

Visualisierungen

Britta Schinzel

Einleitung

Das Heft, welches Sie gerade in der Hand haben, behandelt mit dem Thema **Visualisierungen** einen in der Praxis äußerst wichtigen Zweig der Informatik. „Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte“, deshalb beschleunigen Visualisierungen die Wissensrezeption. Doch halt! Welches Wissen will das Bild vermitteln und welches unterdrückt es, und welche Adressaten spricht es an? Und wie verschieden interpretieren es Menschen mit unterschiedlichem Kenntnis- und Erfahrungshintergrund?

Während Theorien über und Systematisierungen von Visualisierungen noch sehr wenig entwickelt sind, wie *Jörg Pflüger* in seinem Artikel feststellt, zeitigen die Produkte, Visiotype und Bebilderungen weit reichende Veränderungen, insbesondere für wissenschaftliches und popularisiertes wissenschaftliches Wissen, dabei auch problematische. So insinuiert gerade Visiotype, wie Kurven, Histogramme oder Darstellungen von Statistik unhinterfragbare wissenschaftliche Objektivität. Auch neurowissenschaftliche Ergebnisse, die auf komplizierter Bildgebung und erfahrungsreicher, aber auch überschießender Bildinterpretation der diesbezüglich unterdeterminierten Bildinhalte beruhen, werden oft unreflektiert anerkannt, wie *Sigrid Schmitz* in ihrem Text zur Neuroökonomie und *Kerstin Palm* mit der Analyse einer Veröffentlichung mit (klassischer) Bildinterpretationen in der Biologie eindrücklich darlegen.

Das Heft behandelt zunächst Historisches, dann den Versuch einer theoretischen Systematisierung, Fragen visueller Evidenz und kognitiver Adäquatheit, sowie wichtige Anwendungen in Kunst, beim e-Learning, in Biologie, Medizin und Ökonomie, wobei für einige dieser Themenbereiche auch Analysen aus Gender-theoretischer Sicht vorgestellt werden. Die Arbeiten von *Pflüger* und *Domik et al.* zeigen die Problematik bildlicher Konstruktionen für die Evidenzerzeugung in eindrucksvoller Weise, die Arbeiten aus Biologie und Medizin belegen zusätzlich, wie schwierig deren Interpretationen sein können und welche problematische Wirkungen kausale Kurzschlüsse und Fehlinterpretationen für das wissenschaftliche und das kollektive Wissen nach sich ziehen.

Margit Pohl beginnt mit der allgemeineren Frage, ob sich durch die zunehmende Verwendung digitaler Medien unsere Wissenschaft grundlegend verändert, weil Wissen jetzt in einer anderen Form dargestellt werden kann und wird. Dazu ist zunächst zu klären, was wirklich neu an digitalen Abbildungen ist, und welche Möglichkeiten sich mit ihnen eröffnen. Sie stellt diese Neuerungen in den historischen Kontext der Revolution des Wissens

und der Wissenschaft durch die Reproduzierbarkeit von Bild und Text infolge der Erfindung des Buchdrucks. Als Innovationen gegenüber Gedrucktem ermittelt sie fünf spezifische Eigenschaften der digitalen Bilder: – Offenheit für Veränderungen, – vernetzte Strukturen, die Bezüge zu anderen Darstellungen gestatten, – Interaktivität und damit das Verschwinden der Grenzen zwischen LeserIn und AutorIn sowie – die Möglichkeit der Kombination von mehreren Medien.

Im zweiten Teil ihres Textes geht *Margit Pohl* auf wahrnehmungspsychologische Grundlagen der Informationsvisualisierung ein.

