

Netzwerkanalyse von kunsthistorischen Attributen anhand von Social Tags

Network Analysis of Attributes Related to Art History Based on Social Tags

Max Arends, Josef Froschauer, Doron Goldfarb, Dieter Merkl und Martin Weingartner
Institut für Softwaretechnik und Interaktive Systeme
Technische Universität Wien
Favoritenstraße 9-11/188, A-1040 Wien
Tel.: +43 1 58801 18852, Fax: +43 1 58801 18899
E-mail: vsem@ec.tuwien.ac.at, Internet: <http://vsem.ec.tuwien.ac.at/>

Zusammenfassung:

In dieser Arbeit werden für Kunstwerke annotierte Schlagworte, sogenannte Social Tags, netzwerkanalytisch untersucht. Dazu werden die Tags in eine Netzwerkstruktur überführt, wodurch es möglich wird, Beziehungen von Tags zueinander visuell darzustellen. Obwohl es sich bei den Tags um Betrachtungen und Einschätzungen von BenutzerInnen handelt, lassen sich so Rückschlüsse über die Bildgattung ziehen. Durch Anwendung von Clusteringalgorithmen lassen sich so zusammenhängende Gruppen identifizieren. Anhand mehrerer Beispiele zeigen wir interessante Zusammenhänge von Themen, Personen und ikonographischen Details, welche einzig auf der Beschlagwortung durch BenutzerInnen beruhen.

Abstract:

This paper deals with the network analysis of social tags that were annotated for works of art. It is thereby possible to visualise relations among the tags that represent themes, persons and iconographic attributes. By applying network clustering algorithms, it is possible to identify different groups of tags that correspond to art historical classifications. We provide different examples to show correlations of themes, persons, and iconographic details that are based solely on the annotations of the users.

Einleitung

Das Konzept des Social Tagging, der Beschlagwortung von Artefakten durch BenutzerInnen, wird angewandt, um Metainformation zu bestehenden Artefakten zu sammeln. Gerade im kunsthistorischen Bereich kann dies benutzt werden, um bestehendes Expertenwissen durch Wahrnehmung, Eindrücke und Wissen von BenutzerInnen zu erweitern. Durch das bewusste Einbinden der BenutzerInnen wird zusätzliches Wissen geschaffen und für eine große Benutzergruppe zugänglich gemacht, was mit der alleinigen Darstellung von Experteninformation nur schwer möglich wäre [10]. Dabei bieten die Social Tags eine zusätzliche Informationsebene, welche die Expertenbeschreibung ergänzt, ohne diese zu ersetzen [7] [13]. So können Kunstwerke in einer Datenbank nicht nur anhand des Bildtitels oder der KünstlerIn, sondern auch entsprechend des Verständnisvokabulars von BenutzerInnen, gesucht werden. Dadurch ermöglicht Social Tagging die Diskrepanz zwischen kunsthistorischem Expertenwissen und Laienwissen abzubauen [12]. Durch die Möglichkeit Tags anderer BenutzerInnen zu sehen und durch diese auf weitere Kunstwerke zu stoßen, bildet sich eine Vielzahl möglicher Erzählstränge, um die Sammlung zu erforschen.

Unterschiedliche Plattformen haben das Konzept des Social Taggings bereits im Bereich der Kunstgeschichte angewandt. Das Projekt *Steve.Museum*¹, eine Kollaboration mehrerer US-Amerikanischer Kunstmuseen, hat das Ziel benutzergenerierte Beschreibung in der Form von

¹ <http://steve.museum>

Social Tags zu Kunstwerken zu sammeln [12] [13]. *Flickr The Commons*² verfolgt das Ziel, Fotosammlungen bekannter Museen und Bibliotheken von der Öffentlichkeit beschlagworten zu lassen, indem sonst nicht zugängliche Fotoarchive online verfügbar gemacht werden [11]. Im deutschsprachigen Raum ist vor allem *ARTigo*³ zu erwähnen, ein Online-Spiel mit dem Ziel, den Schlagwortkatalog der Bilddatenbank ArteMIS zu optimieren [4].

