

Neue Interaktionsformen im Auge-Hand-Feld

Rainer GROH

*Institut für Software- und Multimediatechnik, Fakultät Informatik,
TU Dresden
D-01062 Dresden*

Kurzfassung: Die zunehmende Verbreitung gesten- und touchbasierter Interaktionstechniken erfordert, die Aufgabenteilung von Auge und Hand neu zu definieren. Das Untersuchungsgebiet soll als Auge-Hand-Feld bezeichnet werden. Hier werden die traditionellen, visuell orientierten Gestaltungsmuster durch sogenannte Handgestalten ergänzt und zukünftig auch abgelöst. Im Beitrag erfolgt sowohl eine Beschreibung der Merkmale des Auge-Hand-Feldes als auch die Formierung der Merkmale zu einem Schema. Aktuelle Forschungsergebnisse und Prototypen werden in dieses Schema eingeordnet.

Schlüsselwörter: Immersion, Emersion, Operieren, Orientieren, Auge-Hand-Feld, Interaktionsgestaltung

1. Einleitung

Seit iPads und Smartphones den kommunikativen Alltag erobern, scheint es wieder selbstverständlich zu sein, die Information in die Hand zu nehmen. Wenngleich die Visualität nach wie vor eine große Rolle spielt – die Daten werden per Hand dem Auge »nur« zurechtgemacht – ist es an der Zeit, die Arbeitsteilung von Auge und Hand neu zu definieren. Insofern lässt sich etwas präziser fragen: Welche Struktur besitzt das Auge-Hand-Feld? Die Abschnitte 2 – 5 beruhen in wesentlichen Teilen auf zwei Veröffentlichungen des Autors (Groh 2008 und Groh 2011).

Dem folgenden Beitrag sei eine Bemerkung vorangestellt: Die Reduktion der physiologischen und kognitiven Fragestellungen zum Zusammenspiel von haptischer und visueller Wahrnehmung auf die Begegnung von »Auge und Hand« mag im wissenschaftlichen Sinne unstatthaft sein; im Sinne eines ersten Aufrisses des Forschungsfeldes sei die Verkürzung erlaubt, wohl wissend, dass nur eine interdisziplinär betriebene Forschung im Schnittgebiet von Kognitionspsychologie, Medieninformatik und Applikationsentwicklung hier zu belastbaren Ergebnissen führen wird. Mut zu den folgenden Gedankengängen macht Helmut Plessner, der vom »Auge-Hand-Feld« spricht und damit eine spezifisch menschliche Form der Interaktion mit der Umwelt bezeichnet. Auge und Hand erlangen infolge der aufrechten Haltung des Menschen neue Funktionen und sie gehen eben auch eine besondere Aufgabenteilung ein. Für Plessner als Vertreter der Philosophischen Anthropologie ist die Korrelation von Sehen und Tasten eine Grundlage der Entwicklung des Geistes, mithin eine „Conditio humana“ (Plessner 1980, 333 ff., Sychowski 2012, 8 ff.).

Zu Zeiten des Graphic-User-Interfaces sind Auge und Hand Teile einer streng organisierten Jagdgemeinschaft. Via handgeführtem Cursor werden punktförmige und eindeutige Funktionen an diskreten Orten aufgerufen. Das Auge prüft die Koinzidenz von Cursor und Interaktionsort. Blick und Klick. Die Hand kann jedoch viel mehr. Jeder Handwerker wird sich auf das Vor- und Eigenurteil seiner Hände verlassen. Er wird ihnen blind vertrauen. Und das ist ja das Wesentliche: Die Hand kann ungesehene Urteile und Entscheidungen begründen. Ist in der deutschen Sprache vom Begreifen die Rede, ist man daran gewöhnt, dass metaphorisch ein kognitiver Akt bezeichnet wird. Sennett zitiert entsprechend Immanuel Kant, der „die Hand [...] das Fenster zum Geist“ nennt (Sennett 2008, 201).

Durch die Multitouch-Interaktion könnte die Begreifbarkeit von Informationen wieder auf eine ursprüngliche Weise geschehen. Es geht hierbei nicht um das Postulieren einer Autonomie der Handbewegung in Relation zur Augenbewegung, wohl aber um eine Neuordnung der Arbeitsteilung von Auge und Hand. Es muss nach der »Leistungsfähigkeit« der am Desktop unterforderten Hand gefragt werden: Was kann die Hand?

2. Haptische Exploration

Grundsätzlich dient die Hand der Exploration gegenständlicher Merkmale. Die haptische Wahrnehmung kann zwei verschiedene Richtungen einschlagen: Zum einen ist die tastende Exploration im Umfeld möglich und zum anderen kann das Tasten, das in Korrelation mit dem Sehen geschieht, auch gestaltend wirken. Und schließlich kann die Hand auch dem Zeigen dienen. Der Bereich des Zeigens erstreckt sich vom tastenden Erkennen einer Gestalt (ich zeige mir etwas) bis zum gestenhaften Kommunizieren (ich zeige anderen etwas). Die tastende Exploration kann unterteilt werden in eine

- **lokalisierte Exploration**, diese geschieht einhändig/einfingrig, punktuell bzw. zentriert, (vergl. „lokalisiertes Tasten“, Sennett 2008, 206) und in eine
- **räumliche Exploration**, diese geschieht beidhändig, sequenziell, kinästhetisch und plastisch.