Mit seinem durchaus literarisch zu nennenden Text *Der Rechenmaschine das Zeichnen auferlegen. Zu den Wurzeln der Digitalen Medien* weist *Frieder Nake* darauf hin, dass mit der auch von ihm selbst kreierten frühesten Computergrafik und Computerkunst die Wurzeln der heutigen Neuen Medien gelegt wurden. Einerseits hatte die Fotografie die Kunst, das Zeichnen, darin abgelöst, Abbilder zu schaffen, andererseits entstanden neue Verbildlichungen von Abstrakta aus mathematisch-naturwissenschaftlichen Daten: mit dem vom NSF 1984 geprägten Begriff des Visualisierens setzte eine Technik der Bearbeitung von empirischen Daten zur Transformation in kognitiv begreifbare bildliche Darstellungen ein. Schon 1963 jedoch, also noch vor der Etablierung der Informatik als Wissenschaft und Studienfach in Europa, hatte *Sutherlands* mit seiner Dissertation *A man-machine graphical communication system* ein Programmsystem zur Modellierung von Geometrie in Grafiken und deren interaktive Manipulation kreiert. Etwa gleichzeitig experimentierten Mathematiker, Physiker und Ingenieure wie *A. Michael Noll*, *Herbert A. Franke*, *Georg Nees* neben dem Autor *Frieder Nake* selbst mit der Erzeugung von Bildern. Sie verwendeten dafür zunächst andere elektronische Geräte mit Bildausgabe, wie beispielsweise Oszillographen, später versuchten sie sich an jeweils für andere Zwecke neu konstruierten Analog- und Digital-Rechnern zur Erzeugung von Bildern als Kunst. *Max Bense* stellte

diese Bilder erstmals 1965 in der Ausstellung *Generative Computergrafik* vor. *Nake* beschreibt nun, wie auch mit seinen eigenen grafischen Kreationen, die generative Kunst entstand, und damit der digitale Computer als Medium für Analoges, Grafisches und Kommunikation, kurz für zeitlich und räumlich Kontinuierliches und Variables. Und bereits in den 60er Jahren wurde der Computer, die Universalmaschine für Programmierung und Ablauf von Algorithmen, auch als Universalmaschine für die Erzeugung aller Arten von Bildern erkannt.

Wie *Frieder Nake* würdigt auch *Jörg Pflüger* die Arbeiten über gute und schlechte Informationsvisualisierung von *Edward Tufte*, aber auch *Jacques Bertins Graphische Semiologie* als ersten Kategorisierungsversuch für grafische Darstellungen, denn Kategorisierung ist auch seine Absicht. Er unterscheidet zunächst zwischen Informations- und Darstellungsraum, und Transkriptionen, die die gegebene Information mit ihren unterschiedlichen Anforderungen in der für die vorgesehene Wahrnehmungsart geeigneten grafischen Darstellung möglichst gut gewährleisten. Im visuellen Raum unterscheidet *Bertin* Farb-Muster-Variablen, so die Dimensionen der Zeichenfläche, wo die Position Bedeutung trägt, beispielsweise die Nähe Ähnlichkeit beschreiben kann; dann grafische Eigenschaften der Zeichen wie Farbe, Helligkeit, Größe, Muster und Form. Den Informationsvariablen müssen also geeignete visuelle Variablen zugeordnet werden, wobei die Farb-Muster-Variablen die Wahrnehmung auf unterschiedliche Weise beeinflussen. *Pflüger* beschreibt unterschiedliche Anforderungen von Informationsraum und Adressierung für 2D-Grafiken und dafür jeweils angemessene Kategorien der Darstellung, d. h. gute visuelle Lösungen, und bringt dazu eindrückliche Beispiele. Interaktivität, etwa durch Zoomen, Überlagerung oder Ausblenden werden in diesem Text ausgespart. Ziel einer visuellen Darstellung sollte es sein, für alle Rezipienten prägnante Darstellungen zu finden, die zu einem Evidenzerlebnis führen können. Somit wäre es die Aufgabe der EntwicklerInnen, in den Daten verborgene Beziehungen durch grafische Manipulation aufzudecken, d. h. mittels des Computers explorative Datenanalyse zu betreiben. Wie schwierig eine solche Aufgabe allein für medizinische Visualisierungen ist, zeigt die Tatsache, dass es eine eigene *Medical Image Perception Society* gibt, die sich der Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Wahrnehmung und Bildinterpretation in 2D-Bildern widmet.

