

## Zur Nachhaltigkeit von Visualisierungen in den digitalen Geisteswissenschaften

### **High-Steskal, Nicole**

nicole.high-steskal[at]donau-uni.ac.at  
Donau-Universität Krems, Österreich  
ORCID-iD: 0000-0002-9823-5507

### **Liem, Johannes**

johannes.liem[at]donau-uni.ac.at  
Donau-Universität Krems, Österreich  
ORCID-iD: 0000-0001-8696-0245

### **Mayr, Eva**

eva.mayr[at]donau-uni.ac.at  
Donau-Universität Krems, Österreich  
ORCID-iD: 0000-0001-8402-5990

### **Windhager, Florian**

florian.windhager[at]donau-uni.ac.at  
Donau-Universität Krems, Österreich  
ORCID-iD: 0000-0002-5170-2243

**Zusammenfassung.** Die zunehmende Verfügbarkeit großer Mengen an digitalen Forschungsdaten macht nachhaltiges Datenmanagement auch zu einer omnipräsenten Herausforderung in den digitalen Geisteswissenschaften. Dies gilt für die nachhaltige Verfügbarkeit digitaler Infrastrukturen ebenso wie für die Funktionstüchtigkeit und Langzeitverfügbarkeit von Tools zur Auswertung und Vermittlung der wachsenden Datenbestände. Zu diesen Werkzeugen zählen in prominenter Weise auch interaktive Visualisierungen, welche vielfach die Analyse und Kommunikation von Forschungsdaten unterstützen, und welche auch als Zwischen- und Endergebnisse von digitalen Forschungsprozessen eine substantielle Rolle spielen. Trotz der wachsenden Bedeutung solcher Instrumente fehlen bis heute allerdings Strategien, welche deren Erfassung und langfristige Verfügarmachung im Rahmen von Datenmanagementplänen ermöglichen würden, was auch der Transparenz und Provenienz von Forschungsergebnissen dienlich wäre. Vor diesem Hintergrund reflektieren wir in dem Beitrag die multiplen Komponenten von Visualisierungen, welche durch Forschungsdateninitiativen gesichert werden sollten, und regen die Formulierung von FAIR-Prinzipien für die Visualisierung an.

## **1 Einführung – Digitale Nachhaltigkeit**

Die zunehmende Digitalisierung kultureller Bestände und die entsprechende Verfügbarkeit großer Mengen an Forschungsdaten macht nachhaltiges Datenmanagement auch zu einer eminenten Herausforderung in den (digitalen) Geisteswissenschaften. In diesem Kontext ist die Langzeitverfügbarkeit digitaler Infrastrukturen (i.e. von Systemen zur Speicherung, Organisation und Verteilung digitaler Daten) ebenso zu gewährleisten, wie die Funktionstüchtigkeit von Tools zur Auswertung und Vermittlung der wachsenden Datenbestände. Zu diesen Werkzeugen zählen auch interaktive Visualisierungen, die in unterschiedlichen Forschungsphasen zur Analyse und Kommunikation von Daten zum Einsatz kommen. Die folgenden Überlegungen sind motiviert von dem Umstand, dass trotz der wachsenden Bedeutung solcher Tools bis dato Strategien fehlen, um diese im Rahmen von Datenmanagementplänen zu erfassen und entsprechend der FAIR-Prinzipien langfristig zu erhalten. Solche Verfahren würden nicht nur eine gute wissenschaftliche Praxis stärken, sondern auch mit Blick auf die Transparenz und Provenienz von Forschungsergebnissen deren Nachvollziehbarkeit erhöhen. Im Folgenden reflektieren wir kurz die Rolle von Visualisierungen im Feld der Geisteswissenschaften, unterscheiden Komponenten von Visualisierungen, die gesichert werden sollten, und liefern einen Abriss über ähnliche Debatten für die Dokumentation von Software, um im Bereich der Visualisierung ähnliche Diskussionen anzuregen. Die praktische Motivation hierzu erwächst aus der Arbeit an einem nachhaltigen Umgang mit Visualisierungen im H2020 Projekt InTaVia (<https://intavia.eu>), welcher auch anderen Visualisierungsprojekten zur Orientierung dienen kann.