Während in letzter Zeit eine große Forschungsintensität im Bereich der Gestenformalisierung, also im Bereich des Zeigens im weiten Sinne (Kammer 2014) zu verzeichnen ist, wurde der Bereich der tastenden Exploration bislang stiefmütterlich behandelt. Daher soll in diesem Beitrag der Fokus auf dieses Feld gelenkt werden. Sychowski spricht von den „Gestalten der Hand“, die mit den „Vergegenwärtigungen des Auges“ korrelieren (Sychowski 2012, 14). Folgende sensorische »Zugänge« zu diesen Handgestalten können unterschieden werden:

- **Texturwahrnehmung** (mittels ruhend aufliegender Hand): Die tastende Hand erfühlt, und das ist ihre Potenz in der Ruhe, die Zustände von Gegenständen (Rauheit, Temperatur, Vibration, Feuchtigkeit, ...).

- **Störungswahrnehmung** (mittels räumlich bewegter Hand): Die mit angemessener Geschwindigkeit und tastend bewegte Hand erfühlt Unebenheiten von Flächen, Richtungswechsel von Kurven oder Winkelqualitäten (spitz, stumpf, ...).
- **Gefügewahrnehmung** (mittels rhythmisch greifender Hand): Die walkende Hand erspürt Dichteunterschiede und plastische Eigenschaften weicher Stoffe.
- **Verteilungswahrnehmung** (mittels ruhend belasteter Hand): Die Hand dient der Wahrnehmung von Kräfteverteilungen. Dies zielt auf Gleichverteilung des Flächendrucks. Basis ist die Schmiegungsfähigkeit (das Harmoniebedürfnis) der Hand.

3. Visuelle Exploration

Was »kann« das Auge? Genügend Antworten auf diese Frage sollten – so ist zu meinen – angesichts der mehr als 150 Jahre andauernden Forschung auf dem Gebiet der Wahrnehmungspsychologie vorliegen. Doch soll eine knappe Antwort im Sinne der vorliegenden Untersuchung gegeben werden: Das Auge (bzw. das die visuellen Reize interpretierende Hirn) erkennt die Gestalt als endliches Zeichen; als Zeichengestalt. Sei es nun die feste Kontur einer Blüte oder das rhythmische Bewegungsmuster eines tanzenden Paares, immer beruht das visuelle Urteil auf der Figur-Grund-Trennung. Es gilt, die Figur (bereits) aus der Ferne als Funktionsträger und -potential zu ermitteln. Die Kontur- oder Mustererkennung geschieht im Verlauf der Sakkaden. Die Hand führt nur in seltenen Fällen zur Gestaltbestimmung. Die Hand dient im Nahbereich eher der Probenentnahme (Pars pro toto), der Präzisierung und Vergewisserung des visuell gewonnenen Urteils. Das Potential der Multimodalität zeigt sich erst, wenn Auge und Hand voneinander unabhängig agieren. Das Synchronisations- und Koinzidenzparadigma des Desktop (das Auge blickt auf den bewegten Cursor, alias Finger) gilt es in Zukunft wieder aufzulösen. Diese Auflösung heißt nicht Unschärfe oder Unordnung. Die Zusammenführung der Sinneseindrücke besorgt das Objekt. Die sinnstiftende Einheit und Endlichkeit des Objektes beruht also nicht nur auf seiner Kontur, seiner Silhouette und seiner Farbigkeit sondern auch auf seiner Temperatur, seiner Oberflächenbeschaffenheit, seinem Gewicht und letztlich auch auf seiner Bewegungsform. Der Interaktionsgegenstand funktioniert nicht nur als sinnhaltige Einheit sondern auch als Bezugsbereich der Sinnesmodalitäten. Er ist Anker im Auge-Hand-Feld.

Wenn nun – wie weiter vorn beschrieben – die Hand so gar nicht auf die Ermittlung einer Zeichengestalt (Augengestalt) orientiert ist, so muss nach den spezifischen Merkmalen von Handgestalten gefragt werden, um sie schließlich den Zeichengestalten gegenüberzustellen.