Bildarchive sind heute wichtige wissenschaftliche Arbeitsinstrumente, denkt man an die Bildsammlungen, die etwa bei den riesigen internationalen medizinischen Projekten, wie *The Visible Human* oder *The Human Brain Project* oder auch *The Human Genom Project* angesammelt werden müssen. Während es dort vorwiegend darum geht, das Bildmaterial, das in unterschiedlichsten Formaten und Modellannahmen gewonnen wurde, kalibrierend zu vergleichen, in Übereinstimmung zu bringen und zu integrieren, sind Bilderkonvolute, die für die Kunst, ihre Archivierung und für vergleichende Studien der Kunstwissenschaft zur Verfügung gestellt werden, eher an Bezügen und Vergleichen interessiert, die das Bildmaterial bis auf Zoomen oder Detail-Isolation unverändert lassen. Mehrere deutsche Universitäten haben mit *prometheus* ein solches Bildermedium entwickelt, darunter auch die Universität Lüneburg, wo *Martin Warnke* mit MitarbeiterInnen den *Meta-Image-Editor* entwickelte, welcher in *prometheus* Bildkorpora Bilddetails markieren, zoomen, annotieren und verlinken kann. Warnke folgt dabei digital den Tätig-

keiten von *Aby Warburg*, der Bildmotive in Fotografien mit Hilfe von Stecknadeln und Fäden verband, um Bild-Argumentationsketten sichtbar zu machen, die er auch dynamisch veränderte. Er beschreibt, welche Probleme bei der informatischen Lösung solcher Bearbeitungsmöglichkeiten auftreten, oder auch wegfallen. Das hochgesteckte Ziel ist es, mit den ausgefeilten Mitteln des *Meta-Image-Editors* aus dem komplex verknüpften Bildmaterial Interpretationen im Sinne von Panofsky's Bedeutungsebenen aufscheinen zu lassen, interaktiv und automatisch. Das geht über die von *Pflüger* erwünschte explorative Datenanalyse mittels grafischer Manipulation insofern hinaus, als das Werkzeug einen guten Teil der Aufgabe, Bedeutungen sichtbar zu machen, übernehmen soll. *Martin Warnkes* Vorstellung nach kann es evolutiv Sinn erzeugen durch die Nutzung und Gewichtung der komplexen Verknüpfungsstrukturen.

In der Medizin wird 3D-Bildgebung vor allem für Diagnosen (u.a. aber auch für die Lehre) verwendet, woraufhin die Evidenzerzeugung sehr viel spezifischer ausgerichtet werden muss. Dabei werden Rendering-Verfahren genutzt für die Beschreibung und Manipulation von Oberflächen wie für das Innere (Aufschneiden, Transparenz, Durchblick) von 3D-Bildern. Die Arbeit von *Gitta Domik et al.* beschäftigt sich mit der visuellen Evidenz von Merkmalen, die mittels Volumenrendering-Algorithmen aus 3D-Datensätzen mittels Computertomografie sichtbar gemacht werden. Da solche Algorithmen die Interpretation der Ergebnisbilder verändern, testen die AutorInnen mögliche Interpretationen von Bildern empirisch auf Fragestellungen der Diagnose hin, im vorliegenden Fall ist es die Begrenzung und die Krümmung von Arterien. Hier wird die Qualität einer Visualisierung durch *Expressiveness* (Ausdruckskraft) und *Effectiveness* (Wirksamkeit = Geschwindigkeit und Genauigkeit der Interpretation einer festgelegten Aufgabe) definiert, was in etwa der Coy- und Pflüger'schen visuellen Evidenz entspricht. Ästhetik oder Effizienz sollten dieser Evidenz bei der Parameterwahl des Rendering-Algorithmus nachgeordnet werden.

