

Interaktive begehbare Karten als Instrument der Erlebniskommunikation

Interactive Walkable Maps as an Instrument for Experiential Communication

Benno Schmidt, Christian Danowski-Buhren; Bochum

Geovisualisierungen lassen sich wirkungsvoll im Umfeld der Erlebniskommunikation nutzen. Dies trifft im Besonderen für begehbare Karten als spezielle Visualisierungsform zu. In diesem Beitrag werden zunächst die charakteristischen Merkmale begehbbarer Karten beschrieben. Das Hauptaugenmerk der Betrachtung gilt dynamischen interaktiven Darstellungen auf der Basis aktueller Projektions- und Kamera-Technologie, welche insbesondere den Aufbau natürlicher Benutzerschnittstellen ("natural user interfaces") ermöglicht. Im betrachteten Kontext sind die gegebenen Möglichkeiten der Mensch-Karte-Interaktion von besonderem Interesse. Zuletzt werden Hinweise zur Software-technischen Umsetzung gegeben.

■ **Schlüsselwörter:** Begehbare Karten, Erlebniskommunikation, Natural User Interfaces (NUI), User Experience (UX), Mensch-Karte-Interaktion

Geovisualizations may serve as an effective instrument for experiential communication such as the use of walkable maps as special visualizations. In this paper, initially the characteristics of walkable maps will be described. Special attention is paid to dynamic interactive presentations based on modern projection and camera technology. Particularly this allows the implementation of so-called "natural user interfaces". In the context discussed here, the given map-interaction facilities are of special interest. Finally, advice referring to the practical implementation is given from the software engineering perspective.

■ **Keywords:** Walkable maps, experiential communication, natural user interfaces (NUI), user experience (UX), human-map-interaction

1 Einleitung

Die Präsentation raumbezogener Inhalte in Ausstellungen oder Museen ist ohne kartographische oder kartenverwandte Darstellungen kaum denkbar. Neben der besonderen Eignung zur effektiven Informationsvermittlung ist dabei insbesondere die Attraktivität dieses Kommunikationsmediums hervorzuheben. Kartographische Darstellungen und Geovisualisierungen stoßen zumeist auf eine hohe Nutzerakzeptanz und vermögen das Besucherinteresse zu wecken.

So erstaunt es wenig, dass die Beteiligten des an der Hochschule Bochum durchgeführten Projektes „Erlebnisraum Nachhaltige Entwicklung (ENE)“ zur Präsentation raumbezogener Inhalte eine moderne Karten-Installation wünschten. Primäres Ziel des vorgenannten Projektes ist der Aufbau eines Raums mit verschiedenen Exponaten zum Thema Energienachhaltigkeit auf verschiedenen Maßstabsebenen (weltweiter Ressourcenverbrauch und Emissionen, global gerechte Energieverteilung, regionale Nutzung alternativer Energiequellen etc.).

Der Erlebnisraum soll dabei gezielt zur Erlebnisvermittlung eingesetzt werden. Neben der rationalen Inhaltskommunikation sind somit auch „weiche“ subjektive Faktoren bei der Visualisierungskonzeption zu beachten. Weitere Ausführungen zur Grundidee des ENE finden sich in Abschnitt 3.2. Inspiriert durch Installationen, wie sie z. B. im »Oracle du Papillon« (Fondation »Petite Cause Grands Effects« 2015), im Stuttgarter Haus der Geschichte (Region Stuttgart 2016) und anderen Ausstellungen oder auch im alltäglichen öffentlichen Raum (Abbildung 1) zu finden sind, entstand während des ENE-Projektes der Wunsch, eine begehbare Karte zu realisieren.

Aus Sicht der Geoinformatik ergeben sich unmittelbar verschiedene Fragen: Wie lassen sich interaktive begehbare Kartendarstellungen realisieren? Welche Interaktions- und Erlebniselemente lassen sich integrieren? Und welche methodischen und technischen Herausforderungen sind dabei zu lösen? Diese Fragen beinhalten die Auswahl der benötigten Hardware und Software ebenso wie die Geodaten-Aufbereitung, kartogra-

phische Gestaltungsaspekte oder das Interaktions-Design.

Im vorliegenden Beitrag werden zunächst die Merkmale begehbbarer Karten dargestellt (Abschnitt 2). Im Anschluss daran wird auf verschiedene Aspekte der Erlebniskommunikation und daraus ableitbare Entwurfsideen eingegangen (Abschnitt 3). Zuletzt wird die Software-technische Umsetzung von Interaktionswerkzeugen betrachtet, welcher mit Blick auf die zukünftige Weiterentwicklung begehbbarer Karten besondere Bedeutung zukommt (Abschnitt 4).

2 Merkmale begehbbarer Karten

2.1 Begriff der begehbaren Karte

Unter einer *begehbaren Karte* wird hier eine *kartographische Darstellung georäumlicher Sachverhalte auf einer Bodenfläche, auf welcher der Betrachter stehen und umher-schreiten kann*, verstanden.

