

# Das Potential rasterbasierter Virtual Reality-Systeme zur Landschaftsvisualisierung

Andreas RIEDL, Alexander SCHRATT

Institut für Geographie und Regionalforschung, Abteilung Kartographie und Geoinformation,  
Universitätsstr. 7, 1010 Wien, [andreas.riedl@univie.ac.at](mailto:andreas.riedl@univie.ac.at), [a.schratt@gmx.at](mailto:a.schratt@gmx.at)

## 1 EINLEITUNG

Webinhalten auf Basis von 3D-Multimedia (Web3D) oder VR-Applikationen im Allgemeinen und damit auch dem Bereich 3D-Geo-Multimedia im Besonderen werden signifikante Wachstumsraten für die kommenden Jahre vorhergesagt ([www.jp.com](http://www.jp.com)). Gesamt betrachtet existieren zahlreiche Möglichkeiten zur Präsentation von 3D-Inhalten im Web. Diese basieren entweder auf Vektor- oder Rasterdaten. Die überwiegende Mehrzahl an Formaten (VRML, X3D, Java3D, Viewpoint, w3D/Shockwave3D) ist den vektorbasierten Systemen zuzuordnen. Ein dominierendes Format konnte sich – wohl nicht zuletzt wegen des herrschenden Plug-In Chaos - noch nicht durchsetzen [RIE-02]. Im Gegensatz dazu, ist in der Kategorie der rasterorientierten Systeme überwiegend QuickTime VR (QTVR, [www.apple.com](http://www.apple.com)) im Web anzutreffen. VR-Welten auf Rasterbasis sind zur Zeit auch die im Web am Verbreitetsten 3D-Multimedia-Inhalte. Das mag nicht zuletzt daran liegen, dass derartige VR-Welten wesentlich rascher zu erstellen und in Ihrer Bedienung meist einfacher zu Handhaben sind. Obgleich vektorbasierte VR-Formate gegenüber QTVR einige Vorteile bieten (z.B. kann sich der Anwender frei bewegen und ist nicht wie bei QTVR darauf beschränkt, von Panorama/Objekt zu Panorama/Objekt zu „springen“), soll der Beitrag primär auf rasterbasierte VR-Technologien eingehen. Dies nicht nur deshalb da sich mit ihnen das Realitätsempfinden besser (weil fotografisch) umsetzen lässt und diese in Web3D Anwendungen etablierter sind, sondern auch, weil der Einbezug eines Autorensystems zusätzliches – bisher nicht aufgezeigtes - Potential für eine nutzergerechte Landschaftsvisualisierung bereitstellt.

## 2 BASELEMENTE RASTERBASIERTER VR- WELTEN UND DEREN AUSPRÄGUNGEN

Rasterbasierte VR-Welten werden in der Regel aus mehreren 2D-Bilddateien abgeleitet. Diese können zuvor entweder aufgrund fotografischer Aufnahmen oder als computergenerierte Ansichten (Renderings) erzeugt worden sein. Um von diesen Ausgangsbildern eine virtuelle Umgebung zu generieren, bietet sich eines der zahlreichen Authoringprogramme an (siehe Quellenverzeichnis) deren Funktionalität auf das Erstellen rasterbasierter VR-Welten abgestimmt ist. Einerseits besteht damit die Möglichkeit, eine Serie von Einzelbilder zu interaktiven Panoramen zusammenzufügen, die dem Nutzer eine 360°-Ansicht vom Aufnahmestandort aus ermöglichen, zum anderen können sogenannte „Objektmovies“ generiert werden, um ein Objekt von unterschiedlichen Seiten bzw. Positionen zu begutachten. In Abhängigkeit von der Menge der Bilddateien, die im Gelände aufgenommen oder mittels Software gerendert wurden und in die Generierung einfließen, lässt sich der Freiheitsgrad der Drehbewegungen variieren. Diese können entweder auf einen bestimmten Gebietsausschnitt/Winkel (Teilpanorama / Segment) beschränkt sein oder bis hin zu vollständigen 360°-Rotationen reichen. Bei letzteren ist ein Blick in jede beliebige Richtung im Panorama bzw. die Rundum-Betrachtung eines Objektes möglich. Bei Objektmovies stellt der Abstand (Rotationswinkel) zwischen zwei Einzelaufnahmen des Objekts ein wichtiges Qualitätskriterium für einen homogenen Bewegungsablauf dar, denn dies hat direkten Einfluss darauf, ob beim Ziehen mit der Maus das VR-Objekt ruckelt oder ob tatsächlich die Illusion einer „natürlich“ wirkenden Drehung/Bewegung entsteht. VR-Panoramen und VR-Objekte, sowie deren unterschiedliche Ausprägung bilden die Basiselemente einer interaktiven Raster-VR-Welt. Das Wissen um die verschiedenen Variationen, Kombinationen und Sonderformen ist also Ausgangspunkt für die Erstellung in sich homogener VR-Welten.