Wir selbst haben das *explorARTorium*⁴ entwickelt, eine Internetplattform zur Erschließung von mehr als 12.000 Werken der bildenden Kunst. Die Plattform verwendet neben kontextueller Darstellung der Kunstwerke, explorativer Suche und Anbindung an soziale Netzwerke auch das Konzept des Social Taggings [2]. Dabei verfolgen wir das Ziel, die Kunstsammlung durch zusätzliche Narrative einfacher erschließbar und kunsthistorische Zusammenhänge besser erfassbar zu machen. Dadurch sollen die BenutzerInnen angeregt werden, sich mit Kunstgeschichte zu beschäftigen, und selbst interessante kunsthistorische Zusammenhänge zu entdecken.

Die gesammelte Menge an Social Tags wird auch Folksonomie genannt. Durch die Analyse einer Kunst-Folksonomie mittels informationstechnologischer Methoden wie etwa des Data Mining, lassen sich Rückschlüsse über Zusammenhänge zwischen Personen, Künstlern, Bildgattungen und ikonographischen Attributen finden. Eine erste Analyse unserer Kunst-Folksonomie haben wir in [1] und [14] beschrieben. Eine weitere Methode, um Wissen aus einer Folksonomie abzuleiten und Zusammenhänge zu visualisieren, bietet das Konzept der Netzwerkanalyse. Dabei werden die Tags in ein Netzwerkmodell überführt und analysiert. Zusätzlich können dadurch kunsthistorische Zusammenhänge auch visuell veranschaulicht werden. Beispielsweise können Beziehungen und Gegensätze von Sujets, Künstlern, Epochen und Regionen auf Grund der benutzergenerierten Beschlagwortung identifiziert und dargestellt werden. Dies erlaubt interessante Einblicke in Bildthemen und zeitliche oder räumliche Strömungen, welche zum besseren Verständnis beitragen können. Die Anwendung von Netzwerkanalyse für Social Tags wurde schon für Felder jenseits der Kunstgeschichte verwendet. So beschreiben beispielsweise Halper et al. [6] und Cattuto et al. [3] die Transformation von Social Tags aus *Bibsonomy*⁵, einer Plattform zur Verwaltung von Online-Lesezeichen für wissenschaftliche Publikationen.

Dieser Aufsatz ist so aufgebaut, dass zuerst die Methode zur Transformation von Social Tags in ein Netzwerkmodell beschrieben und Verfahren zur Identifikation von Gruppen innerhalb eines Netzwerkes erläutert werden. Danach werden die 500 meistverwendeten deutschen Tags aus dem *explorARTorium* in eine Netzwerkstruktur überführt. Diese wird von uns analysiert sowie interessante Beobachtungen beschrieben. Nach einer Diskussion dieses Ansatzes schließen wir mit zukünftigen Einsatzmöglichkeiten der von uns vorgestellten Methode.

Methoden

Ein Netzwerk ist definiert als eine Menge von Graphen. Ein Graph G ist ein Tupel (V,E) , wobei V eine Menge an Knoten ist, welche mit einer Menge an Kanten E verbunden ist. In unserem Fall sind jeweils zwei Knoten mit maximal einer ungerichteten Kante verbunden. Um die Tags nun in eine Netzwerkstruktur überzuführen, folgen wir der Beschreibung von Gupta et al. [5].

Im einfachsten aller Fälle entsprechen die Knoten den annotierten Tags. Für den Fall, dass ein Kunstwerk mit mehreren Tags beschrieben ist, werden die entsprechenden Knoten mittels einer Kante verbunden. Je öfter nunmehr Tags gemeinsam für Kunstwerke vergeben wurden, desto stärker werden die entsprechenden Kanten gewichtet. Da allerdings nicht alle Tags gleich häufig vorkommen, verwenden wir Algorithmen zur Normalisierung der Gewichtung. Eine Übersicht von Methoden zur Normalisierung von Co-Vorkommnissen der Social Tags wird von Markines et al. [8] beschrieben, wobei wir auf Grund der unterschiedlichen Anzahl der Vorkommenshäufigkeit der Tags die *Overlap-Similarity* verwenden. Kurz zusammengefasst wird die *Overlap-Similarity*

² <http://www.flickr.com/commons>

³ <http://www.artigo.org>

⁴ <http://www.explorARTorium.info>

⁵ <http://www.bibsonomy.org>

berechnet indem man die Anzahl des gemeinsamen Vorkommens zweier Tags durch die niedrigste Anzahl der Annotationen dieser beider Tags teilt. Hierdurch ergibt sich ein Wert zwischen Null und Eins, welcher das Ähnlichkeitsmaß zweier Tags repräsentiert.