Aus der bodenbezogenen Darstellung ergibt sich, dass auf Höhe der Fußsohlen des Betrachters ein Kartenbild optisch wahrnehm-

bar ist. Der Abstand der Darstellung von den Augen des (aufrecht stehenden) Betrachters sowie die Forderung der Begehrbarkeit implizieren, dass die Kartendarstellung in etwa mindestens so groß wie der Betrachter sein muss oder aber größer ist.

2.2 Grundlegende Eigenschaften

Für kartographische Darstellungen sollte die Größe begehrbarer Karten insofern mindestens 6 qm betragen. Obergrenzen sind praktisch kaum gesetzt. Die Bildauflösung sollte mindestens bei ca. 10 ppi (pixels per inch) liegen, also etwa 400 Pixel auf 100 cm. Insofern die Betrachter sich jedoch zur Karte herabbücken oder auf der Karte knien („natürliche Zoom-Funktion“), sind höhere Auflösungen angeraten.

Im Vergleich mit digitalen, am Desktop-Arbeitsplatz dargestellten Karten fallen unmittelbar mehrere charakteristische Eigenschaften begehrbarer Karten auf:

- **Eingeschränkte Zooming- und Panning-Funktionalität:** Für Bildschirmkarten sind Maßstab und Raumausschnitt („bounding-box“) zumeist frei wählbar. Prinzipiell ist dies für dynamische begehrbare Karten ebenfalls möglich (z. B. ein Übergleiten der Karte), widerspricht jedoch der gewohnten Wahrnehmung eines „festen Bodens unter den Füßen“ und kann daher zu Irritationen führen.
- **Intuitive Bedienbarkeit:** Es lassen sich hochgradig intuitiv bedienbare Umgebungen aufbauen: Durch Umhergehen ändert sich der sichtbare Kartenausschnitt, durch Umdrehen die Blickrichtung auf die Darstellung. Ein Herabbeugen kommt einer Änderung des Zoom-

Maßstabs gleich. Die Navigation innerhalb der Kartendarstellung wird so einfach wie die Nutzung des alltäglichen Bodens unter unseren Füßen. Die nicht bewusste Anwendung von Vorwissen ermöglicht dem Nutzer also eine effektive Interaktion (siehe Definition intuitiver Nutzbarkeit bei Mohs et al. 2006).

- **Darstellung von Detail und Kontext:** Naturgemäß werden nicht alle Teile des begehrbaren Kartenbildes für den menschlichen Betrachter gleich gut erkennbar sein. Nah gelegene Kartenteile werden durch das Auge in einer höheren Detailliertheit wahrgenommen als weiter entfernte, welche bedingt durch den Blickwinkel eine Verzerrung erfahren, jedoch den räumlichen Kontext der fokussierten Bildregion darbieten.
- **Notwendigkeit aktiver körperlicher Bewegung:** Bei entsprechendem Interaktionsdesign ergibt sich bei groß dimensionierten Karten für den Betrachter die Notwendigkeit, sich aktiv bewegen zu müssen (i. Ggs. zur Bewegung des Mauszeigers und Erzeugung eines Klick-Events durch den Finger). Die möglicherweise zunächst als lästig empfundene Navigation durch den Kartenausschnitt kann aber zu einem beeindruckenden Erlebnis werden, wenn der Betrachter während des Umhergehens einen Effekt auslöst (bspw. Aufdecken von Elementen, Hinterlassen von Spuren).
- **Eindruck von Immersion und Zusammengehörigkeit:** Für den Betrachter stellt sich über seine Fußsohlen zumeist ein Gefühl der Verbundenheit mit der unter ihm liegenden Kartendarstellung ein. Instal-

lationen mit großen räumlichen Abmessungen können subjektiv einen Immersionseindruck entstehen lassen oder das Zusammengehörigkeitsgefühl einer Gruppe psychologisch verstärken.

- **Möglichkeiten gruppenbezogener Interaktionen:** Räumlich groß dimensionierte begehrbare Karten ermöglichen in höherem Maße als Bildschirmkarten interaktive Eingaben durch mehrere Nutzer. Die zwischenmenschliche Kommunikation wird gefördert.
- **Kartographische Anforderungen bei mehreren Betrachtern:** Im Gegensatz zu Desktop-Karten, bei denen Betrachterposition und -blickrichtung quasi fix sind, ergeben sich für begehrbare Karten Randbedingungen hinsichtlich der kartographischen Gestaltung. Die Variabilität von Betrachterstandort und Blickrichtung wirft zumindest die Frage auf, wie einzelne Karteninhalte orientiert werden müssen (z. B. Ausrichtung textueller Inhalte und von Symbolen und Nordung der Karte).

Begehrbare Karten sind noch wenig verbreitet. Gerade deshalb vermögen sie aber die Aufmerksamkeit von Passanten zu gewinnen. Trotz möglicher Berührungängste ist der Neugier-Effekt für die hier betrachteten Einsatzzwecke positiv einzuschätzen.

