

**Christopher Frauenberger**

***Sonifikation: Stärken, Schwächen und Anwendungen***  
***Kritik zum Artikel von Christian Dayé, Marianne Egger De Campo***  
***und Alberto De Campo***

*1. Einleitung*

In dem Artikel von Christian Dayé et. al. zur Sonifikation als Methode der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse wird die Sonifikation als neues und effektives Instrument zur Untersuchung von wissenschaftlichen Daten vorgestellt. In der Tat ist Sonifikation ein sehr vielversprechendes Werkzeug und hat zweifelsohne das Potenzial einen bis dato unerreichten Zugang zu hochkomplexen und mehrdimensionalen, wissenschaftlichen Daten zu ermöglichen.

Um aber Sonifikation zu den richtigen Problemstellungen und unter den richtigen Voraussetzungen sinnvoll einsetzen zu können, ist es nötig um die Stärken und Schwächen von Sonifikation zu wissen. So möchte ich nicht bestreiten, dass unser Gehör außerordentliche Fähigkeiten besitzt und von den meisten Menschen unterbewusst für wesentliche Aufgaben im täglichen Leben benutzt wird. Allerdings ist der Versuch die informative Bandbreite einzelner Sinne vergleichen zu wollen, wohl nicht zielführend. Der angeführte Vergleich zwischen auditiven und visuellen Fähigkeiten ist nur bedingt aussagekräftig, zu unterschiedlich sind die Fähigkeiten und deren Einsatzgebiete, als dass sich sinnvolle Vergleiche anstellen ließen. Es ist vielmehr ein

con-geniales Arbeiten sehr unterschiedlicher Sinne, die eine gesamte Wahrnehmung der Umgebung auf sehr unterschiedliche Weise ermöglichen. Die wesentlichste, wissenschaftliche Aufgabe am Gebiet der Sonifikation ist die Erforschung der Art und Weise, wie Menschen auditive Wahrnehmung zur Informationsgewinnung einsetzen und diese Stärken für die Darstellung komplexer wissenschaftlicher Daten auszunutzen.

In meiner Kritik will ich meine Sicht der Dinge dazu beitragen, einigen Punkten aus dem Artikel widersprechen und andere wesentliche Aspekte und Anwendungen im Hinblick auf sozialwissenschaftliche Datenanalyse herausstreichen.

In den folgenden Abschnitten dieser Kritik möchte ich mich neben den guten Gründen warum Sonifikation gemacht werden sollte, auch mit den guten Gründen warum Sonifikation *nicht* gemacht werden sollte, auseinandersetzen. Anschließend sind einige weitere Gedanken zur akustischen Perzeption und Darstellungsformen beschrieben und schließlich, eine Nachschau der gezeigten Anwendung im sozialwissenschaftlichen Gebiet und das Fazit meiner Kritik.

*2. Warum sonifizieren?*

Wie im Artikel zitiert, hat vor allem die technologische Entwicklung dem Sehsinn eine Vorrangstellung gegenüber anderen Sinnen sichergestellt (Kleinspehn 1989). Es stellt sich die berechtigte Frage, wozu eine so erprobte und

weitentwickelte Technologie wie jene der visuellen Darstellung auf Bildschirmen durch eine akustische Darstellung ergänzt oder gar ersetzt werden sollte. Dazu ist es hilfreich, sich die logischen Limitationen von visuellen

Darstellungen vor Augen zu führen.

Wann immer der Sehsinn nicht zur Verfügung steht, wird jeder Bildschirm unbrauchbar. Das ist natürlich vor allem für sehbehinderte und blinde Menschen der Fall, aber auch in vielen Interaktionsszenarien, in denen der Sehsinn für andere Aufgaben benötigt wird. Eine weitere Einschränkung betrifft die physikalische Ausdehnung von visuellen Bildschirmen. Der stetige Trend zur Miniaturisierung von Interaktionsgeräten gekoppelt mit der Forderung nach steigender Mobilität von Benutzern führt zu dem Problem der „*disappearing resource of screen space*“ (Walker, 2000). Der (vergebliche) Versuch, das Internet auf die Bildschirme von Mobiltelefonen zu bringen, hat dieses Problem deutlich gemacht. Aber auch mit den besten Möglichkeiten zur visuellen Darstellung stößt man an Grenzen. Rein graphische Darstellungen entsprechen nicht unserem natürlichen Empfinden der Realität. Auch wenn der Sehsinn wahrscheinlich der wichtigste Sinn des Menschen ist, so ist er doch nicht in der Lage, alleine die Empfindungsvielfalt der Realität zu vermitteln. Wird ein Interaktions- oder Darstellungsraum angestrebt, der sich an der menschlichen Realität ein Vorbild nimmt, ist eine visuelle Darstellung zu wenig. Prominente

Beispiele dieser Entwicklung kommen aus der Computerspiele-Industrie.