### 2.1 VR-Panoramen

Bei der Kategorisierung von VR-Panoramen spielen Projektionskörper (Zylinder, Kubus/Sphäre) und theoretisch erreichbares Blickfeld ( VFOV - Vertical Field of View und HFOV - Horizontal Field of View) die entscheidende Rolle.

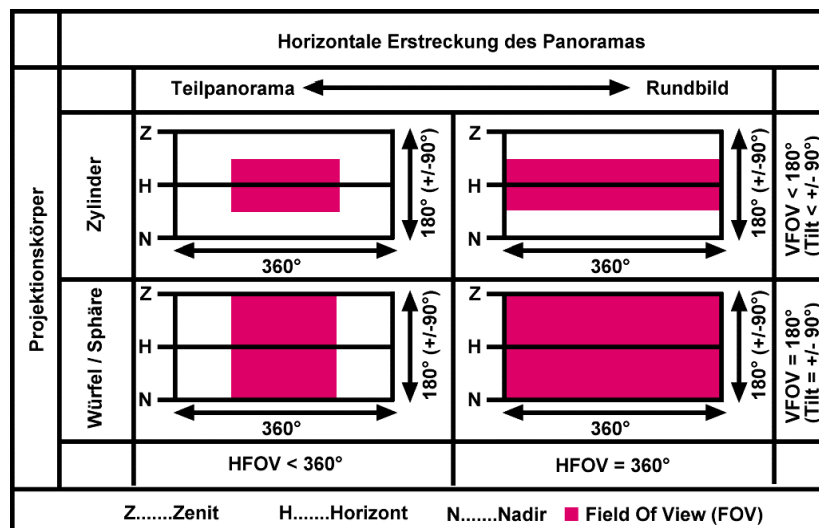


Abb.1: Kategorien von VR-Panoramen

### 2.1.1 Zylindrische VR-Panoramen (VFOV < 180°)

Ein auf einen virtuellen Zylinder projiziertes, zumeist aus einer Serie von Einzelaufnahmen zusammengesetztes, Panoramabild. Während der Aufnahme der Einzelbilder wird die (virtuelle) Kamera um einen bestimmten, idealerweise identischen Horizontalwinkel weitergedreht. In Abhängigkeit von der horizontalen Erstreckung des Panoramas (HFOV) und der daraus resultierenden Bewegungsfreiheit (horizontaler Rotationswinkel) kann eine weitere Untergliederung vorgenommen werden in:

- Teilpanoramen (HFOV < 360°, begrenzter horizontaler Rotationswinkel)
- Rundbilder (HFOV = 360°, uneingeschränkter horizontaler Rotationswinkel)

### 2.1.2 Kubische (sphärische) VR-Panoramen (VFOV = 180°)

Mit dieser Methode wird die Situation auch in der Vertikalen vollständig erfasst. Zur Aufnahme eines kubischen (sphärischen) VR-Panoramas benötigt man eine extrem kurze Brennweite, um ein VFOV (Vertical Field Of View) von 180° (vom Zenit bis zum Nadir) erfassen zu können. Dies entspricht im fertigen VR-Panorama einem Tilt (Neigungswert) von +/-90° und lässt sich im Grunde nur mit einem Fischauge – Weitwinkelobjektiv realisieren. Dies resultiert jedoch in deutlich erkennbaren Verzerrungen der Geometrie, was bei Drehbewegungen in besonderem Maße augenfällig ist. Zudem werden die „Tiles“ (Kacheln, aus denen ein Panorama – File aufgebaut ist) im einfachsten Fall auf die sechs Flächen eines virtuellen Würfels projiziert, wodurch sich die Verzerrungen nicht gerade verbessern. Zur Verminderung dieser unerwünschten Effekte kann an Stelle eines simplen sechsseitigen Würfels auch ein komplexeres – kugelähnliches - Objekt treten. Die räumliche Orientierung der Seitenflächen dieses Objekts wird mit Hilfe sogenannter „Atoms“ definiert, um einen sphärischen Projektionskörper angenähert beschreiben zu können, wodurch die Verzerrungen im Panorama reduziert werden [APP-02]. So wie zylindrische, lassen sich auch kubische (sphärische) Panoramen in Teilpanoramen (HFOV < 360°) und Rundbilder (HFOV = 360°) unterscheiden.