## **2 Visualisierungen in den Digital Humanities**

In der letzten Dekade kam es zu einer Intensivierung der Entwicklung und Nutzung von interaktiven Visualisierungen in den digitalen Geisteswissenschaften.<sup>1</sup> Prominente Beispiele in diesem Kontext inkludieren Interfaces zur Darstellung und Exploration von mehrdimensionalen geschichtlichen Daten<sup>2</sup>, historischen Netzwerken<sup>3</sup>,

---

<sup>1</sup> Benito-Santos & Sanchez 2020; Bradley et al. 2018.

<sup>2</sup> Posner 2014.

<sup>3</sup> Molinero et al. 2017.

kulturellen Sammlungen<sup>4</sup>, sowie von großen Textkorpora<sup>5</sup>. Mit Blick auf traditionelle hermeneutische Forschungsmethoden erschließt sich die Nützlichkeit solcher Ansätze oft als Big Data-Technologien, welche etablierte Verfahren des close readings um makroanalytische Optionen des "distant readings"<sup>6</sup> oder "distant viewings"<sup>7</sup> erweitern. In zunehmendem Maße finden auch Reflexionen über die Rolle von Visualisierungen im Rahmen geisteswissenschaftlicher Forschungsprozesse statt.<sup>8</sup> In auffälliger Weise kommen hierbei aber bislang Reflexionen auf nachhaltige Entwicklungsstrategien zu kurz, die die Langzeitverfügbarmachung, Reproduzierbarkeit, und Nachvollziehbarkeit von Visualisierungstechnologien gewährleisten könnten.

### **3 Nachhaltigkeit verschiedener Visualisierungskomponenten**

In der Forschung zu und mit Visualisierungen spielen multiple Komponenten und Prozesse zusammen: (a) Erzeugung, Prozessierung und Selektion von Daten, (b) Designprozesse, (c) Implementierungsprozesse und (d) user-seitiges Nutzungsverhalten.

#### **3.1 Datenerzeugung, -selektion und -aufbereitung**

Während die Erfassung und Erhaltung von vorhandenen Daten in der Regel im Fokus von Datenmanagementplänen liegen, sind transiente Schritte der Datenselektion, Datenerzeugung, und Datenaufbereitung oftmals der Nachvollziehbarkeit entzogen. In diesem Kontext bedarf es neuer Ansätze der Dokumentation, welche einen kritischen Nachvollzug von digitalen Translationsketten (als Serien von "material-medialen Translationen")<sup>9</sup> und repräsentativer "Standpunktgebundenheit"<sup>10</sup> überhaupt erst möglich machen.<sup>11</sup>

---

<sup>4</sup> Windhager et al. 2018a.

<sup>5</sup> Jänicke et al. 2015.

<sup>6</sup> Moretti 2007.

<sup>7</sup> Arnold & Tilton 2019.

<sup>8</sup> Bradley et al. 2018; Drucker 2015; Hinrichs et al. 2019.

<sup>9</sup> Latour 1999.

<sup>10</sup> Drucker 2017.

<sup>11</sup> Windhager et al. 2018b.

### 3.2 Visualisierungsdesign

Gestalterische Entscheidungen in der Erstellung von Visualisierungen sind für VisualisierungsnutzerInnen selten transparent. In diesem Kontext bieten design study papers ein etabliertes Mittel um ein nachhaltiges Verständnis der entsprechenden Forschungs- und Entwicklungsprozesse zu ermöglichen.<sup>12</sup> Darüber hinaus bieten sich neue Möglichkeiten zur Dokumentation von Designprozessen durch Notebookumgebungen (z.B. Observable <https://observablehq.com/>).<sup>13</sup> Diese stellen sicher, dass das Schreiben von Programmcode mit der genauen Beschreibung der Designentscheidungen einhergeht und somit neben dem Tool auch sein Werdegang dokumentiert wird.

### 3.3 Implementierung

Implementierungen von Visualisierungen werden in der Regel über Code-Repositories dokumentiert, geteilt und langfristig verfügbar gemacht. Idealerweise geschieht dies im Zusammenspiel mit der Dokumentation des Quellcodes, Informationen zur Versionshistorie, und mit Medien der technischen Visualisierungsdokumentation, sowie Anleitungen, Tutorials, oder Onboarding-Techniken.<sup>14</sup> Eine weitere Möglichkeit der nachhaltigen Verfügbarmachung ist die Verwendung einer deklarativen Syntax zur Formalisierung von Visualisierungen. Vega und Vega-Lite beschreiben beispielsweise das Mapping zwischen Daten und deren visueller Repräsentation anhand eines maschinen- sowie menschenlesbaren Textformates (i.e., JSON Spezifikation).<sup>15</sup>