Durch Iteration dieses Gewichtungsvorganges über alle Tags ergibt sich schließlich ein Netzwerk von verbundenen Knoten. In der Visualisierung werden dann die Tags repräsentierenden Knoten, welche mit Kanten einer hohen Gewichtung verbunden sind, geographisch näher dargestellt, als Knoten, die mit geringerer Gewichtung oder gar nicht verbunden sind.

Zusätzlich ist es möglich Gruppen (auch Cluster oder Module genannt) innerhalb des Netzwerkes zu identifizieren. Hierbei wird ein Netzwerk mittels des von Newman [9] entwickelten Algorithmus analysiert und in unterschiedlich stark zusammenhängende Gruppen eingeteilt. Der Algorithmus beruht darauf, dass ein Netzwerk aus Gruppen von untereinander stark zusammenhängenden Knoten besteht, die aber nur einen geringen Zusammenhang mit Knoten des gesamten Netzwerkes aufweisen. Durch die Identifikation dieser Gruppen lassen sich interessante Rückschlüsse über die Beschaffenheit des Netzwerkes ableiten. Eine einzelne Gruppe beinhaltet dabei eine ähnliche Beschreibung von Kunstwerken, wie beispielsweise religiöse Kunstwerke, Portraits oder Landschaftsbilder. Zur Unterscheidung können farblich unterschiedliche Markierungen verwendet werden.

Experimente

Für die folgenden Experimente verwenden wir die mittels der Internetplattform explorARTorium gesammelten Tags. Unsere Sammlung umfasst etwa 12.750 Gemälde von etwa 2.500 KünstlerInnen, welche einen Zeitraum von etwa 1100 bis etwa 1900 n. Chr. abdecken und hauptsächlich der europäischen Kunstgeschichte zuzurechnen sind. Davon verfügen etwas mehr als die Hälfte der Bilder – nämlich 7.439 – über Zusatzinformationen in Form von insgesamt 68.174 (davon 11.396 verschiedenen) Social Tags. Dabei haben 153 unterschiedliche BenutzerInnen Tags für Kunstwerke vergeben. Auf Grund der Auswahl der Bilder unterliegt die Aufteilung der Tags einer gewissen Verzerrung, zumal italienische sowie religiöse Kunstwerke deutlich überrepräsentiert sind in unserer Sammlung.

Darstellung der 500 meistverwendeten Tags

Als erstes Beispiel werden die 500 meistverwendeten deutschsprachigen Tags in eine Netzwerkstruktur übergeführt und entsprechend ihrer Gewichtung und Struktur in Abbildung 1 dargestellt. Das resultierende Netzwerk besteht also aus 500 Knoten, welche mit 42.181 Kanten verbunden sind. Die Größe der Knoten entspricht dabei der Summe der Gewichtungen seiner Kanten. Je allgemeiner also ein Tag gefasst ist, desto größer wird dieser auch dargestellt. Die am größten dargestellten Knoten entsprechen daher allgemeinen Beschreibungen wie *himmel*⁶ und *wolken*, welche zweifellos auf sehr vielen Gemälden gefunden und identifiziert werden können. Aus Gründen der Übersichtlichkeit verwenden wir eine Textgröße die direkt proportional zur Größe der dargestellten Knoten ist. Bei einer ersten Betrachtung des Netzwerkes aus Abbildung 1 fällt auf, dass sich oft Gruppen von Tags finden, welche ein bestimmtes Bildthema beschreiben. Beispiele hierfür sind christliche Szenerien wie die Kreuzigung Christi oder die Anbetung der Könige, sowie profane Bildthemen wie etwa Landschaftsmalerei. Selbst Tags wie *mann* oder *wolken*, welche eine eher abstrakte Beschreibung aufweisen, bieten interessante Rückschlüsse über die Darstellung von Kunstwerken. So liegt der Knoten *wolken* in direkter Nachbarschaft zu den Tags *himmel* und *baeume*, während der Knoten *mann* in geographischer Nähe zu den Tags *degen* und *hut* liegt. Dies weist auf häufige gemeinsame Beobachtung durch BeschreiberInnen hin. Um eine deutliche Bestimmung von Gruppen unter den Tags vorzunehmen, wurde die Modularität ermittelt und die unterschiedlichen Gruppen von Tags farblich visualisiert. Durch Anwendung der zuvor beschriebenen Methode zur Bestimmung von Tag-Clustern konnten fünf verschiedene