2.3 Typisierung begehrbarer Karten

Prinzipiell lassen sich verschiedene Typen begehrbarer Karten unterscheiden, beispielsweise:

- **Indoor- und Outdoor-Installationen:** Begehrbare Karten können sowohl innerhalb von Gebäuden als auch im Freien installiert und betrieben werden. Letztgenanntes Szenario bietet interessante Optionen wie die Verknüpfung mit Naturerlebnissen (Vegetation im jahreszeitlichen Wechsel, Naturlaute, Wettergeschehen, olfaktorische Eindrücke, Einbettung fließenden Wassers etc.), wobei oft eine verhältnismäßig große Fläche zur Verfügung steht. Hingegen lassen sich dynamische, videobasierte Installationen oder computergrafische Bildprojektionen im Freien oft nur erschwert realisieren (insbesondere aufgrund der wechselnden Lichtverhältnisse).
- **Statische vs. dynamische Karten:** Statische Karten zeigen stets das gleiche Kartenbild, bspw. bemalte Fußböden oder bedruckte Bodenbeläge. Für dynamische Karten lässt sich die Darstellung während des operationellen Betriebs austauschen.



Abb. 1: Statische begehrbare Karte in einem Einkaufszentrum (Bildnachweis: Karin Lohberger Photography)

- **Interaktive Karten:** Wir bezeichnen begehbare Karten, welche auf Aktivitäten des Nutzers dynamisch reagieren, als interaktiv. Die dynamische Systemreaktion kann dabei durch eine grafische Ausgabe und/oder andere Ausgabeformen (akustisch, haptisch, olfaktorisch; siehe u. a. Dörner et al. 2013) erfolgen.
- **Augmentierte Karten:** Die Möglichkeit, die Kartendarstellung um Objekte zu ergänzen, z. B. indem innerhalb der Karte verortbare (materielle oder virtuelle) Gegenstände zusätzlich in die Darstellung eingebracht werden, wird relativ selten genutzt; siehe Ausführungen unter 3.4.

2.4 Realisierungsmöglichkeiten dynamischer, interaktiver begehbare Karten

Dynamische, interaktive Karten lassen sich unter Nutzung verschiedener grafischer Ausgabegeräte, Eingabe-Hardware und u. U. weiterer Hardware-Komponenten realisieren.

Zur Bilddarstellung kommen vielfach Beamer-Projektionen zum Einsatz, entweder kostengünstig als Aufprojektion (Deckeninstallation) oder als lichtstarke Rückprojektion (z. B. durch in den Boden eingelassene Kurzstanz-Beamer). Erstere besitzen den praktisch zumeist akzeptablen Nachteil des Schattenwurfs durch den Kartennutzer. Bei Letzteren muss auf einen ausreichenden Schutz der begehbaren Projektionsfläche (Trittschäden) geachtet werden. Überdies ergeben sich generell höhere Hardware-Kosten. Alternativ können in den Boden eingelassene Monitore genutzt werden. Dies ist allerdings durch die (noch so schmalen) Monitorrahmen mit einer Zerstückelung des Gesamtbildes verbunden, was sich auf den visuellen Eindruck der dargestellten Karte negativ auswirkt.

Zur Erfassung der Benutzeraktionen bieten sich verschiedene Mechanismen an, insbesondere Geräte zur Positionsbestimmung im Raum, kamerabasierte Gesten-Steuerung, Spracheingabe, Control-Sticks usw. Ziel ist die Umsetzung einer möglichst intuitiven Karten-Interaktion. Mit Blick auf Multi-User-Fähigkeit sollten Eingabeereignisse zeitlich simultan (d. h. parallel in Nahe-Echtzeit) generierbar und verarbeitbar sein. Neben reinen Bewegungskameras haben sich insbesondere kostengünstige Tiefenkameras praktisch bewährt. Letztere werten Tiefeninformationen mittels Infrarot-Technik aus, um Interaktionen in Abstands-

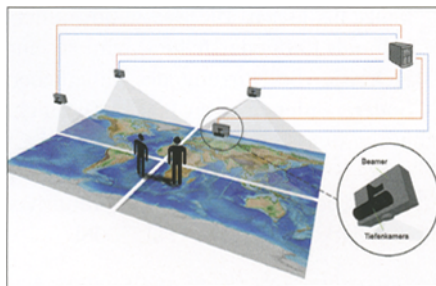


Abb. 2: Aufbau einer begehbaren Karte mit Deckenprojektion (hier: vier Beamer) und kamerabasiertem Tracking

zonen oberhalb der Karte detektieren zu können (z. B. einen bewegten oder ruhenden Fuß in einem definierten Zentimeterabstand). Als weitere, aufwendigere Möglichkeit seien an dieser Stelle lediglich auf Tritt/Druck ansprechende Bodensensoren genannt, die zur Gewährleistung einer hohen räumlichen Erfassungsgenauigkeit in entsprechender Dichte zu installieren sind.