4. Handgestalten

An dieser Stelle müssen noch einmal die Hauptmerkmale der Zeichengestalt bestimmt werden: Einheit und Konstanz. Die Wahrnehmungsgesetze beschreiben den auf diese Merkmale gerichteten Identifikationsprozess. Man bemerkt die

Leitbildwirkung der auf diesen Merkmalen beruhenden cursorbasierten Interaktionsform: Die Einheit des Objektes wird auch bei der Nutzung aktueller Multitouchdisplays nicht in Frage gestellt. Neue Möglichkeiten der Touchinteraktion können – so ist zu vermuten – in Umkehr dieses Merkmals ermittelt werden. Die bloße Umkehrung (die Suche des Gegenteils) ist rein methodisch bereits sinnvoll, doch soll ein gestaltungstheoretischer Grund benannt sein: Die Gestaltkonstanz ermöglicht die Analyse (Beschreibung) des Objektes. Synthesearbeit hingegen, also schöpferisches Tun setzt beim gestaltoffenen Stoff an. Es ist der Lehm, aus dem die Plastik wächst. Es ist der Farbkleck, der mit dem Pinsel zur Figur entwickelt wird. Die Hand erzeugt eigene (spezifische) Gestalten: Das Eingreifen in Zustände, das Verwerfen oder das Umbauen sind iterative Schritte hin zum Ergebnis. Man könnte auch von einer Prozessgestalt des Objektes sprechen, die unter den Händen entsteht. Folgende »Beschlüsse« werden »gegen« die Einheit des Objektes gefasst:

1. Die Handgestalt ist veränderlich.
2. Die negative Form (die Subtraktion) ist der positiven Form gleichwertig.
3. Das Innen hat keinen Vorrang vor dem Außen.
4. Eine Summe von Elementen ist ihrer Ganzheit gleichwertig.

Diesen Beschlüssen folgend ergeben sich gänzlich neue Interaktionsmöglichkeiten. Abbildung 1 zeigt skizzenhaft die Eingriffsmöglichkeiten in eine flächige Struktur. Man muss sich diese Struktur als viskose oder fluide Masse vorstellen. Die Assoziation des Verhaltens von Sand ist zweckmäßig. Auch ist ein Denken in Mengenrelationen sinnvoll. Die Frage richtet sich nicht mehr auf Interaktionstechniken zur Bewegung und gruppierenden Ordnung von gestaltfesten Dokumenten. Kein Schieben, Drehen und Skalieren von Fotos soll bewirkt werden – das Ziel besteht letztlich in einer plastisch kompositorischen Tätigkeit. Es geht um die händische Gestaltung von informellen Mengen. So zeigen die Skizzen in Abbildung 1 nicht nur das Einwirken lateraler äußerer »Kräfte«, sondern auch die Wirkung von Binnenkräften. Die zwei Spalten der Abbildung können mit Vorher und Nachher übertitelt werden.

An dieser Stelle soll die eher theoretische Betrachtung angehalten werden. Bis die interaktiven Oberflächen von Handgestalten geprägt werden, ist noch viel technische Arbeit zu leisten: Beispielsweise sollten die Systeme ein Force-Feedback bieten, sie sollten hinsichtlich der haptischen Qualitäten variabel sein und sie sollten über sehr hochauflösende Erkennungsmöglichkeiten der menschlichen Hand verfügen.

5. Emersion und Immersion

Am Lehrstuhl Mediengestaltung waren in den letzten Jahren zahlreiche Einzelaktivitäten auf dem Feld gestischer und haptischer Interaktionstechniken zu verzeichnen, die durch einzelne Technologien getrieben wurden. Daher folgt nun ein pragmatischer Schritt: Ein Konzept soll vorgestellt werden. In dessen Struktur können dann die Einzelergebnisse eingeordnet werden. Ziel ist der Aufbau eines methodischen Rahmens, um Forschungsfelder zu definieren.

