A. (1999), Virtual Globes. A New Era for Globes? In: Proc., 19. ICA Cartogr. Conf., Ottawa, 1999, S. 649–656.

RIEDL A. (2000), Virtuelle Globen in der Geovisualisierung. Untersuchungen zum Einsatz von Multimediatechniken in der Geokommunikation (mit einem Nachwort „Globenforschung in Österreich" v. KRETSCHMER I.). (= Wiener Schriften z. Geogr. u. Kartogr., 13). 158 S.

RIEDL A. (2006), Digital Globes. In: CARTWRIGHT W., PETERSON M.P., GARTNER G. (Hrsg.), Multimedia Cartography, Second Ed., S. 255–266. Berlin – Heidelberg, Springer Verlag.

SCHLEICHER Y. (2008) Geobrowser-Didaktik – ein Beitrag zur aktiven Erweiterung des topographischen Wissens. In: JEKEL T., KOLLER A., DONERT K. (Hrsg.), Learning with Geoinformation III – Lernen mit Geoinformation III, S. 60–69. Heidelberg.

SZOTT R. (2006), Neogeography defined. Ein weblog posting, geposted unter dem pseudonym „Dilettante Ventures" auf Placekraft am 26. April 2006 – *http://placekraft.blogspot.com/2006/04/neogeography-defined.html*

TURNER A. (2006), Introduction to Neogeography. O'Reilly, PDF-Buch. 54 S.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: 150

Autor(en)/Author(s): Riedl Andreas

Artikel/Article: Entwicklung und Perspektiven von taktilen Hypergloben 339-356