Aufgrund der rasanten Entwicklung von Nutzungs- und Entwicklungsumgebungen ist die Erhaltung der Lauffähigkeit von älteren Visualisierungen ein eigenes Aufgabengebiet.<sup>16</sup> Java-basierte Visualisierungen vertragen sich bereits nach wenigen Jahren kaum noch mit aktuellen Web-Technologien und Browserumgebungen, was evident macht, dass nicht nur der Quellcode, sondern auch die jeweils gängigen Kompilier- bzw. Interpretationsmechanismen eine große Bedeutung für die nachhaltige Verfügbarkeit von Visualisierungen haben. Eine im Forschungskontext kaum realisierbare Strategie ist das stetige Aktualisieren von Visualisierungs-Quellcodes entsprechend moderner Technologien. In Analogie zur Erhaltung von alten Computer-

---

<sup>12</sup> Sedlmair et al. 2012.

<sup>13</sup> Wood et al. 2019.

<sup>14</sup> Stoiber et al. 2019.

<sup>15</sup> Vgl. Satyanarayan et al. 2016.

<sup>16</sup> Storey et al. 2008.

und Konsolenspielen erscheinen hier eher "Time Capsule"-Emulationen von Hard- und Softwareumgebungen als erfolgversprechende Strategien. Der Einsatz weit verbreiteter, etablierter Open Source Werkzeuge zur Umsetzung von Visualisierungsprojekten vereinfacht deren Wartbarkeit und kann somit ebenfalls zur Nachhaltigkeit einer Visualisierung beitragen.

### **3.4 User-Verhalten**

Eine mögliche Gefährdung der historischen Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit von visualisierungs-basierten Forschungsergebnissen ergibt sich nicht zuletzt auch aus den üblicherweise undokumentierten Explorations- und Analyseschritten von ForscherInnen und NutzerInnen, welche - ebenso wie Daten und Tools - mit zukünftigen Forschungsberichten und -ergebnissen verfügbar gemacht werden könnten.<sup>17</sup>

## **4 Diskussion**

Die Inklusion von weiteren Aspekten des Forschungsprozesses in das Konzept des Forschungsdatenmanagements wird erst jüngstens für die Erhaltung von Forschungssoftware verstärkt diskutiert.<sup>18</sup> Lamprecht und KollegInnen fordern in diesem Kontext prägnant, dass die Erhaltung von Forschungssoftware entsprechend der FAIR-Prinzipien anzustreben sei, diese jedoch für Forschungssoftware adaptiert werden müssen.<sup>19</sup> Konkrete Anleitungen oder allgemeine Standards sind hierfür allerdings noch kaum zu finden – oder decken selten die Komplexität der Forschungssoftware ab. So wurden auf [forschungsdaten.info](https://www.researchdata.info) bereits Empfehlungen publiziert, doch sind diese im Umfang knapp bemessen und sehr allgemein formuliert. Im Februar 2021 hat zuletzt die FAIR for Research Software -Forschungsgruppe der Research Data Alliance einen Zwischenbericht ihrer Tätigkeiten publiziert mit Empfehlungen zu Nachhaltigkeit und Forschungssoftware.<sup>20</sup> Bislang gibt es nur vereinzelte Beispiele, wo Überlegungen zum nachhaltigen Umgang mit Visualisierungen oder Forschungssoftware formalisiert, etwa in Forschungs"daten"plänen oder Muster-Richtlinien, wie an den

---

<sup>17</sup> Shrinivasan and van Wijk 2008.

<sup>18</sup> Bach et al. 2019a; Anzt et al 2020.

<sup>19</sup> Lamprecht et al. 2020.

<sup>20</sup> Katz et al. 2021.

Helmholtz-Zentren<sup>21</sup>, festgehalten und im Forschungsprozess eingeplant werden.

Forschungssoftware wird von Lamprecht definiert als “software that is used to generate, process or analyse results that you intend to appear in a publication (either in a journal, conference paper, monograph, book or thesis)”.<sup>22</sup> Diese Definition könnte auch auf viele Visualisierungstools angewandt werden, jedoch bringen diese als Multikomponentensysteme eine Reihe von eigenen Herausforderungen mit sich. Durch eine vertiefte Auseinandersetzung mit diesen Herausforderungen sind aber nicht nur langfristige gesellschaftliche Beiträge der Geisteswissenschaften zu erhoffen, sondern auch, wie zuletzt von Drucker formuliert, eine bessere Balancierung von technischer Komplexität und tatsächlicher Nachhaltigkeit.<sup>23</sup>



Dieses Projekt wird von der Europäischen Kommission im Rahmen des H2020 Research and Innovation Programme, Grant Agreement No. 101004825 gefördert. – This project has received funding from the European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101004825.