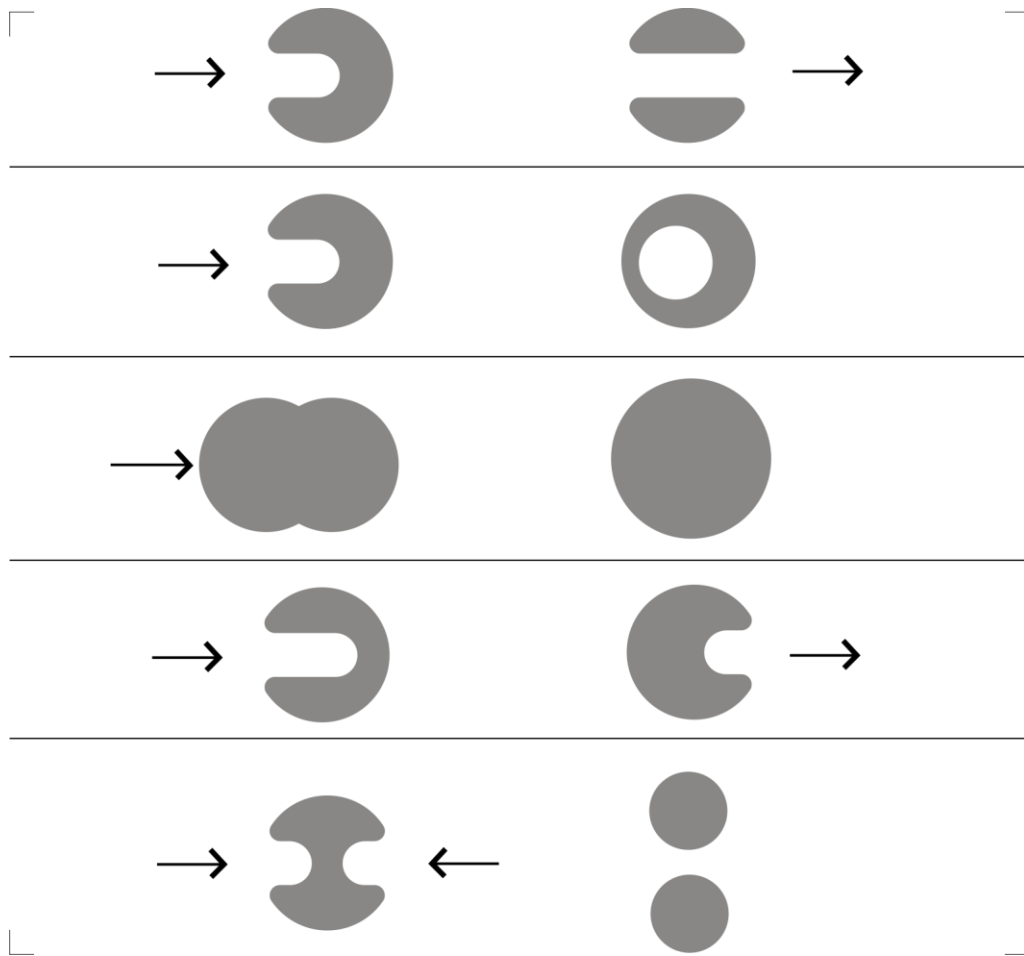


Abbildung 1: Erzeugung von Handgestalten

Das Rahmenkonzept spannt sich zwischen den polaren Begriffen Emersion und Immersion auf. Der Begriff Immersion ist durch die Spieltheorie (speziell über 3D-Computerspiele) seit einiger Zeit eingeführt. Man meint hier einerseits das Eingetauchtsein in den Sog der Narration (auch Floweffekt) und andererseits die realistische Vermittlung der Szene über eine Kamera. Die Kamera gibt die natürliche Sicht (vom POV) wieder; zudem ist sie in Echtzeit steuerbar. Ein besonders hoher Grad an Immersion wird erreicht, wenn die Kamera sich rasch vorwärts bewegt und ein dynamisches Tiefenbild erzeugt. Das Auge wird gleichsam formatiert und schaut in die Mitte des Bildes. Nur durch diese Zentrierung des Blickes bei dynamischen Tiefenbildern (nur im Zentrum herrscht bei der Kamerafahrt eine relative Ruhe) sind die »Turbulenzen« in der Bildperipherie wahrnehmungsseitig zu »verkräften«. Hier tut sich ein Widerspruch zum unformatierten Blickverhalten auf: Der Mensch schaut nicht global wie eine Kamera mit ihrem weit geöffneten Sichtfeld (Frustum) in die Welt, sondern er schaut fokal. Er liest die Welt. Seine Augen vollführen Sakkadensprünge von Merkmal zu Merkmal. Insofern verflacht dieses Verhalten des Menschen die Welt (dies korreliert mit der Leistung unserer Wahrnehmung, gleiche Objekte als gleich groß zu empfinden, unabhängig von ihrer Entfernung). Hier kommt der Begriff Emersion ins Spiel: Er zielt auf das Gegenteil von Immersion. Der Betrachter ist aufgetaucht. D. h. er ist nicht mit dem Raumsystem verknüpft (sein Augpunkt ist nicht relevant). Er sieht die Welt nicht als Landschaft sondern als Karte. Letztlich wird das Gesehene zum Text, zum Schema oder zum Graph.

Größenverhältnisse lassen nicht auf Entfernung und Tiefe schließen, sondern auf Wert oder Rangfolge.

Emersive und immersive Visualisierungstechniken sollten »arbeitsteilig« wirken. Hier schließt sich der gedankliche Kreis hin zur Frage der Arbeitsteilung von Auge und Hand. Abbildung 2 zeigt eine Ordnung der zu den Begriffen Emersion und Immersion gehörenden Bildmerkmale und Interaktionsformen.

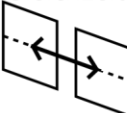
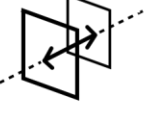
	Emersion:	Immersion:
Bildtyp	Simultanbild	Sukzessivbild
Bildmerkmale	Fläche Karte	Tiefe Fenster
Projektionsform	Mapping, Isometrie	Zentralperspektive, VR
Interaktionsform	Lesen, Scannen	Laufen, Fahren
	Operieren	Orientieren
Beispiel aus dem Spielbereich	Schach Strategiespiel	Rennspiel Schnitzeljagd
Zeitform	Modellzeit qualitativ	Echtzeit quantitativ
Interpretationsbasis	Vergleich des Gleichzeitigen	Vergleich des aufeinander Folgenden
		
	Äquidistanz	Tiefenstaffelung

Abbildung 2: Emersion und Immersion

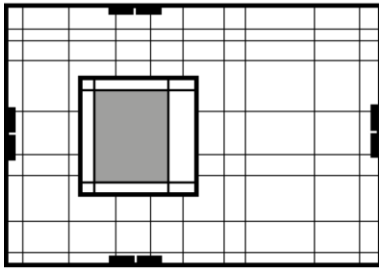
Abbildung 3 zeigt schematisch Beispiele des Operierens und Orientierens. Zudem werden die haptische und die visuelle Wahrnehmung zugeordnet. Deutlich wird, dass die Übergänge fließend sind. Ebenso wenig wie es (ausgenommen die speziellen Nutzungsformen der Blinden) eine Interaktion gibt, die auf rein haptischer Wahrnehmung beruht, gibt es eine Interaktion, die ausschließlich auf der visuellen Wahrnehmung basiert (hier wiederum ausgenommen die blickgesteuerte Interaktion bei z. B. querschnittsgelähmten Nutzern).