In der Arbeit wird nur der erste Teil einer medizinischen Diagnose auf Basis eines Bildes untersucht, die visuelle Suche im Bild, also die Perzeption der im gegebenen Kontext wesentlichen Bildmerkmale, und nicht die darauf basierende Diagnose. Wie gut die visuelle Teilaufgabe bewältigt wird, hat jedoch Einfluss auf die Qualität der Diagnose. Die Teilaufgabe besteht in der Beurteilung der Krümmung und Begrenzung von Arterien mit unterschiedlichen Beleuchtungsmodellen.

Im Anschluss an die Ergebnisse der Empirie werden Probleme der Validität solcher Untersuchungen eingehend diskutiert: da ist zunächst der enorme Unterschied zwischen subjektivem Eindruck der und tatsächlicher Leistung durch die ProbandInnen; dann die Dekontextualisierung und Isolation der Aufgabe im Experiment; weiter Störeinflüsse bei der Bildgebung und ihre Wirkungen in der statistischen Auswertung, und schließlich Validitätsprobleme der Statistik selbst, wie sie u.a. in *Ioannidis: Why most published research findings are false* (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16060722>) diskutiert wurden.

Kerstin Palm kritisiert an vielen naturwissenschaftlichen Visualisierungen und ihren populärwissenschaftlichen Verbreitungen, dass diese als direkte Selbstdarstellungen der Natur behandelt werden, die ohne menschliches Zutun wie von selbst entstehen

und unmittelbar evident erscheinen. An drei Beispielen in einem Buch über das Werbeverhalten zwischen den Geschlechtern, das gleichzeitig den Universalanspruch der Biologie auf die Erklärungen von Psychologischem und Sozialem mit transportiert, zeigt sie, auf welche Weise die Interpretationsprozesse sowohl bei der Herstellung von Bildern als auch beim wissenschaftlichen Lesevorgang unsichtbar gemacht werden. *Palm* macht uns bewusst, wie durch die Bildunterschrift zum Bild in Kombination mit dem Text eine Interpretation vereindeutigt wird, und wie diese sogleich als Evidenz für einen Theorienachweis genutzt wird. Ähnlich wird mit einem zweiten, abstrakten Bild verfahren, das Blickbewegungsverläufe geschlechtsdifferenziert darstellt, wobei die visualisierten Unterschiede als biologisch determiniert behauptet werden. Im dritten Beispiel, dem historischen Wandel von Schönheitsidealen, deckt sie eine Kette spekulativer Interpretationen auf, die Schönheitsideale so funktional in Fortpflanzungsökonomien einbettet, dass daraus scheinbar evolutionsbiologische Begründungen herleitbar sind, leider nicht ohne widersprüchliche Argumente. Nach all dieser Kritik gibt *Palm* konstruktive Hinweise, welche Mindestanforderungen an einen wissenschaftlich seriösen Umgang mit naturwissenschaftlichen Abbildungen zu stellen wären.

Sigrid Schmitz wiederum beschreibt, wie in den Neurowissenschaften bildgebende Verfahren dazu verwendet werden, Geschlechterdifferenzen in Orientierungen, Verhalten oder Kompetenzen festzustellen. Durch Kombination physikalischer Messungen, algorithmischer Datenbearbeitungen und informatischer Visualisierungstechniken können Strukturen und Funktionen im lebendigen Gehirn lokalisiert und ins Bild gesetzt werden. Mittels ausgeklügelter Experimente wird so auch Verhalten in Zusammenhang mit dabei gewonnenen Visualisierungen gebracht. Die so gewonnenen eindrucksvollen Hirnbilder verdecken die Tatsache, dass es sich dabei keineswegs um direkte Abbilder aus dem Innern des Gehirns handelt, sondern um auf komplizierten und kontingenten Wegen erzeugte Bildkonstruktionen, wie es analog anhand der Bildgebung für Herzerarterien von *Gitta Domik et al.* bereits deutlich geworden war.

Schmitz stellt die Probleme dar, die sich aus solchen Fixierungen des plastischen Gehirns in Bildern ergeben und diskutiert Auswirkungen auf das Selbstbild des Menschen.