Abbildung 2 zeigt exemplarisch eine kostengünstige Realisierung einer begehbaren Karte mittels Aufprojektion. Zu beachten sind die zumeist vorgegebene Deckenhöhe sowie die geometrischen Eigenschaften der eingesetzten Geräte wie Öffnungswinkel des Projektors (große Öffnungen ermöglichen großflächigere Kartendarstellungen bei höherer Pixelgröße) und Kamerareichweite. Diese Limitierungen machen im Regelfall eine Aufteilung des abzudeckenden Arbeitsbereichs in mehrere Teilbereiche notwendig. So besteht die gezeigte Lösung aus vier über den Kartennutzern an der Decke installierten Projektoren und Kameras. Die Karte wird in Teilbilder zerlegt, welche über die einzelnen Projektoren angezeigt werden. Eine vorgeschaltete Software sorgt hierbei u. a. für einen rechteckigen Zuschnitt des Gesamtbildes sowie für nahtlos erscheinende Übergänge zwischen den Teilbildern. Entsprechend werden mehrere Kameras an der Decke installiert, welche z. B. die RGB- und/oder Tiefeninformation in den Teilbereichen erfassen und so nach geometrischer Kalibrierung des Systems die Lokalisierung von Personen oder auf der Karte positionierten Gegenständen erlauben.

3 Konzeption einer begehbaren Karte für den Erlebnisraum

Nachfolgend sollen der Erlebnisbegriff sowie die Zielsetzungen des ENE-Projekts präzisiert werden. Anschließend werden verschiedene Merkmale identifiziert, welche sich nutzbringend zur Erlebniskommunikation einsetzen lassen.

3.1 Erlebnisbegriff und Erlebniskommunikation

Unter einem *Erlebnis* sei an dieser Stelle ein Ereignis im individuellen Leben eines Menschen verstanden, das sich vom erlebten Alltag so sehr unterscheidet, als dass es lange in Erinnerung bleibt (Brunner-Sperdin 2008, Tsvasman 2006). Charakteristisch ist hierbei die subjektive Einordnung, Verarbeitung und Bewertung des Erlebten. Im Weiteren wird davon ausgegangen, dass weniger der Erlebende selbst, sondern vor allem die Situation (z. B. die Atmosphäre am Ort des Geschehens) das Zustandekommen des Erlebnisses befördern kann.

Erlebniskommunikation kommt in verschiedenen Bereichen zum Einsatz. Neben Umweltpädagogik, Tourismus und der Unterhaltungsbranche sei insbesondere das Marketing-Umfeld genannt. Dort dient Erlebniskommunikation gezielt als Konzept zur Vermittlung von Produkten und Dienstleistungen an den Kunden (Bauer et al. 2011). Verbreitet ist der Einsatz von 2D- und 3D-Visualisierungen, häufig ergänzt durch interaktive Elemente, beispielsweise als Exponate auf Messen oder Events. Hervorzuheben ist die Möglichkeit, mithilfe derartiger Visualisierungen komplexe Sachverhalte auf spielerische Art übermitteln zu können. Die Grundidee lässt sich auf die Kommunikation georäumlicher Sachverhalte und die Weitergabe von Umweltwissen übertragen.

Auch im Umfeld der Informatik findet der Erlebnisaspekt beim Entwurf von Benutzerschnittstellen für IT-Systeme zunehmend Berücksichtigung. So zielt der Begriff "User Experience" (kurz UX, dt. Nutzererfahrung oder besser: Nutzungserlebnis; Moser 2012) nicht nur auf funktionale Eigenschaften und die Gebrauchstauglichkeit (Usability) interaktiver Systeme ab, sondern explizit auch auf die psychologischen Reaktionen, Verhalten oder Emotionen der Nutzer.

3.2 Zielsetzung des ENE-Projektes

Ziele des Projektes „Erlebnisraum Nachhaltige Entwicklung (ENE)“ (Schweizer-Ries 2015) sind die Konzeption und der Aufbau einer künstlerisch-technischen Umgebung, welche vorrangig Jugendliche zum Umdenken und Umlernen in Richtung nachhaltiger Entwicklung motiviert. Ein Grundgedanke besteht darin, positive und spezifische Emotionen hervorzurufen, um diese in den Köpfen der Betrachter zusammen mit der Botschaft zu verankern.

Die Rezipienten sollen hierbei weitgehend in das Erlebnis einbezogen werden. (Denn

ein Sprichwort rät: "Tell me and I will forget, show me and I will remember, involve me and I will understand.") Unter anderem werden dazu innerhalb des ENE interaktive Geovisualisierungen und spielerisch manipulierbare Simulationsmodelle eingesetzt, die erkundet und ausprobiert werden können. Eine der zentralen Komponenten des ENE wird eine begehbare Karte sein. Die Entscheidung für diese Umgebung stützt sich unter anderem auf die Nicht-Alltäglichkeit der Darstellung, die natürlichen Interaktionsmöglichkeiten sowie die Gruppen-tauglichkeit und die damit einhergehende Gesprächs- und Diskussionsatmosphäre.