### 2.1.3 Zylindrische versus kubische VR-Panoramen

Bei kubischen VR-Panoramen treten im Vergleich zu zylindrischen VR-Panoramen unrealistische Verzerrungseffekte stärker hervor. Dieser Effekt wird besonders deutlich, sofern die standardmäßige und schneller realisierbare Würfelprojektion an Stelle einer sphärischen angewendet wird. Weiters ist bei kubischen Panoramen auf Basis von Naturaufnahmen eine umfangreichere Nachbearbeitung (besonders im Nadir) nötig und ist die Erstellung insgesamt aufwendiger.

Dennoch sind kubische VR-Panoramen für den Anwender zunächst faszinierender (es bleibt nichts im Verborgenen, er kann alles „erforschen“). Aber: Einerseits verflüchtigt sich dieser Effekt rasch und andererseits ist der Mehraufwand nur dann sinnvoll, wenn sich auch im Zenit bzw. im Nadir Objekte befinden, die von Bedeutung sind – etwa Mosaikböden und Deckengemälde in Gebäuden oder die Innenausstattung eines Autos. Zur reinen Landschaftsvisualisierung sind kubische Panoramen jedoch nicht wirklich erforderlich.

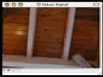






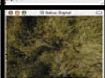
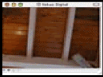

	Gebäude	Natur	max. Tilt
kubisch			Zenit
			< + 90°
			< - 90°
			Nadir
zylindrisch			

Abb.2: Zylindrische versus kubische Panoramen

## 2.2 VR-Objekte

Die Variation von VR-Objekten wird im Wesentlichen durch zwei Hauptkriterien bestimmt:

- Grad der Bewegungsfreiheit (direkt abhängig von der Vollständigkeit der Erfassung):

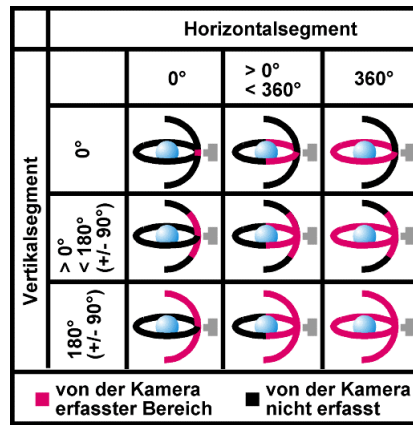


Abb.3: Variationen rasterbasierter VR-Objekte

- Variabilität des Betrachterstandort:
  - Standort des Betrachters ist fix: Hintergrundsituation ist statisch (virtuelles empfinden: nur das Objekt wird um seine eigene Achse „gedreht“ bzw. rotiert im Raum)
  - Standort des Betrachters variiert: Hintergrundsituation ist dynamisch (virtuelles empfinden: der Betrachter „bewegt sich um das Objekt herum“)

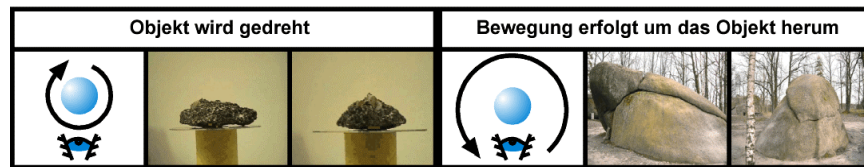


Abb.4: Variabilität des Betrachterstandortes

### 3 SONDERFORMEN UND VARIATIONEN RASTERBASIERTER VR-WELTEN

#### 3.1 Sonderformen

##### 3.1.1 Kombinationen aus VR-Panorama und VR-Objekt

In Panoramen können auch VR-Objekte integriert werden, die sich mitbewegen und gleichzeitig rotieren, wenn der Anwender im Panorama die Blickrichtung ändert. Allerdings ist das Anwendungsspektrum für ein derartiges „Konstrukt“ eher begrenzt. Ein Beispiel wäre etwa die Modellierung eines projizierten Denkmals, Springbrunnen, ... via 3D-Software und Ausgabe desselben als VR-Objekt. Dieses lässt sich anschließend in die Naturaufnahme eines VR-Panoramas des potentiellen Standorts integrieren und kann so zur Entscheidungsfindung beitragen.