Unter den vielen Wissenschaftszweigen, die sich den Präfix *Neuro-* gegeben haben, sind die Neuroökonomie und das Neuromarketing. Ihnen geht es darum, (ökonomische) Entscheidungsprozesse mittels der Hirnbildgebung zu entschlüsseln, wo-

bei der Ansatz des nach Kosten-/Nutzenerwägungen rational handelnden *Homo oeconomicus* um emotionale Motive erweitert wird. In drei Abschnitten entwickelt *Schmitz* nun ihre Kritik an Thesen, Methoden und Interpretationen neuroökonomischer Arbeiten: Zunächst wie eine Trennung und Hierarchisierung zwischen Ratio und Emotion konstruiert wird, dann auf welche Weise die Neuroökonomie vergeschlechtlicht ist und schließlich, welches Geschlechterbild sie transportiert. Ansatzpunkte der Kritik sind die Fülle an (unbewiesenen) Voraussetzungen, die die Rationalisierung des Ratio-Emotions-Verhältnisses erfordert, weiter die in fast allen Untersuchungen der Kognition mittels bildgebender Verfahren benutzte Differenz- oder Kontrastmethode und schließlich die persistenten Geschlechterzuschreibungen. Besonders problematisch an dieser Art Forschung ist, dass aufgrund der Komplexität und Kontingenz der Bilderzeugungsprozesse methodische Fehler erleichtert werden, die die Ergebnisse – zumindest – schwer korrekt interpretierbar machen.

Schließlich diskutiert *Peter Purgathofer* in seinem Text *Visuelle Repräsentation und Interaktion im Diskurs: zum Zusammenhang von Form und Inhalt von Online-Diskussionen* das Problem, wie informationstechnische Hilfsmittel elektronische Diskussionen einengen oder auch öffnen können. Er konnte Erfahrungen mit unterschiedlichen verfügbaren und selbst entwickelten Software-Systemen zur Unterstützung von Online-Diskussionen im Informatik-Studium an der TU Wien sammeln. In der Regel werden als Lehrsysteme Tools für hierarchisch angeordnete Darstellungen der Diskussion verwendet, die Antworten einfach nur sukzessive einrücken. Sie unterstützen nur Diskussionen mit geringer Tiefe der Antwortstrukturen oder solche mit wenigen TeilnehmerInnen. Die Darstellungs- und Interaktionsformen der von seinem Team entwickelten Software kehren von solch linearisierender Form der Darstellung ab, um auch komplexere Diskussionen, Streitgespräche und Rückverweise zu unterstützen. Die Software wird in neuartigen Lehr- und Lernsituationen eingesetzt, wobei den Studierenden ausgesuchte Inhalte vor einer Vorlesung für Vorab-Diskussionen angeboten werden. Das Tool erlaubt größere Tiefenstrukturen mittels Hyperlinks. Die verschiedene Tool-Entwicklungsstufen begleitende empirische Untersuchung der Lehre über mehrere Semester hin bestätigt Purgathofers These: Die Erweiterung der unterstützten Diskussionsformen bringt nicht nur komplexere Strukturen sondern auch inhaltlich reichhaltigere Diskussionsergebnisse hervor. Damit kann er auch eine weitergehende These vermuten, dass Struktur gebende Softwaretools auch den Verlauf und die Inhalte der durch sie strukturierten Kommunikation negativ und positiv beeinflussen können.

Britta Schinzel



Britta Schinzel stieg nach ihrem Studium der Mathematik und Physik in die Compiler-Entwicklung in der deutschen Computerindustrie ein. Von dort wechselte sie in die Theoretische Informatik an der TH Darmstadt und habilitierte dort. Im Rahmen ihrer Professur für Theoretische Informatik an der RWTH Aachen arbeitete sie in verschiedenen Gebieten der Künstlichen Intelligenz, initiierte eine Reihe interdisziplinärer Projekte mit Soziologie, Linguistik, Biologie und Medizin und begann sich, zunächst nur in der Lehre, später auch in der Forschung, mit Informatik und Gesellschaft zu beschäftigen.