Erlebnismaße für interaktive Systeme werden im Umfeld der UX-Forschung benannt: Intuitivität, Ästhetik, Lebendigkeit der Darstellung, „Spaßfaktor“, Inspiration etc. (siehe u. a. Olsson 2013 oder Brunner-Sperdin 2008 für eine emotionspsychologische Sicht). Die Abfrage der aufgeführten Eigenschaften ist mitunter methodisch schwierig. Im Rahmen des ENE-Projekts wird eine qualitative Messung der Größen durch Nutzerbefragungen vorbereitet.

Der ENE soll beeindrucken und zum Handeln bewegen; das Erlebnis soll nicht nach

Verlassen der begehbaren Karte „verpuffen“. Hierzu soll insbesondere das Internet einbezogen werden, indem eine zugehörige Web-Community aufgebaut wird. Die Auffrischung des Erlebnisses beim Rezipienten stellt dabei nur einen Aspekt dar. Vielmehr ist es förderlich, den Besuchern des Erlebnisraums eine Plattform an die Hand zu geben, welche es ermöglicht, das Erlebte zu reflektieren.

3.3 Geovisualisierungsumgebungen für die Erlebniskommunikation

Neben begehbaren Karten bieten sich verschiedene Geovisualisierungsumgebungen zur Erlebniskommunikation an; siehe Schmidt & Danowski (2016) für eine Übersicht. Für die Erlebnisraum-Konzeption wurde davon ausgegangen, dass Umgebungen, die z. B. nachstehend aufgeführte Merkmale aufweisen, erlebnissteigernde Wirkung entfalten können. Die Auflistung ist nicht abschließend.

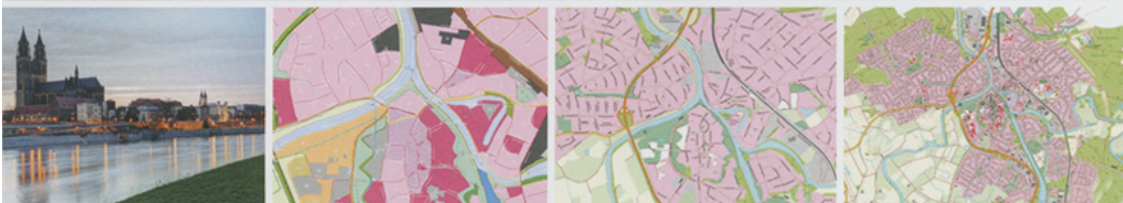
- *Plastische Darstellung:* Ansprechende Darstellungen lassen sich u. a. durch große Farbtiefen und hohe Auflösungen (Pixelzahl), Animationstechniken

sowie direkt-manipulative Interaktionsobjekte oder 3D-Shading-Verfahren erreichen.

- *Groß wahrgenommene Darstellung:* Die grafische Ausgabe erfolgt auf einer großen Ausgabefläche (z. B. imposante Großprojektion). Oft ist dabei weniger die tatsächliche als vielmehr die projektiv relativ zum Betrachter wahrgenommene Größe entscheidend; vgl. Konzept der Psychologischen Räume bei Montello (1993).
- *Hoher Immersionsgrad:* Dem Betrachter wird das Gefühl des Eintauchens in die Darstellung gegeben, z. B. neben einer groß wahrgenommenen Darstellung unterstützt durch eine stereoskopische Ausgabe oder das Ansprechen weiterer Sinne (Sound, Haptik etc.).
- *Hoher Interaktivitätsgrad:* Das System reagiert auf Nutzeraktionen, indem sich die Darstellung dynamisch (d. h. während des Systembetriebs) ändert, bspw. durch einen räumlichen oder thematischen Wechsel der Inhalte, kontextabhängiges Zeigen/Ausblenden von Elementen, Abfrage- und Editiermöglichkeiten, spiele-

3A Editor ATKIS

Realität - Modell - Karte



AED SICAD
AKTIENGESELLSCHAFT

Besuchen Sie uns auf der INTERGEO! Hamburg, 11. bis 13.10.2016, Halle A4, Stand E4.031

www.aed-sicad.de

rische Elemente (vgl. Gamification-Ansätze), Überraschungseffekte etc.

- **Natürliche Interaktion:** „Unsichtbare“ Benutzerschnittstellen („natural user interfaces“, kurz NUIs) können dem Anwender eine intuitive Interaktion mit dem System ermöglichen. An die Stelle künstlicher Steuerungswerkzeuge treten hierbei realitätsbasierte Schnittstellen, welche direkte Manipulationen durch Berührung oder Antippen, Wischbewegungen, Gesten oder Sprache erlauben (Preim & Dachsel 2015).
- **Gruppenerlebnis:** Ein gemeinsames Erleben durch Gruppen wird ermöglicht (Multi-User-Tauglichkeit). Dadurch wird der gedankliche Austausch der Gruppenmitglieder unmittelbar unterstützt, bspw. indem die Rezipienten während des Erlebnisses miteinander kommunizieren, sich gegenseitig Dinge zeigen, ein gemeinsames Verständnis entwickeln, Sachverhalte diskutieren, kollaborativ Ideen entwickeln etc. (siehe auch MacEachren 2005).
- **Möglichkeit des aktiven Mitwirkens und Gestaltens:** Dem Rezipienten werden Möglichkeiten zur aktiven Mitwirkung oder zur partizipativen Mitgestaltung des „Erlebnisraums“ gegeben, z. B. durch die Ergänzung von Inhalten und Verknüpfungen.
- **Vermittlung von Wohlgefühl:** Hierunter können u. a. die bauliche Umgebung, das Ambiente des Erlebnisortes und viele weitere Faktoren fallen.
- **Reiz des Neuen:** Der Einsatz moderner Trend-Technologien kann ebenso wie die Nutzung unkonventioneller, neuer räumlicher Darstellungsformen und innovativer Interaktionstechniken Erlebnispotenzial bieten (vgl. Zschocke 2005).