##### 3.1.2 Anaglyphen VR-Panoramen und VR-Objekte

Indem die stereoskopische Technik des Anaglyphenverfahrens zum Einsatz kommt ist eine signifikante Steigerung des Realitätsgrades möglich. Dabei wird ein Objekt von zwei leicht unterschiedlichen Standpunkten aus aufgenommen, wobei die Differenz zwischen den beiden Aufnahmepunkten (die Stereobasis) in etwa dem menschlichen Augenabstand entsprechen sollte. Dadurch, dass das linke bzw. das rechte Auge dann unter Zuhilfenahme einer Rot-Blau oder Rot-Grün-Brille jeweils eine unterschiedliche Perspektive der Ansicht zu sehen bekommt, verarbeitet das menschliche Gehirn die beiden Einzelaufnahmen zu einem Bild und es entsteht ein räumlicher Eindruck. Diese Technik ist sowohl auf VR-Panoramen wie auch auf VR-Objekte anwendbar und lässt sich sowohl fotografisch, als auch computergeneriert umsetzen.

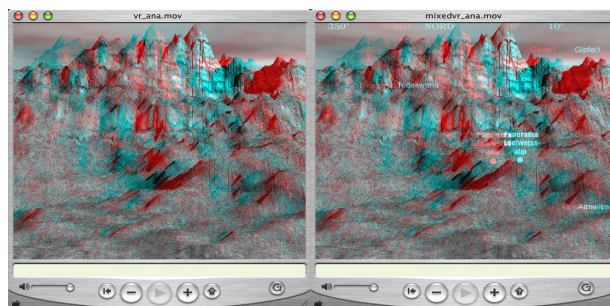


Abb.5: Panoramen nach dem Anaglyphenverfahren (Computergeneriert; rechts mit Beschriftung)

### 3.1.3 Kombination mit Videosequenzen

Der Nachteil rasterbasierter VR-Welten besteht vor allem darin, dass sie, im Gegensatz zu den eher vektororientierten Formaten wie VRML oder Shockwave3D, gewissen Einschränkungen, vor allem in Bezug auf die Bewegungsfreiheit des Anwenders in einer solchen Umgebung, unterworfen sind. Deshalb werden sie häufig auch als „Pseudo-3D“ oder „nicht-immersive“ – Welten bezeichnet. Die Bewegung innerhalb einer rasterbasierten VR-Welt erfolgt über so genannte „Hot Spots“ zu weiteren Panoramen / Objekten oder zu sonstigen digitalen Medien. Der Effekt des „Springens“ von Panoramastandort zu Panoramastandort kann insofern abgeschwächt werden, indem man eine Videosequenz zwischenschaltet.

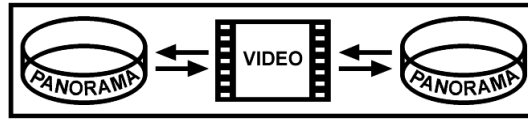


Abb.6: Videosequenz zur Distanzüberwindung

### 3.1.4 VR-Szenen

Obwohl interaktive VR-Panoramen und VR-Objekte vor allem im Internet häufig anzutreffen sind, treten sie primär als isolierte Einzelelemente und kaum in verknüpfter Form als virtuelle Welten in Erscheinung. Der Grund dafür liegt wohl mehr oder weniger darin, dass die einzelnen Panoramen und Objekte solcher Welten meist als sogenannte „VR-Szene“ gemeinsam in einer einzigen Datei abgespeichert sind. Die Ursache dafür liegt in den VR-Authoringsystemen begründet, welche die Option zum Speichern solcher verknüpfter VR-Elemente als VR-Szene bereitstellen. Diese VR-Szene benötigt beim Laden dementsprechend viel Zeit, wodurch gerade bei Anwendungen im Internet potentielle Nutzer das Interesse rasch verlieren. Daher ist auch das Potential solcher rasterbasierter VR-Systeme bisher noch nicht wirklich ausgeschöpft worden. Dieses Problem kann aber relativ einfach umgangen werden, indem man „Hot Spots“ innerhalb von VR-Panoramen/VR-Objekten einfach nur als (Hyper)Links zu anderen (separaten) Files definieren würde. Somit lassen sich Wartezeiten auf ein erträgliches Maß reduzieren.