6. Prototypen

Die in steter Folge am Lehrstuhl Mediengestaltung erarbeiteten, zumeist auf bestimmte Einzelaspekte fokussierten Forschungsergebnisse und Prototypen sind Anlass, das zwischen Emersion/Operieren und Immersion/Orientieren aufgespannte Feld auch praktisch zu beschreiben. Vier im Auge-Hand-Feld angesiedelte Lösungen sollen zunächst vorgestellt werden:

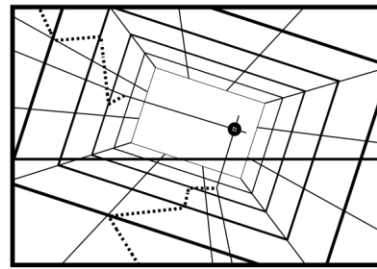
BrainDump ist ein Konzept eines visuellen Systems für das Wissensmanagement, beispielsweise zur Verwaltung von Internetquellen (Brade et al. 2011 und 2012). Das Konzept erlaubt die relationale Ordnung der bei einer Recherche gewonnenen Informationen zu flächigen gestaltflexiblen Diagrammen, die per Touch-Interaktion kreiert werden (vergl. Abbildung 4).

Emersion ► **Operieren**
Bsp.: Messlupe



Operieren = untersuchen, bearbeiten, vermessen, schneiden, skalieren ...
Unterstützung durch Zoom, Volume-Zoom, Maßstäbe, Werkzeuge...

Immersion ► **Orientieren**
Bsp.: räumliches Navigationsgerät



Orientieren = anvisieren, markieren, verfolgen ...
Unterstützung durch Raumgitter, Bewegungsmuster, Horizont, Schwerkraftvektor, Spuraufzeichnung, Kompass...



Abbildung 3: Operieren und Orientieren

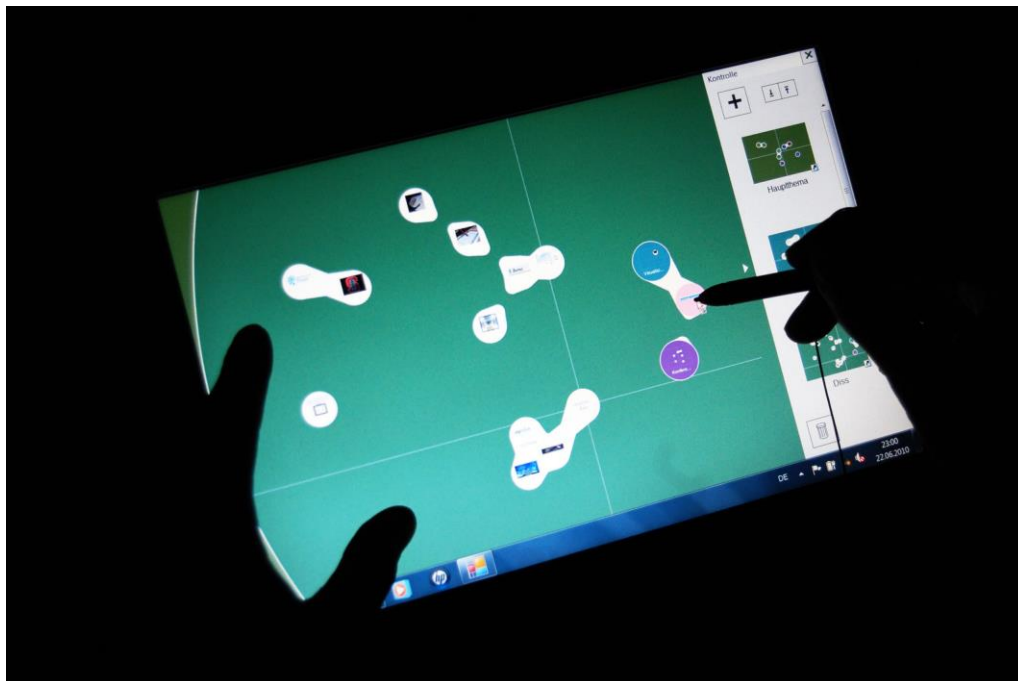


Abbildung 4: Screenshot Braindump

Mit *Aughanded Virtuality* (Günther et. al 2015) wird das Konzept der Integration des Abbildes der Hände des Nutzers in eine mittels Oculus Rift wahrgenommene Szene bezeichnet (vergl. Abbildung 5).