Die Darstellung und Analyse von wissenschaftlichen Daten hat durch das Diagramm<sup>i</sup> eine lange graphische Tradition. Es haben sich graphische Metaphoren zur Darstellung von Daten herausgebildet, die weltweit verbreitet und sehr wenigen kulturellen Schwankungen unterworfen sind. Diagramme sind universell einsetzbar und veranschaulichen Information intuitiv und, zumindest in der Intuition des Erstellers, eindeutig. Auch wenn für komplexe Datenstrukturen spezielle Abbildungsverfahren entwickelt werden, haben graphische Darstellungen durch die direkten räumlichen Zusammenhänge Schwächen bei multivarianten, mehrdimensionalen und stark schwankenden Datensätzen. Sie werden unübersichtlich und verlieren ihre Intuitivität, sie sind ohne genaue Kenntnisse der Daten kaum mehr zu interpretieren.

Viele, wenn auch nicht alle, dieser Limitationen treffen auf den Hörsinn weniger zu und bilden die Motivation für die nähere Erforschung unserer Hörwahrnehmung. In *Gregory Kramer's „An Introduction to Auditory Displays“* (Gregory Kramer, 1994) werden die wichtigsten Stärken wie in Tabelle 1 aufgelistet.

<i>Eigenschaft</i>	<i>Stärke</i>
„Eyes free“	Verfügbar wenn Sehen keine Option ist
Orientierung	Das Hören trägt maßgeblich zur Orientierung bei
Aufmerksamkeitsvariabel	Vom Alarm zum Hintergrund Sound sehr variabel einsetzbar
Parallel	Ausgeprägte Fähigkeiten zur parallelen Verarbeitung von Ereignissen
Zeitlich	Hohe zeitliche Auflösung von Veränderung
Struktur	Wahrnehmung von Relationen und Strukturen in Hörereignissen

Tabelle 1 Stärken von auditiven Darstellungen

Neben den offensichtlichen Stärken „Eyes free“ und der Orientierung ist die hohe Anpassungsfähigkeit der Aufmerksamkeit ein

entscheidender Vorteil gegenüber dem Sehsinn. Durch die geringere Fokussierungsfähigkeit des Ohres und die Fähigkeit, parallele Hörereignisse

zu verarbeiten, kann die Wichtigkeit von Information der benötigten Aufmerksamkeit des Benutzers angepasst werden. Gerade die Möglichkeit, Daten in der Sonifikation in den Hintergrund zu legen, ermöglicht eine gezielte Verlagerung von Prioritäten, ohne diese Daten völlig außer Betracht zu lassen. Dies bietet einen der wesentlichen Vorteile bei der Sonifikation von komplexen, mehrdimensionalen Daten wie sie in der Sozialwissenschaft sehr oft anzutreffen sind.

Einer der wesentlichen Unterschiede zur visuellen Wahrnehmung ist die zeitliche Affinität. Wie auch im Artikel betont, ist die Zeit-Frequenz-Auflösung des Ohres eine der großen Stärken, und viele frühe Sonifikationen haben sich dieser Stärke bedient (vgl. „Seismological sounds“ Speeth, 1961). In der Theorie der unverzichtbaren Attribute („Theory of indispensable attributes“, Kubovy, 1981) wird dieser Aspekt unterstrichen mit der These, dass akustische Objekte sich in der Frequenz-Zeit-Domäne formen, wohingegen visuelle in der

Raum-Zeit.

Die auditive Fähigkeit, vor allem temporale Strukturen, also Rhythmen, zu erkennen, prädestiniert das Hören für die Analyse von unbekanntem Daten. Im Artikel als Königsdisziplin bezeichnet, ist das Erkennen von versteckten Informationen in einem komplexen Datensatz eine der größten Stärken der Sonifikation. Die Darstellung und Analyse sozialwissenschaftlicher Daten ist daher sicherlich eine Paradeanwendung. Die Suche nach versteckten Zusammenhängen, Korrelationen und Muster in einem mehrdimensionalen Datensatz ist in der Sozialwissenschaft eines der größten „technischen“ Probleme.

Im allgemeinen kann festgestellt werden, dass es sich lohnt den akustischen Darstellungs- und Interaktionsraum für Benutzerschnittstellen im vielfältigsten Sinn auszunutzen, wenn dessen Stärken die Limitationen bekannter Technologien beseitigt.