### 3.1.5 Kombination aus fotografischen und computergenerierten Welten

Andererseits stellen rasterbasierte VR-Welten auf Basis fotografischer Aufnahmen ein Abbild der Wirklichkeit dar. Dies erlaubt dem Anwender, die Welt so zu sehen wie sie wirklich ist. Vektororientierte VR-Formate sind immer nur ein mehr oder weniger abstraktes Modell der realen Objekte im Raum. (Einen Brückenschlag bilden hierbei VR-Welten auf Basis von 3D-Laserscans.) Die Palette der Möglichkeiten rasterbasierter Umsetzungen umfasst aber abgesehen von fotografischen Geländeaufnahmen ebenso auch fotorealistische, computergenerierte Umgebungen, bis hin zu stark abstrahierten und generalisierten kartografischen Ausdrucksformen. Dass eine solche Einteilung jedoch nicht starr zu verstehen ist, ergibt sich schon alleine aus der Tatsache, dass auch kombinierte Lösungen möglich sind, um auf diesem Weg etwa eine Art von „Augmented Reality“ in rasterbasierte Applikationen einzubringen. So ist etwa umsetzbar, z.B. fotografische Aufnahmen mit Namengut und Signaturen zu versehen, um die Orientierung in der Applikation zu erleichtern. Zudem können etwa VR-Objekte über mehrere Bildebenen (Layer) verfügen, wodurch Zusatzinformationen einfach per Tastendruck oder Mausklick den fotografischen Aufnahmen überlagert werden (dies bedingt einen erhöhten Speicherbedarf).

## 3.2 Einflussparameter rasterbasierter VR-Welten

Zusammenfassend kann – ergänzend zu den genannten - eine Klassifikation rasterbasierter VR-Welten nach folgenden Parametern vorgenommen werden:

- nach dem Herstellungsprozess (fotografisch (fotografische Geländeaufnahme), computergeneriert)
- nach dem Abstraktionsniveau (naturgetreu (fotografisch), fotorealistisch generalisiert, abstrakt generalisiert)
- nach dem Standpunkt („Eyepoint“) des Betrachters (in Abhängigkeit vom Herstellungsprozess / Abstraktionsniveau): „Eyepoint at surface“ – Welten, „Eyepoint in the sky“ – Welten
- nach dem Informationsgehalt (unkommentiert, kartografisch erweitert („Augmented VR“ – Elemente wie Signaturen, Namengut, Koten, ...))
- nach dem Ausmaß der visuellen (bzw. akustischen) Einbindung des Anwenders in die Applikation (zweidimensionale „Pseudo 3D“ - Welten (mit / ohne Umgebungsgeräusche), dreidimensional erscheinende (stereoskopische) Welten (mit / ohne Umgebungsgeräusche))

Zahlreiche Übergangsformen und Kombinationsmöglichkeiten der oben angeführten Kategorien runden das Spektrum rasterbasierter VR– Applikationen ab.

## 4 NAVIGATIONS- UND ORIENTIERUNGSHILFEN AUF BASIS VON MULTIMEDIA-AUTORENSYSTEMEN

Im Zusammenhang mit virtuellen Umgebungen spricht MacEachren [EAC-99] von zwei Interaktionskategorien, eine zum Navigieren und die andere zum Arbeiten in ihr. Zahlreiche andere wie etwa Kuhn, Döller, Buziek und Miller setzten sich ebenfalls mit dem Themenkomplex „Interaktion“ auseinander [RIE-00]. Im Wesentlichen lassen sich diese einem der drei kartografischen Interaktionskomplexe zuordnen: Orientieren und Navigieren, Einflussnahme auf die Gestaltungsparameter sowie Informationsabfrage und Informationsintegration.

Der Interaktionskomplex „Orientieren und Navigieren“ muss zufriedenstellend abgedeckt werden, bevor der Anwender sich etwa mit Informationsabfrage beschäftigen kann. Insbesondere bei rasterbasierten VR-Applikationen stellt das „Orientieren und Navigieren“ in dieser eine Schwachstelle dar.

Dies spiegelt sich darin, dass praktisch selten über die standardmäßig mitgelieferten Buttons hinausgehende (und wenn, dann meist nur minimale) Navigations- und Orientierungshilfen vorhanden sind. Diese sind aber essentiell, um sich in einer virtuellen Welt aus Panoramen und Objekten zurechtzufinden. Ansonsten führt dies zwangsläufig zu Frustrationen bei den Anwendern. Dies mag maßgeblich ein Grund dafür sein, warum über einzelne VR-Panoramen und Objekte hinausgehende komplexere Anwendungen noch gering verbreitet sind. Denn ohne adäquate Orientierungshilfen verliert der Nutzer sehr schnell den Überblick in einer virtuellen Umgebung und weiß oft schon nach kurzer Zeit nicht mehr, aus welcher Richtung er eigentlich gekommen ist, oder wohin er sich bewegt bzw. bewegen kann.