3.4 Augmentierte begehbare Karten

Eine dynamische Kartendarstellung auf dem Fußboden lässt sich letztlich als Augmentierung des Bodens verstehen (vgl. Begriff der „projektionsbasierten AR“ bei Broll 2013). Wird diese Darstellung durch Einbringung zusätzlicher Objekte weiter augmentiert, führt dies letztlich zu einer symbolisch als „A²R“ notierbaren augmentierten AR. Prinzipiell ist dabei eine Anreicherung um materielle oder computergenerierte (virtuelle) Objekte möglich:

- **Materiell augmentierte Karten:** Hierbei werden real vorhandene Gegenstände auf die begehbare Karte gestellt. Interessant sind dabei Gegenstände, deren Position

oder auch weitere Parameter wie Objekttyp, Farbe, Größe, Höhe, Ausrichtung etc. vom System erkannt werden können, z. B. Markierungskegel, Miniaturmodelle geplanter Bauwerke usw.

- **Virtuell augmentierte Karten:** Neben materiellen Objekten lassen sich auf Grundlage der Kartendarstellung AR-Szenen definieren und zugehörige virtuelle Objekte im eingebundenen Computersystem rendern, bspw. auf Grundlage von in die Kartendarstellung integrierten Marken, welche für ein kamerabasiertes Tracking eingesetzt werden (Broll 2013).

Mit Blick auf die Interaktionsmöglichkeiten, u. a. zur Umsetzung erlebnisorientierter Umgebungen, bieten materielle Augmentierungen interessante Optionen. So lassen sich die eingebrachten Gegenstände unmittelbar anfassen und auf dieser Grundlage intuitiv nutzbare, haptische Benutzerschnittstellen schaffen. Bemerkenswert ist, dass die Nutzer selbst ebenfalls als Karten-Augmentierung auffassbar sind.

4 Interaktion mit begehbaren Karten

Bezogen auf die Kartenbedienung lassen sich verschiedene grundlegende Interaktionsaufgaben unterscheiden (vgl. Dachsel 2014), z. B.

- Positionsfestlegung innerhalb der Darstellung (*position*),
- Zeigen auf Objekte (*point*),
- Auswählen dargestellter Visualisierungs- oder Interaktionsobjekte (*select*),
- Manipulation (bzw. Pedipulation) von Objekten wie geometrische Transformationen, Kopier-/Löschoperationen etc.

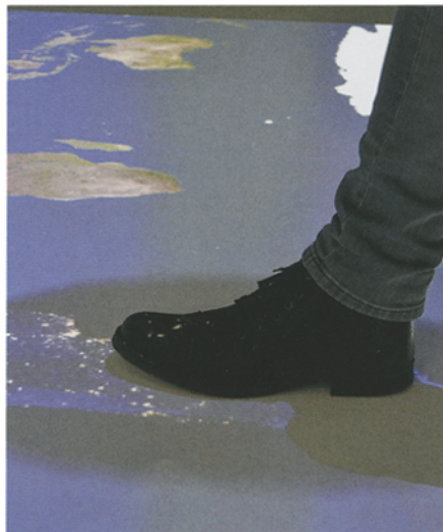


Abb. 3: In der Fußumgebung wird der sichtbare Karten-Layer ausgetauscht („Poster-Effekt“)

- Festlegen von Linienzügen/Wegen etc. (*path*),
- Steuerbefehle zur Systemkontrolle (*control*), z. B. über Menüs.

Auf einer untergeordneten Abstraktionsschicht lassen sich diese Aufgaben auf der Grundlage geräteabhängiger Low-level-Operationen implementieren. Auf einer übergeordneten Schicht (semantische Ebene) hingegen lassen sich durch programmatische Verknüpfung dieser Primitive höherwertige Operationen realisieren. Folgen wir dieser Entwurfsphilosophie, so gilt es aus Software-technischer Sicht nunmehr, die Ereignis-Verarbeitung („event handling“) und die Eingabegerät-Konfigurationen gemäß der beschriebenen Hierarchie zu organisieren. Angestrebt wird hierbei eine Kapselung der Benutzerinteraktionen bspw. in Form einer Programmierschnittstelle (API), die sich dem Anwendungsentwickler bereitstellen lässt.