Abbildung 5: Aughanded Reality

Die *FlexiWall* (Müller et. al 2014 und 2015) stellt eine senkrechte flexible Fläche dar, die durch Druck und Zug der Hände verformt werden kann. Entsprechend kann ein auf diese Fläche projiziertes Bild verändert werden (vergl. Abbildung 6).

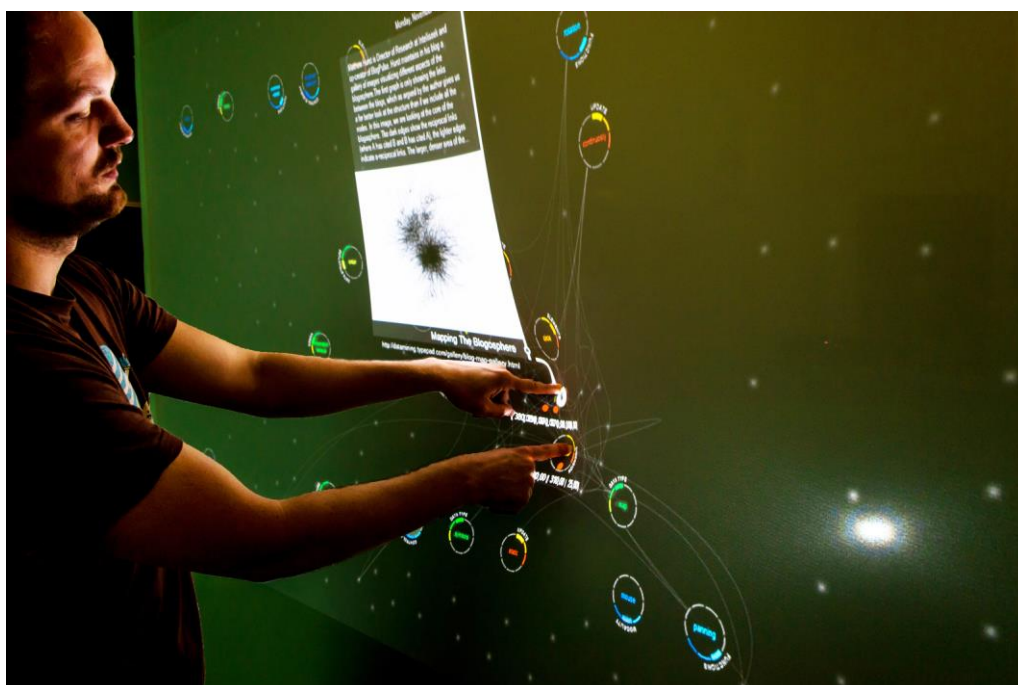


Abbildung 6: FlexiWall

ESTER (Wojdziak et. al 2014) bietet die Möglichkeit, das Konzept der Saliency Map räumlich zu erweitern. Das Blickverhalten wird als räumliches Diagramm

aufgezeichnet, das ebenso wie die Szene stereoskopisch wahrnehmbar ist (vergl. Abbildung 7).



Abbildung 7: ESTER

Sollen die Lösungen in das Spannungsfeld von Operieren und Orientieren (Abbildung 3) eingeordnet werden, so muss dieses um einen Übergangsbereich im Zentrum erweitert werden: Speziell ist auf die Bewegungsmuster der Hand (der Arme) Rücksicht zu nehmen. Der durch die kinetischen Möglichkeiten begrenzte Greifraum vor dem Brustbein hat (vereinfacht) die Gestalt eines Kugelschalenausschnitts. Cockpitanordnungen von Steuerelementen folgen dieser Gestalt. Die räumlichen Bewegungen in diesem Raum können in translatorische (in die Tiefe) und rotatorische (der Sphäre folgend, zu den Seiten hin) unterschieden werden. Bezieht man ein zeitliches Moment mit ein, so herrscht »im Zentrum des Schemas« eine Mischform aus Echtzeit und Modellzeit (vergl. Abbildung 3). Die zyklischen Interaktionsformen in diesem Übergangsbereich sollen »Pumpen« und »Wischen« genannt werden (vergl. Abbildung 8).

7. Resümee

Vor diesem Hintergrund lassen sich die vier Lösungen/Prototypen wie folgt einordnen (vergl. Abbildung 9):

BrainDump lässt flächige Diagramme, die in Kategorien der Mengenlehre beschreibbar sind, durch haptische Interaktion entstehen. Diese Diagramme stellen sowohl den Verlauf als auch die Inhalte in ihren Relationen dar. (B ist ein *später* hinzugefügtes Element einer Menge A.) Es entstehen Zeitbilder, die Zeit hinsichtlich ihrer qualitativen Merkmale darstellen. Da die Diagramme durch den Nutzer »gemacht« wurden, sind sie auch besser memorierbar als automatisch (algorithmisch) erstellte Listen und Chroniken.