So liegt es nahe, dass sich die Kartografie, die über einen enormen Erfahrungsschatz verfügt, was die nutzergerechte Aufbereitung bzw. Präsentation geografischer Sachverhalte anlangt, dieser Problematik annimmt und Lösungsansätze aufzeigt, die das Navigieren und Orientieren in virtuellen Welten erleichtern und eine intuitive Handhabung der Applikation gewährleisten. Um eine derartige Anwendung verwirklichen zu können, ist als Ergänzung zu den auf VR spezialisierten Autorensystemen der Einsatz mächtigerer Multimedia-Autorensysteme, wie etwa „Director“ (www.macromedia.com), unumgänglich. Neben der Option zur Integration diverser Geo-Medienelemente sind diese auch mit ausreichenden Programmierfunktionen ausgestattet, um eine kartografiegerechte Multimediaapplikation erstellen zu können.

Im Folgenden wird aufgeschlüsselt, welche Problematiken beim „Durchwandern“ einer virtuellen Welt auftreten können und welche Hilfestellungen zur Orientierung und Navigation dem Nutzer angeboten werden sollten.

#### 4.1 Die adaptive Übersichtskarte als zentraler Bestandteil rasterbasierter VR-Welten

Für den „virtuellen Wanderer“ ist es – so wie in der realen Welt - wichtig, dass er sich sowohl zu Beginn als auch während der „Wanderung“ einen Überblick über die Gesamtsituation verschaffen kann. Er soll also darüber informiert werden, welche Routen und Optionen zur Verfügung stehen. Am besten lässt sich das in Form einer adaptiven Übersichtskarte (ÜK) realisieren. Diese sollte bei Bedarf jederzeit ein- bzw. ausblendbar sein und die folgenden Eigenschaften aufweisen:

- Durch ein Icon in Form eines Fadenkreuzes oder dergleichen muss stets die genaue Position des Anwenders in der virtuellen Umgebung klar erkenntlich sein.
- Bewegt man sich von Standpunkt zu Standpunkt, so wird idealerweise der dabei zurückgelegte Weg in der ÜK markiert. Dadurch weiß der Anwender, welche Route gewählt bzw. welcher Weg schon „virtuell“ zurückgelegt wurde. Ein unnötiges „im Kreis laufen“ wird dadurch verhindert.
- Die ÜK sollte neben eindeutig unterscheidbaren Signaturen für VR-Panoramen und VR-Objekten, ergänzend mit Namengut und Signaturen wichtiger Landmarken ausgestattet sein. Einige dieser Informationen wären zudem auch direkt in den VR-Elementen umzusetzen.
- VR-Elemente sollten auch unmittelbar über die jeweils korrespondierenden, interaktiven Signaturen in der ÜK abrufbar sein (d.h. beim Klick auf die entsprechende Signatur in der ÜK muss der Nutzer direkt zum VR-Panorama- oder VR-Objekt des betreffenden Standortes gelangen).
- Werden in VR-Elementen vorhandene „Hot Spots“ zu weiteren VR-Elementen durch „Roll over“ aktiv, so ist dies in der ÜK ebenfalls zu visualisieren (z.B. aufblinken der potenziellen Zielsignatur).
- Ebenso ist ein „Kompass“ zu implementieren, der mit dem jeweiligen VR-Element „synchronisiert“ wird. Dadurch wird bei Drehbewegungen im VR-Element jeweils die Blickrichtung des Nutzers in der ÜK angezeigt. Mögliche Variationen liegen darin, den Kompass außerhalb des Kartenspiegels zu platzieren oder ihn als animiertes Icon mit der aktuellen Position des Nutzers, anstatt des bereits erwähnten Fadenkreuzes, zur Deckung zu bringen.
- Wenn Videosequenzen zwischen VR-Elementen zur Distanzüberbrückung vorhanden sind, müssen diese auch in der ÜK gesondert ausgewiesen sein. Dadurch wird der „virtuelle Wanderer“ bereits vorab darüber informiert, dass anschließend eine Videosequenz startet und nicht erst beim Klick auf einen entsprechenden „Hot Spot“.

#### 4.2 Das Prinzip der direkten Sichtverbindung

Prinzipiell ist eine VR-Welt so anzulegen, dass, wenn man sich von einem VR-Element zum anderen bewegt, zwischen diesen auch eine „Sichtverbindung“ besteht. Der „virtuelle Wanderer“ sollte nach Möglichkeit, bei Klick auf einen „Hot Spot“, die aktuelle Situation, welche er vor Augen hat und zu der er sich hinbewegen möchte, nach dem „Sprung“ zum (Ziel-)VR-Element sofort wieder erkennen können, sodass das Fortschreiten im virtuellen Raum nachvollziehbar ist. D. h. er soll sich ohne einen Blick auf die Übersichtskarte zu werfen, stets sofort im „neuen“ Panorama zurechtfinden. Deshalb ist beim „Sprung“ vom (Start-)Panorama zum (Ziel-)Panorama darauf zu achten, dass die Blickrichtung, die beim Laden des neuen (Ziel-)Panoramas zu Beginn eingestellt ist (Initial View), in etwa die gleiche Orientierung aufweist. Dadurch wird sichergestellt, dass der Eindruck einer kontinuierlichen Vorwärtsbewegung aufrecht erhalten bleibt.