---

<sup>21</sup> Bach et al. 2019b.

<sup>22</sup> Lamprecht et al. 2020, 39.

<sup>23</sup> Drucker 2021.

## Bibliografie

- Anzt, Hartwig, Felix Bach, Stephan Druskat, Frank Löffler, Axel Loewe, Bernhard Y. Renard, Gunnar Seemann, et al. 2020. "An Environment for Sustainable Research Software in Germany and Beyond: Current State, Open Challenges, and Call for Action." *F1000Research* 9 (April): 295. <https://doi.org/10.12688/f1000research.23224.1>.
- Arnold, Taylor, and Lauren Tilton. 2019. "Distant Viewing: Analyzing Large Visual Corpora." *Digital Scholarship in the Humanities*, no. fqz013 (March). <https://doi.org/10.1093/digitalsh/fqz013>.
- Bach, F., Druskat, S., Katerbow, M., Loewe, A., & Seemann, G. (2019a). Herausforderungen für die nachhaltige Entwicklung, Bereitstellung und Pflege von Forschungssoftware in Deutschland. *deRSE-Konferenz, Potsdam*.
- Bach, F., Bertuch, O., Busse, C., Castell, W. zu, Celo, S., Denker, M., Dinkelacker, S., Druskat, S., Faber, C., Finke, A., Fritzsche, B., Hammitzsch, M., Haseleu, J., Konrad, U., Krupa, J., Leifels, Y., Mohns-Pöschke, K., Moravcikova, M., Nöller, J., ... Wortmann, D. (2019b). *Muster-Richtlinie Nachhaltige Forschungssoftware an den Helmholtz-Zentren*. <https://doi.org/10.2312/os.helmholtz.007>
- Benito-Santos, Alejandro, and Roberto Therón Sánchez. 2020. "A Data-Driven Introduction to Authors, Readings, and Techniques in Visualization for the Digital Humanities." *IEEE Computer Graphics and Applications* 40 (3): 45–57. <https://doi.org/10.1109/MCG.2020.2973945>.

Bradley, Adam James, Mennatallah El-Assady, Katharine Coles, Eric Alexander, Min Chen, Christopher Collins, Stefan Jänicke, and David Joseph Wrisley. 2018. "Visualization and the digital humanities." *IEEE Computer Graphics and Applications* 38(6): 26-38.  
<https://doi.org/10.1109/MCG.2018.2878900>

Dörk, Marian, Sheelagh Carpendale, and Carey Williamson. 2011. "EdgeMaps: Visualizing Explicit and Implicit Relations." In *Visualization and Data Analysis 2011*, 7868:78680G. International Society for Optics and Photonics.  
<https://doi.org/10.1117/12.872578>.

Drucker, Johanna. 2015. "Graphical Approaches to the Digital Humanities." In *A New Companion to Digital Humanities*, 238–50. John Wiley & Sons, Ltd.  
<https://doi.org/10.1002/9781118680605.ch17>.

———. 2017. "Information Visualization and/as Enunciation." *Journal of Documentation* 73 (5): 903–16.  
<https://doi.org/10.1108/JD-01-2017-0004>.

———. 2021. "Sustainability and Complexity: Knowledge and Authority in the Digital Humanities." *Digital Scholarship in the Humanities*, no. fqab025 (March).  
<https://doi.org/10.1093/llc/fqab025>.

Hinrichs, Uta, Stefania Forlini, and Bridget Moynihan. 2019. "In Defense of Sandcastles: Research Thinking through Visualization in Digital Humanities." *Digital Scholarship in the Humanities* 34 (Supplement\_1): i80–99.  
<https://doi.org/10.1093/llc/fqy051>.

Jänicke, Stefan, Greta Franzini, Muhammad Faisal Cheema, and Gerik Scheuermann. 2015. "On Close and Distant Reading in Digital Humanities: A Survey and Future Challenges." <https://doi.org/10.2312/eurovisstar.20151113>.