Exemplarisch seien an dieser Stelle drei typische Anwendungsszenarien für begehbare Karten skizziert:

- Wechsel der dargestellten Thematik (Kartenebene), z. B. durch einfache Auswahl eines Layer-Bezeichners (*control*), durchscheinendes Kartenbild (Abbildung 3), etc.
- Abfrage von Sachinformation zu einem ausgewählten Ort (vgl. FeatureInfo-Operation in OGC-konformen Kartendiensten, OGC 2006), realisierbar auf Grundlage des *position*-Primitivs. Die konkrete Realisierung kann dabei variieren, z. B. durch Antippen mit der Fußspitze, manuelles Positionieren eines Gegenstands (bspw. eines Pylonen; siehe



Abb. 4: Positionierung eines Pylonen auf einer begehbaren Karte

Abbildung 4), verbale Aufforderung durch den „verorteten“ Anwender etc. Wesentlich für die informationstechnische Umsetzung sind ein Mechanismus zur benutzergenerierten Ereignisauslösung sowie eine geeignete Tracking-Lösung zur Positionserkennung.

- Anordnen geometrischer Elemente wie Linienzüge oder Polygone durch Verfolgen eines bewegten Gegenstands durch eine Tracking-Lösung (*path*), Abstecken durch Pylonen (wiederholtes *position*), etc.

Der Fantasie sind an dieser Stelle kaum Grenzen gesetzt. Weitere Beispiele nennen Schmidt & Danowski-Buhren (2016).

Software-Lösungen für die generische Realisierung interaktiver begehbare Karten stehen weitgehend aus, wenn auch zahlreiche Lösungen verfügbar sind, welche die unmittelbare Realisierung interessanter Kartendarstellungen ermöglichen. Mit dem kommerziell vertriebenen „Living surface“-System (Vertigo Systems 2015) sowie der im Rahmen studentischer Arbeiten entwickelten tiefBlick-Umgebung (Schmidt & Danowski 2016) seien lediglich die an der Hochschule Bochum eingesetzten Lösungen exemplarisch genannt.

5 Fazit und Ausblick

Dieser Beitrag verfolgt die Idee, Geovisualisierungen nicht nur zur Informations- und Wissensvermittlung, sondern weitergehend als Schnittstelle zur interaktiven Auseinandersetzung mit raumbezogenen Inhalten einzusetzen. Eine großflächig auf den Boden projizierte begehbare Karte kann hierbei neue Wege zur natürlichen Interaktion mit der Darstellung eröffnen. Die Karte dient dabei nicht nur als reines Ausgabemedium. Weitergehend werden Nutzeraktionen wie Umherlaufen oder Fußtippen auf der Karte erfasst, sodass diese unmittelbar eine Reaktion auslösen können. Das Anwendungspotenzial dieser neuen Form der Interaktion mit kartographischen Darstellungen bleibt abzuschätzen.

Im Projekt „Erlebnisraum Nachhaltige Entwicklung“ (ENE) wird ein solches System gezielt zur Erlebnisvermittlung eingesetzt. Durch die emotionalisierende Wirkung der begehbaren Karte sollen die Nutzer die dargestellten Themen fortwährend in Erinnerung behalten. Bisher gesammelte Erfahrungen bei Vorführungen für Schülergruppen deuten darauf hin, dass dieses Ziel mit dieser Technologie erreichbar ist. Erst eine länger

andauernde Nutzung und weitere Nutzerbefragungen werden allerdings verwertbare Rückschlüsse zulassen.

Während des bisherigen Einsatzes wurden folgende Aspekte begehbare Karten mehrfach positiv benannt: Einnehmen einer ungewohnten Betrachtungsperspektive auf die Kartendarstellung; groß wahrgenommene Darstellung; gemeinsames Erleben; natürliche Interaktion; spielerische Elemente (Karten-Interaktion); Nicht-Alltäglichkeit. Weiterhin gehen wir davon aus, dass sich die Möglichkeit des Blickkontakts der Kommunikationsteilnehmer untereinander (Face-to-face-Kommunikation) mit Blick auf die durch den ENE verfolgten Ziele positiv auswirkt.

Weitere Forschungsfragen ergeben sich hinsichtlich der Multi-User-Fähigkeit begehbare Karten. Dies betrifft insbesondere den Entwurf innovativer Werkzeuge, welche eine interaktive Datenexploration und kollaborative Geovisualisierung (MacEachren & Kraak 1997, MacEachren 2005) unterstützen.

Aus technischer Sicht ist festzuhalten, dass Software-Umgebungen, welche die unkomplizierte Interaktionsimplementierung ermöglichen, weitgehend ausstehen. Auch wenn heute Standard-Konfigurationen für den Aufbau beeindruckender, dynamischer begehbare Karten verfügbar sind, erwarten wir für die Zukunft weitere interessante Interaktionsmöglichkeiten.