Abb.7: Prinzip der direkten Sichtverbindung (links Startpanorama, rechts Zielpanorama)

Nicht immer ist es zweckmäßig, dieses Prinzip einzuhalten, etwa im unwegsamen Gelände oder z.B. auf kurvigen Forstwegen im Wald, weil es wenig Sinn macht, bei gleichsam jeder Kurve ein Panorama aufzunehmen, wo man mehr oder weniger „in die Bäume“ schaut, nur um das Prinzip der direkten Sichtverbindung zwischen zwei benachbarten VR-Panoramen aufrecht zu erhalten. Kann dieses Prinzip nicht eingehalten werden, eignen sich Videosequenzen zur Distanzüberbrückung.

Gleiches gilt für den Wechsel zwischen VR-Panorama und VR-Objekt. Auch hier ist es empfehlenswert, wenn nach dem Laden des VR-Objektes der Anwender in etwa die gleiche Ansicht vom Objekt zu sehen bekommt, die er zuletzt beim Panorama auf dieses hatte. Umgekehrt sollte es nicht anders sein, d.h. bei VR-Objekten ist zu berücksichtigen, dass nur bei freier Sicht auf benachbarte VR-Elemente Zugriff auf diese besteht. Werden diese etwa durch das Objekt selbst verdeckt, sind die entsprechenden „Hot Spots“ vorübergehend zu deaktivieren.

### 4.3 Zusätzliche Elemente

Um ein problemloses Navigieren im virtuellen Raum zu ermöglichen, sollten die VR-Elemente mit kartografischen Elementen angereichert werden. Dabei bieten sich mehrere Optionen zur Umsetzung an. Zum einen gibt es die Möglichkeit, kartografische Erweiterungen wie Namengut, Signaturen oder Koten permanent in VR-Panoramen anzeigen zu lassen. Diese Zusatzinformationen müssen vor der Erstellung per Bildbearbeitungssoftware in die Ausgangsbilder der Panoramen oder Objekte eingearbeitet werden.





Ein anderer Ansatz ist, mit Hilfe eines Multimedia-Autorensystems kartografische Signaturen etc. als „Sprites“ in der Applikation zu implementieren. Das bedeutet etwa für VR-Panoramen, dass in bestimmten Bereichen bei einem „Roll over“ mit der Maus die entsprechenden, zuvor dort platzierten, Signaturen eingeblendet werden. Dadurch wird sichergestellt, dass nur Zusatzinformationen zu dem Objekt sichtbar gemacht werden, welches gerade die Aufmerksamkeit des Nutzers erregt. Eine weitere Möglichkeit ist, mittels Button derartige Informationen bei Bedarf generell und nicht nur beim „Roll over“ ein- bzw. auszublenden.





Neben dem vorgenannten Zuschalten von Namengut und Signaturen wichtiger Landmarken, können weitere Orientierungshilfen im VR-Element implementiert werden. Zwar sollte die bereits erwähnte, mit den VR-Elementen „synchronisierte“, Kompassnadel Auskunft über die Blickrichtung geben, doch wäre es auch sinnvoll, am oberen Rand der „Movie Box“ (Begrenzung des Sichtfeldes eines VR-Elements am Bildschirm) eine Art Kursinformation – abgeleitet etwa aus der 360° Einteilung einer Kompassrose (z. B. in Form von 10°- Schritten), optional einzublenden.

Außerdem bestehen auch noch weitere Möglichkeiten in Bezug auf Medienintegration. Also etwa der Anreicherung rasterbasierter VR-Applikationen mit Medienelemente wie Sound (Umgebungsgeräusche), Videosequenzen, Animationen (Bildsequenzen), Text oder Grafiken.

Abschließend sei noch erwähnt, dass die Bewegungen in den VR-Elementen nicht nur innerhalb dieser durch das Ziehen mit der Maus umgesetzt werden kann, sondern auch extern über Buttons steuerbar sind.