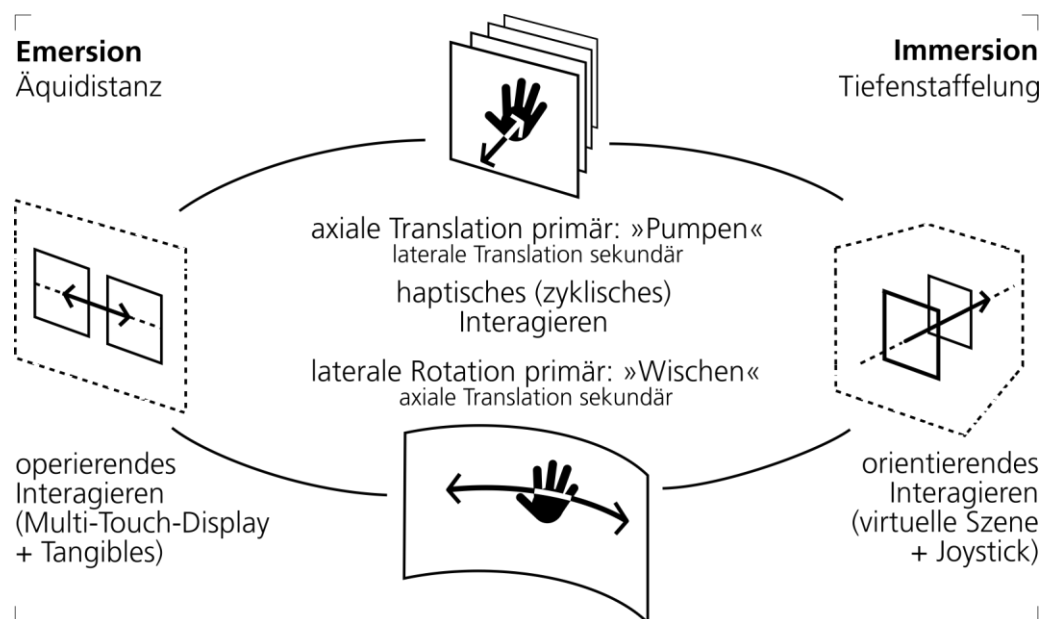


Abbildung 8: Gesamtschema

Die *FlexiWall* gestattet eine primär translatorisches (in die Tiefe, in Z-Richtung) und zyklisches Interagieren in einem »Stapel« (Level, Ebenen,...). Sekundär ist das seitliche Explorieren. Die »Dicke« des Stapels entspricht der Tiefe des Greifraumes. Die mit dem System explorierten Inhalte (Gegenstände) sollten hinsichtlich ihrer Dimension darauf abgestimmt sein. So könnten in der medizinischen Visualistik tomografierte Schnitte durch ein Organ erkundet werden. Oder es werden semantische Stufen eines Graphen freigelegt.

Aughanded Virtuality (die Bezeichnung beruht auf einer Kombination von Augmentation und Hand) erlaubt die Integration der Hände (ihrer Bilder) des Nutzers in eine virtuelle Szene. Der Greifraum wird also tatsächlich begreifbar. Die Hand liefert jedoch nicht nur körpermotorisch rückgekoppelte Tiefenindizien; sie ist auch Maßstab in der Szene. Aktuell werden Forschungsanstrengungen darauf gerichtet, die abgebildeten Hände mit gestaltgleichen (und unsichtbaren) virtuellen Händen zu koppeln, um auch Interaktionen mit den virtuellen Szenenobjekten vornehmen zu können.

ESTER schließlich lässt eine Spur des Blickverhaltens visuell und plastisch begreifbar werden. Und nicht nur die Spur wird aufgezeichnet, auch die jeweilige Fixationsdauer am Fixationspunkt wird deutlich. Letztlich kann der Interagierende durch einen Partner beim Blicken beobachtet werden. Eine Fülle an Lösungen für Trainings- und Schulungsszenarien ist denkbar.

Allen Lösungen ist gemein, dass sie im Spannungsfeld Emersion/Operieren – Immersion/Orientieren vermittelnd wirken. Ein operierend erstellter Graph per *BrainDump* erlaubt das Orientieren in der Vergangenheit. Die Aufzeichnung des orientierenden Blickverhaltens als 3D-Graph mit *ESTER* macht diesen operativ explorierbar. Die *FlexiWall* erlaubt das Operieren und Orientieren in geradezu gleichberechtigter Weise. Das direkte Force-Feedback dank des elastischen Gewebes (des Screens) gestattet ein sehr feinfühliges Orientieren im Stapel oder im

Volumen. Durch *Aughanded Virtuality* kann schließlich das virtuelle Objekt in die Hände genommen werden. Durch freies Skalieren der Handbilder wie auch der Szene ist ein Orientieren in der Szene möglich. Abbildung 8 kann nun durch die Einordnung der vier Prototypen präzisiert werden (vergl. Abbildung 9).