### 3. Warum NICHT sonifizieren?

Keine Sonifikation zu verwenden, ist besser als eine schlechte. Das ist seit der Geräuschbelastung durch sich einwählende Modems bekannt. Aber auch neben dem ästhetischen Aspekt kann man Schwächen der Hörwahrnehmung identifizieren, die den Einsatz von Sonifikation nicht als beste Wahl erscheinen lassen.

Zum ersten hat die beschränkte Fokussierfähigkeit des Ohres einerseits den Vorteil viele Ereignisse parallel wahrnehmen zu können, andererseits ist die Lokalisation von Schallquellen daher sehr grob<sup>ii</sup>. Dieser Nachteil kann auch durch den wesentlich größeren, wahrnehmbaren Bereich (keine Einschränkung wie durch das Sehfeld) und durch eine kognitive Separation („Cocktail Party Effect“, vgl. Arons,

1994) nicht vollständig wettgemacht werden. Das heißt also, dass Sonifikation sich nicht für Aufgaben eignet, in denen die Einzeldaten mehr Bedeutung haben als deren Zusammenhänge. Dies wird durch das Fehlen von Absolutwerten zusätzlich unterstützt. Mit wenigen Ausnahmen besitzen Menschen ein sehr ausgeprägtes Relativ-Gehör, aber kein absolutes. Sind also die absoluten Werte ein wesentlicher Bestandteil der Information, ist Sonifikation nicht erste Wahl.

Aus diesen und auch anderen Gründen wird in vielen Fällen wohl eine graphische Darstellung vorzuziehen sein. Aber gerade die Analyse von sozialwissenschaftlichen Daten zeigt, dass die Stärken der Sonifikation gegenüber den Schwächen in vielen Aufgabengebieten deutlich überwiegen und Sonifikation einen wesentlichen

Beitrag leisten kann, wissenschaftliche Daten

zugänglich zu machen und zu erforschen.

#### 4. Akustische Perzeption und Darstellung

Im Artikel werden anhand einiger Hörbeispiele die Aspekte des Designs von Sonifikationen dargestellt. „Parameter Mapping“ und „Model-based Sonification“ sind Methoden um Sonifikationen nicht rein mittels „trial & error“ zu entwerfen. Doch schon die fehlende Orthogonalität des Hörens unterminiert diese Methoden und so haben viele Klangeigenschaften Interaktionen.

Das Ziel von „Design Principles“, die Entwickler von Sonifikationen verwenden können, um aussagekräftige auditive Darstellungen zu entwerfen, ist noch nicht in Reichweite. Zu viele Fragen sind offen, wie der Mensch und sein Gehör Information verarbeiten. Neben der angesprochenen und im Artikel aufgezeigten fehlenden Orthogonalität von Klangeigenschaften gibt es noch eine Reihe anderer Eigenheiten, die in einem Entwurf einer Sonifikation entscheidende Rollen spielen.

Eine grundsätzliche Frage ist, wie das Gehör akustische Objekte bildet und wie es verschiedene Schallquellen als zusammengehörig gruppiert. In „Auditory and Visual Objects“ (Kubovy, 2001) wird dieser Frage nachgegangen und die These aufgestellt, dass akustische Objekte vorrangig durch zusammengehörige Tonhöhen gebildet werden und weniger durch örtliche Nähe. Ganz im Gegensatz zu dem visuellen Sinn, der Objekte eindeutig anhand ihres Randes definiert. Als Konsequenz daraus sind in Sonifikationen Gruppierungen in der Frequenzdomäne nötig

und weniger in der räumlichen Positionierung.

Als anderes Beispiel der Komplexität des Hörvorganges ist „Informational Masking“ anzuführen. Unter bestimmten Voraussetzungen werden akustische Informationen von anderen überlagert und für den Hörer unzugänglich. Wird dieser Effekt beim Design einer Sonifikation nicht berücksichtigt, kann wesentliche Information verlorengehen. Beim Zusammenspiel von mehreren Sinneswahrnehmungen kommt zusätzlich eine intermodale Interaktion zu tragen, wobei Informationen aus unterschiedlichen Sinnen interferieren. Ein gutes Beispiel dafür ist die audio-visuelle Lokalisation von Objekten. Studien belegen, dass das Hören durch die wesentliche schnellere räumliche Detektion, dem Sehsinn die Richtung zum gesuchten Objekt weist. „*The ears tell the eyes where to look*“ (Kramer, 1994, Perrott, 1990). Oft werden in multimodalen Designs von Sonifikationen diese Aspekte vernachlässigt, was dazu führen kann, dass die Plausibilität der Darstellung durch unterschiedliche Wahrnehmungen gebrochen wird (vgl Brock, 2004).