## 5 BEISPIELMATRIX

			
<a href="http://www.virtualparks.org">www.virtualparks.org</a>	<a href="http://www.digitaltao.ca/wascanavrtour/wascanavrtour.html">www.digitaltao.ca/wascanavrtour/wascanavrtour.html</a>	<a href="http://www.gruenesoal.de/sites/start2.htm">www.gruenesoal.de/sites/start2.htm</a>	<a href="http://www.dreamtimeproductions.com/pages/vr.html">www.dreamtimeproductions.com/pages/vr.html</a>
QTVR-Touren in US-Nationalparks (mit Übersichtskärtchen und interaktiven Signaturen)	QTVR-Tour im “Wascana Park” (mit Übersichtskärtchen, interaktiven Signaturen und animiertem Kompass)	QTVR-Touren durch Naturparks in Deutschland (mit Übersichtskärtchen, Wanderwegen, interaktiven Signaturen)	QTVR-Panoramen vom “Crater Lake National Park” (Übersichtskärtchen mit interaktiven Signaturen und animiertem Kompass)

		Signaturen, Sound und "Hot Spots")	animiertem Kompass)
			
www.360portugal.com	www.revolution360.com	www.360geographics.com	www.armchair-travel.com
QTVR-Panoramen und Cubic-VR Panoram von Sehenswürdigkeiten und Naturparks in Portugal ("clickable maps")	Breites spektrum an QTVR-Panoram und Cubic-VR Panoram ("clickable maps")	QTVR-Panoram von Nordamerika ("clickable maps")	VR –Panoram von Sehenswürdigkeiten ("clickable maps", interaktive Signaturen, animierter Kompass, animierte "HotSpots")

## 6 AUSBLICK

Rasterbasierte VR-Elemente bergen ein Potential, welches erst durch den Einbezug eines Multimedia-Authoringprogrammes ausgeschöpft werden kann. Die genannten Ansätze bezüglich des Interaktionskomplexes „Navigation und Orientierung“ könnten dazu beitragen, rasterbasierte VR-Elemente aus ihrem meist nur singulären Dasein zu befreien. Sie wären dadurch nicht nur wie bisher am Häufigsten von allen VR-Inhalten im Internet anzutreffen, sondern auch in komplexen und dennoch benutzerfreundlichen Applikationen zugänglich. Derartige Anwendungen würden nicht wie bisher einzelne (meist voneinander isolierte) Standorte wiedergeben, sondern könnten ein ganzes Gebiet „begebar“ machen. Großes Potential als Entscheidungs- und Planungsgrundlage birgt auch die Kombination aus fotografischen und computergenerierten Informationsinhalten. Das und die relativ geringen Anforderungen an die Hardware machen Raster-VR-Welten zu einem idealen Instrument der Landschaftsvisualisierung.

Die Praxisrelevanz des in diesen Beitrag aufgezeigten Potentials sowie weitere Problemereiche sollen in einer in Arbeit befindlichen Diplomarbeit untersucht werden, welche voraussichtlich 2003 abgeschlossen wird.

## 7 QUELLENVERZEICHNIS

- Bartel, D.: Web3D:3D im WWW?!, Unterlagen zum Vortrag am Forschungszentrum Jülich, 2001. [www.kfa-juelich.de/zam/docs/printable/vortraege/web3d.pdf](http://www.kfa-juelich.de/zam/docs/printable/vortraege/web3d.pdf). [BAR-01]
- Noser, H.: Scientific Visualization and VR - Visualisierung im WWW. <http://www.ifi.unizh.ch/~noser/COURSES/vlSvvrw3.pdf>, 1999. [NOS-99]
- Apple Computer, Inc.: QuickTime VR. <http://developer.apple.com/techpubs/quicktime/qtdevdocs/>, 2002. [APP-02]
- Riedl, A.: Virtuelle Globen in der Geovisualisierung, Untersuchungen zum Einsatz von Multimediatechniken in der Geopräsentation. Dissertation, Wien, 2000, CD-ROM, 196 S. [RIE-00]
- Riedl, A.: Web3D: Entwicklung, Standards, Formate. In: Kartographische Nachrichten, 52. Jg., Heft 5, 2002, S. 214-220. [RIE-02]
- MacEachren, A. M., Kraak, M. J. Verbree, E.: Cartographic issues in the design and application of geospatial virtual environments. In: Proceedings, 19, ICA Cartographic Conference, 1999. Ottawa, 1999. S. 108 – 116. [EAC-99]

Software - Anbieter:

- <http://www.apple.com/quicktime/>
- <http://www.vrtoolbox.com/vrthome.html>
- <http://www.kekus.com/>
- <http://www.smgvr.com/>
- <http://ipix.com/>

- QuickTime VR - Authoringstudio
- QuickTime VR - Authoringssoftware
- Softwarelösungen zum Erstellen u. a. kubischer Panoram
- "MapSaVR" und weitere Produkte zum Erstellen virtueller Touren
- Hard- und Software zum Erstellen rasterbasierter VR -Welten