Literatur

- Bauer, H. H.; Heinrich, D.; Samak, M. (Hrsg.) (2011): *Erlebniskommunikation: Erfolgsfaktoren für die Marketingpraxis*. Heidelberg: Springer
- Broll, W. (2013): *Augmentierte Realität*. In Dörner et al., S. 241–294
- Brunner-Sperdin, A. (2008): *Erlebnisprodukte in Hotellerie und Tourismus: Erfolgreiche Inszenierung und Qualitätsmessung*. Berlin: Erich Schmidt Verlag
- Dachselt, R. (2014): *Multimodale Interaktion mit großen Displays*. Informatik-Spektrum, Bd. 37, S. 397–401.
- Dörner, R.; Broll, W.; Grimm, P.; Jung, B. (Hrsg.) (2013): *Virtual und Augmented Reality*. Berlin: Springer
- Fondation «Petite Cause Grands Effects» (2015), Information zur GeoCity-Installation im Rahmen des «L'Oracle du Papillon», Freiburg, Schweiz, <http://www.oraclepapillon.ch/de/die-ausstellung.html>, Aufruf Aug. 2016
- MacEachren, A. M.; Kraak, M.-J. (1997): *Exploratory cartographic visualization: Advancing the agenda*. Computers & Geosciences 23 (4), pp. 335–343
- MacEachren, A. M. (2005): *Moving Geovisualization toward Support for Group Work*. In: Dykes, J.; MacEachren, A. M.; Kraak, M.-J. (eds.): *Exploring Geovisualization*, Amsterdam: Elsevier, pp. 445–461.

Mohs, C.; Hurtienne, J.; Israel, J. H.; Naumann, A.; Kindsmüller, M. C.; Meyer, H. A.; Pohlmeier, A. (2006): *IUI – Intuitive Use of User Interfaces*. Proceedings Usability Professionals 2006, pp. 130–133

Montello, D. R. (1993): *Scale and Multiple Psychologies of Space*. In: Frank, A. U.; Campari, I. (eds.): *Spatial Information Theory, Proceedings COSIT '93*, Lecture Notes in Computer Science, 716, Berlin: Springer, pp. 312–321

Moser, C. (2012): *User Experience Design*. Berlin: Springer

OGC (2006): *OpenGIS Web Map Service (WMS) Impl. Spec*. OGC doc. 06-042, Open Geospatial Consortium

Olsson, T. (2013): *Concepts and Subjective Measures for Evaluating User Experience of Mobile Augmented Reality Services*. In: Huang, W. (ed.): *Human Factors in Augmented Reality Environments*, New York: Springer, pp. 203–232

Preim, B.; Dachselt, R. (2015): *Interaktive Systeme*, Bd. 2. 2. Aufl., Berlin: Springer

Region Stuttgart (2016): *Begehbare Karte: Vergangenheit erleben im Haus der Geschichte Baden-Württemberg*. 179 – Das Online-Magazin, 4.4.2016, <http://www.region-stuttgart.de/das-magazin-179/erleben/tipps/artikel/begehbare-karte.html>

Schmidt, B.; Danowski, C. (2016): *Dynamische begehbare Karten im „Erlebnisraum Nachhaltige Entwicklung (ENE)“*. Hochschule Bochum, Labor für Geovisualisierung, Bericht Nr. 16-01, <http://www.hs-bochum.de/?id=23793>

Schweizer-Ries, P. (2015): *Der „Erlebnisraum Nachhaltige Entwicklung“ (ENE)*. Hochschule Bochum, <http://www.hs-bochum.de/ene> (Unterseite „Erlebnisraum Nachhaltige Entwicklung“), Seitenaufruf Aug. 2016

Tsvasman, L. R. (2006): *Artikel „Erlebnis“*. In Tsvasman, L. R., Hrsg.: *Das große Lexikon Medien und Kommunikation*, Würzburg: Ergon, S. 99–103

Vertigo Systems, eds. (2015): *living floor – Interaktive Bodenprojektionen*. Produktinformation, vertigo systems GmbH: Köln. <http://www.vertigo-systems.de/living-floor.html>, Seitenaufruf Aug. 2016

Zschocke, M. (2005): *Mobilität in der Postmoderne*. Würzburg: Königshausen & Neumann

Danksagung

Der vorliegende Text ist im Umfeld des vom Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes NRW im Rahmen des Programms „FH Struktur“ geförderten Projekts „Erlebnisraum Nachhaltige Entwicklung“ entstanden. Zudem geht der Dank an Frau Stefanie Ott für die Bereitstellung der Fotografie aus der Varena in Vöcklabruck.

Über die Autoren

Prof. Dr. Benno Schmidt lehrt im Fachbereich Geodäsie der Hochschule Bochum. Sein Forschungsinteresse gilt Software-Engineering-Aspekten im Umfeld der Geovisualisierung.
E-Mail: benno.schmidt@hs-bochum.de

Christian Danowski-Buhren ist Geoinformatiker und als Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungsprojekt ENE („Erlebnisraum Nachhaltige Entwicklung“) der Hochschule Bochum beschäftigt.
E-Mail: christian.danowski@hs-bochum.de

Manuskript eingereicht am 11.3.2016

Nach Review angenommen am 13.4.2016