Durch viele dieser sehr subtilen Probleme sind allgemeine „Design Principles“ schwer zu formulieren. Allerdings sind durch die jahrelange Vorarbeit am graphischen Sektor Methoden und Werkzeuge entstanden, die von großem Nutzen für auditive Darstellungen sein können (Frauenberger, 2004).

#### 5. Die Beispiele

Die im Artikel beschriebenen Sonifikationsbeispiele machen deutlich, dass Sonifikation als

Werkzeug der Datenanalyse zukünftig eine wichtige Rolle spielen wird. Die einführenden

Beispiele machen dem Hörer bewusst, wie vielfältig akustische Eigenschaften sind und welche Probleme durch die fehlende Orthogonalität des Eigenschaftsraumes hervorgerufen werden. In der Regel wird der menschliche Hörsinn sehr unbewusst eingesetzt und durch das dezidierte Herausstreichen der einzelnen Eigenschaften wird unerfahrenen Hörern ein guter Überblick über die Möglichkeiten im akustischen Raum geboten.

In diesem sehr frühen Stadium der Entwicklungen im Gebiet der Sonifikation ist die Sonifikation bekannter Datensätze sicherlich der richtige Weg, um funktionierende Designs zu

entwickeln. Die beiden gezeigten Sonifikationen lassen erkennen, dass die enthaltenen Informationen sehr gut hörbar gemacht werden können. Alle bereits bekannten Zusammenhänge konnten dargestellt und eine neue „Sicht“ auf die Daten geboten werden.

Natürlich ist es nicht das Ziel bekannte Ergebnisse abzubilden, es zeigen sich aber im Abbildungsprozess die wichtigsten Eigenschaften und Probleme von Sonifikation. Analysiert man die Ergebnisse und gewinnt dadurch Erkenntnisse für das Design von Sonifikationen, ist man dem Ziel einen großen Schritt nähergekommen.

## 6. Fazit

Der vorliegende Artikel zeigt, wie eine neuartige Technologie im Bereich der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse eingesetzt werden kann. Aus Sicht der Sonifikation ist es besonders wichtig die Forschung mit möglichst vielen Anwendungsgebieten zu verbinden. Die Sonifikation, an sich schon ein sehr interdisziplinäres Gebiet, kann von solchen Ansätzen nur profitieren und mit der Sozialwissenschaft tut sich ein sehr interessantes

und vielfältiges Forschungsgebiet für Sonifizierer auf, das mit seiner Komplexität sehr von intuitiven Darstellungstechniken wie der Sonifikation Nutzen ziehen kann.

Der Artikel, und hoffentlich auch diese Kritik, machen die Stärken und Schwächen der Sonifikation sichtbar und soll als Impuls dienen, um die Zusammenarbeit zwischen so unterschiedlichen Disziplinen zu fördern.

## Literatur

*Arons, B.* (1994) A review of the Cocktail Party Effect, *Journal of the American Voice I/O Society*, Vol. 12

*Brock, D.* (2004) The design of mixed use, virtual auditory displays: recent Findings with a dual-task paradigm, *International Conference on Auditory Displays*, Sydney, Australia

*Frauenberger, C. et.al.* (2004) A generic, semantically based design approach for spatial auditory displays, *International Conference on Auditory Displays*, Sydney, Australia

*Kleinspehn, T.* (1989), *Der flüchtige Blick. Sehen und Identität in der Kultur der Neuzeit*, Reinbek bei Hamburg

*Kramer, G.* (1994) *Auditory Display: Sonification, Audification, and Auditory Interfaces*, Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity, Proc. Vol. XVIII. Reading, MA: Addison-Wesley

*Kubovy, M. van Valkenburg, D.* (2001) *Auditory and Visual Objects*, *Cognition*, Vol. 80, Juni

*Kubovy, M.* (1981) Concurrent-pitch segregation and the theory of indispensable attributes, *Perceptual organization*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

*Speeth, S.D.* (1961) Seismometer Sounds, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 33

*Walker, A. Brewster, S.* (2000) Spatial audio in small screen device displays, *Personal Technologies*, S. 144-154

- i zeichnerische Darstellung von Größenverhältnissen in anschaulicher, leicht überblickbarer Form (Duden, Fremdwörterbuch)
- ii Die Auflösung des menschlichen Gehörs liegt in der besten Richtung (gerade nach vorne) bei etwa  $4^\circ$  (*Blauert*, 1974)