⁶ In weiterer Folge werden Tags generell mit Kleinbuchstaben, in Kursiv gesetzt, kenntlich gemacht.

Gruppen identifiziert werden. So entsprechen die violett markierten Knoten (rechts oben) hauptsächlich Schlagworten welche religiöse Motive beschreiben. Beispiele dafür sind *jesus*, *engel*, *heiligschein* oder *maria*. Die rot eingefärbten Knoten (rechts unten) entsprechen im Gegensatz dazu Beschreibungen von Landschaften, was durch Begriffe wie *fluss*, *see*, *baeume* oder *weg* gezeigt wird. Gelbe Knoten (links unten) entsprechen dahingehend Detailbeschreibungen von Personen wie diese vor allem in Portraits vorkommen. Beispiele hierfür sind *ring*, *locken* oder *halskette*. Grüne Knoten (links oben) zeigen Details von Innenräumen, wie sie vor allem in Genredarstellungen verwendet werden (*tisch*, *krug* oder *blumenstrauss*). Dazu gehören auch Details von Stilleben wie *glas*, *obst* oder *pfirsich*. Die fünfte Gruppe umfasst die blau markierten Knoten, welche die Tags *eva*, *adam*, *paradies* und *schlange* beinhalten.

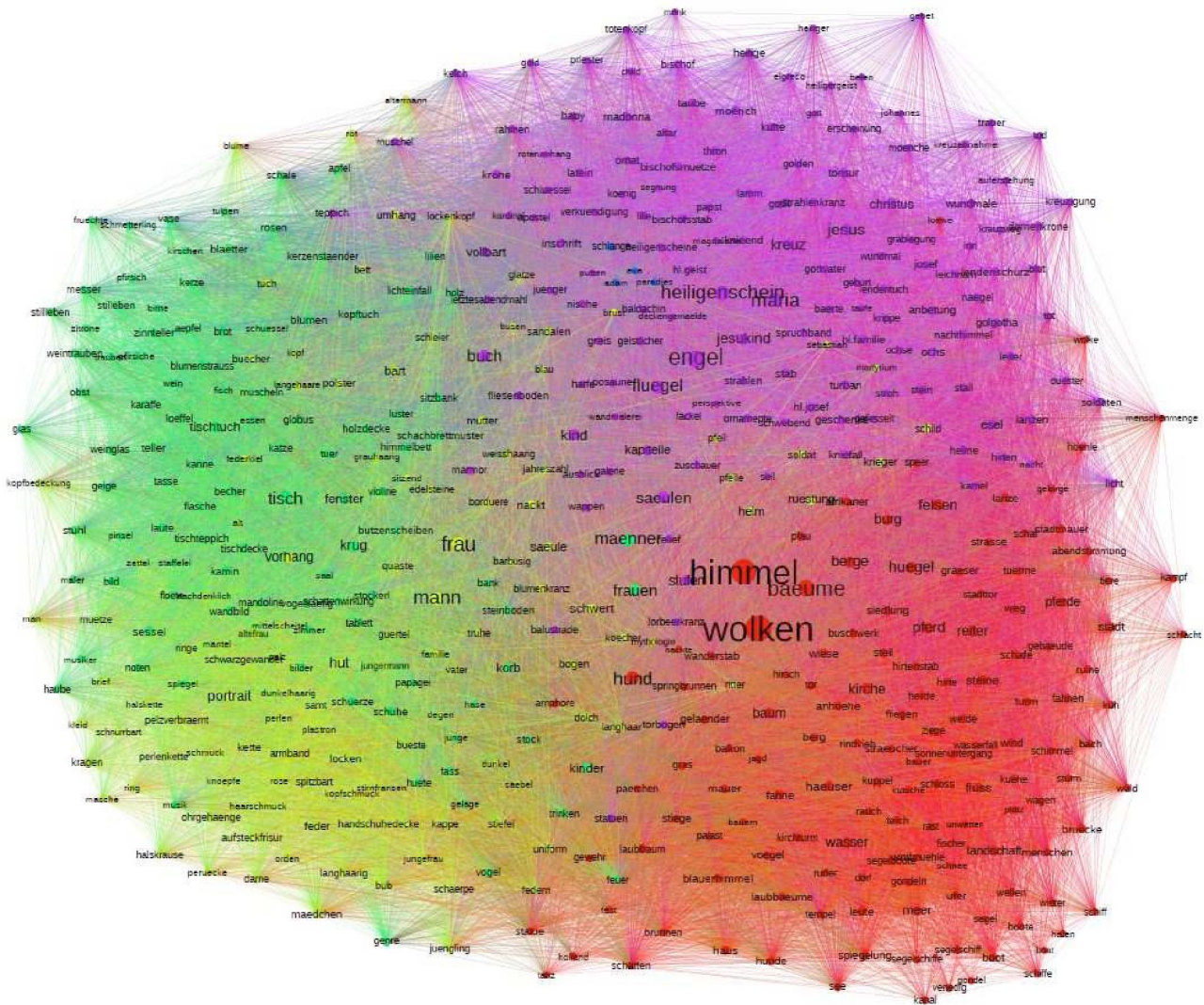


Abbildung 1: Netzwerkstruktur der 500 meist verwendeten Tags aus dem explorARTorium⁷
 Die Größe der Tags entspricht der durchschnittlichen Gewichtung. Mittels der Netzwerkmodularität wurden fünf Gruppen identifiziert, welche unterschiedlichen Bildthemen entsprechen: religiöse Motive (violett), Landschaftsmotive (rot), Portraits (gelb), Genre (grün) sowie Schöpfungsgeschichte (blau).