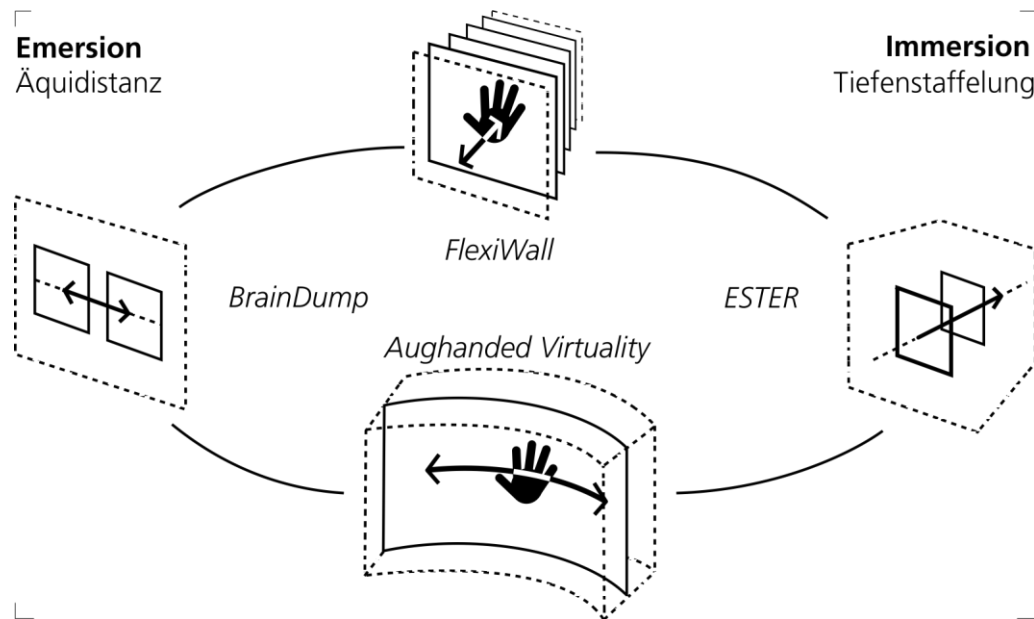


Abbildung 9: Einordnung der Prototypen

Der Aufsatz kann mit der Formulierung eines Forschungsziels beendet werden: Für weitere Untersuchungen sollten alle Prototypen als Teile eines Frameworks verknüpft werden. So kann der interdisziplinären Forschungsarbeit im Auge-Hand-Feld ein variables und leistungsfähiges Experimentalsystem bereitgestellt werden.

8. Literatur

- Brade, M.; Brändel, Chr.; Groh, R. (2012): Using the power of associations: BrainDump - a revised nature inspired visual interface for sensemaking, Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces, AVI '12, ACM, New York, NY, USA, S. 373--376
- Brade, M., Heseler J.; Groh, R. (2011): An Interface for Visual Information-Gathering During Web Browsing Sessions: BrainDump - A Versatile Visual Workspace for Memorizing and Organizing Information, In: Proceedings of the Fourth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, Le Gosier/France, S.112-119
- Groh, R. (2008): Vom Operieren und Orientieren. Zu den Grundformen der Interaktion in 3D-Szenen, In: v.Netsch, N.; Kranke, G.; Wölfel, C. (Hrsg.): Industriedesign und Ingenieurwissenschaften. Technisches Design in Forschung, Lehre und Praxis. Dresden: S. 95-106.
- Groh, R. (2011): Was sieht die Hand? In: Groh, R.; Zavesky, M. (Hg.): Wieder mehr Sehen. Aktuelle Einblicke in die Technische Visualistik. TUDpress, Dresden, 75 - 80
- Günther, T.; Franke I. S.; Groh R. (2015): Aughanded Virtuality – The Hands in the Virtual Environment. Research Demo and Poster IEEE VR 2015, Arles
- Kammer, D. (2014): Formalisierung gestischer Eingabe für Multitouch-Systeme. TUDpress, Dresden
- Müller, M.; Knöfel, A.; Gründer, Th.; Franke, I. S.; Groh, R. (2014): FlexiWall: Exploring Layered Data with Elastic Displays. In: Proceedings ITS 2014, November 16.-19., Dresden, Germany
- Müller, M.; Gründer, Th.; Groh, R. (2015): Data Exploration on Elastic Displays using Physical Metaphors. In: Proceedings xCoAx 2015, 25./26. Juni, Glasgow, Schottland
- Plessner, H. (1980): Anthropologie der Sinne. In: Dux, G. et al. (Hg.) Helmut Plessner – Gesammelte Schriften III. Frankfurt a. M.: Suhrkamp Verlag. 317 – 393

Sennett, R. (2008): *Handwerk*. Berlin: Berlin Verlag.

Sychowski, G.v., R. (2012): *Korrelationen von Leib-sein und Leib-haben - Helmuth Plessners anthropologische Grundfiguren der Conditio humana als Grundlagen einer Pädagogischen Anthropologie und poststrukturalistischer (Körper-)Utopien*. Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF), 1 - 35,
http://www.pedocs.de/volltexte/2012/5579/pdf/Sychowski_2012_Korrelationen_von_Leib_sein_und_Leib_haben_D_A.pdf.

Wojdziak, J.; Kammer, D.; Stahl, A.; Groh, R. (2014): *ESTER - Eye-Tracking Science Tool and Experiment Runtime*. Stephanidis, Constantine (Ed.) In: *HCI International 2014 - Posters' Extended Abstracts (Communications in Computer and Information Science)* Springer International Publishing. Nr.: 434 S.379–383