Katz, Daniel S., Morane Gruenpeter, Tom Honeyman, Lorraine Hwang, Mark D. Wilkinson, Vanessa Sochat, Hartwig Anzt, Carole Goble, and for FAIR4RS Subgroup 1. 2021. "A Fresh Look at FAIR for Research Software." ArXiv:2101.10883 [Cs], February. <http://arxiv.org/abs/2101.10883>.

Lamprecht, Anna-Lena, Leyla Garcia, Mateusz Kuzak, Carlos Martinez, Ricardo Arcila, Eva Martin Del Pico, Victoria Dominguez Del Angel, et al. 2020. "Towards FAIR Principles for Research Software." *Data Science* 3 (1): 37–59. <https://doi.org/10.3233/DS-190026>.

"Lamprecht et Al\_2020\_Towards FAIR Principles For&nbsp;Research&nbsp;Software.Pdf." n.d.

Latour, Bruno. 1999. *Pandora's Hope: Essays on the Reality of Science Studies*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.

Molinero, Vanessa Serrano, Benjamin Bach, Catherine Plaisant, Nicole Dufournaud, and Jean-Daniel Fekete. 2017. "Understanding the Use of The Vistorian: Complementing Logs with Context Mini-Questionnaires." *Visualization for the Digital Humanities*, October, 6.

Moretti, Franco. 2007. *Graphs, Maps, Trees: Abstract Models for Literary History*. Paperback edition. London New York: Verso.

Posner, Miriam. 2014-11-23. "Getting Started with Palladio – Miriam Posner's Blog." Accessed May 2, 2021. <https://miriamposner.com/blog/getting-started-with-palladio/>.

Satyanarayan, Arvind, Dominik Moritz, Kanit Wongsuphasawat, and Jeffrey Heer. 2017. "Vega-Lite: A Grammar of Interactive Graphics." *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 23 (1): 341–50.  
<https://doi.org/10.1109/TVCG.2016.2599030>.

Sedlmair, Michael, Miriah Meyer, and Tamara Munzner. 2012. "Design Study Methodology: Reflections from the Trenches and the Stacks." *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 18 (12): 2431–40.  
<https://doi.org/10.1109/TVCG.2012.213>.

Shrinivasan, Yedendra Babu, and Jarke J. van Wijk. 2008. "Supporting the Analytical Reasoning Process in Information Visualization." In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1237–46. CHI '08. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery.  
<https://doi.org/10.1145/1357054.1357247>.

"Softwareentwicklung Und Gute Wissenschaftliche Praxis | Ethik Und Gute Wissenschaftliche Praxis | Themen | Forschungsdaten Und Forschungsdatenmanagement." n.d. Accessed May 2, 2021.  
<https://www.forschungsdaten.info/themen/ethik-und-gute-wissenschaftliche-praxis/softwareentwicklung-und-gute-wissenschaftliche-praxis/>.

Stoiber, Christina, Florian Grassinger, Margit Pohl, Holger Stitz, Marc Streit, and Wolfgang Aigner. 2019. "Visualization Onboarding: Learning How to Read and Use Visualizations." *OSF Preprints*.  
<https://doi.org/10.31219/osf.io/c38ab>.

Storey, Margaret-Anne, Chris Bennett, R. Ian Bull, and Daniel M. German. 2008. "Remixing Visualization to Support Collaboration in Software Maintenance." In *2008 Frontiers of Software Maintenance*, 139–48.  
<https://doi.org/10.1109/FOSM.2008.4659257>.

Windhager, Florian, Paolo Federico, Günther Schreder, Katrin Glinka, Marian Dörk, Silvia Miksch, and Eva Mayr. 2018a. "Visualization of Cultural Heritage Collection Data: State of the Art and Future Challenges." *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 25 (6): 2311–30.

Windhager, Florian, Katrin Glinka, Eva Mayr, Günther Schreder, Marian Dörk. 2018b. „Zur Weiterentwicklung des "cognition support": Sammlungsvisualisierungen als Austragungsort kritisch-kulturwissenschaftlicher Forschung", in: Georg Vogeler (Hg.): *Kritik der digitalen Vernunft*. DHd 2018 Köln (Book of Abstracts): 341-345.

Wood, Jo, Alexander Kachkaev, and Jason Dykes. 2019. "Design Exposition with Literate Visualization." *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 25 (1): 759–68. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2864836>. The University of Chicago Press Editorial Staff, *The Chicago Manual of Style*, 17th Edition (Chicago: University of Chicago Press, 2017), <https://doi.org/10.7208/cmos17>.