⁷ Eine hochauflösende Darstellung ist auf <http://vsem.ec.tuwien.ac.at/?p=1189&src=eva> zu finden.

Genau das zuletzt erwähnte Thema der Schöpfungsgeschichte ist in größerer Form in Abbildung 2 zu sehen. So werden hier nur Tags eingeblendet, die zumindest einmal mit dem Tag *eva* gemeinsam für ein Kunstwerk annotiert wurden. Dabei zeigt sich, dass die vier Tags *eva*, *adam*, *paradies* und *schlange* sehr nahe beisammen liegen. Der Tag *apfel*, welcher durchaus wichtig für die Darstellung der biblischen Eva ist, findet sich in der Gruppe der Bilddetails. Das beruht vermutlich auf der Tatsache, dass *apfel* ebenfalls einen oft annotierten Tag für die Bildgattung Stillleben darstellt.

In geographischer Nähe der Schöpfungsgeschichte liegen auch Tags welche sich auf die Verkündigung Christi beziehen. So werden neben der Identifizierung der Figuren *adam*, *eva*, *schlange*, *engel* auch *maria*, sowie *jesus* identifiziert. Diese auf den ersten Blick überraschend wirkende Tatsache können wir dadurch erklären, dass die Thematik von Adam und Eva auch gemeinsam mit der Verkündigung Christi dargestellt wurde. Ein Beispiel hierfür ist etwa das Gemälde "Verkündigung" von Fra Angelico⁸. Da sich die Szenerie von Adam und Eva im Paradies zugetragen hat, welches sprichwörtlich aus *baeumen*, *wiesen* und *huegeln* besteht, sind auch Begriffe dieser Gruppe vertreten. Letztendlich bieten auch Tags aus der Gruppe der Detailbeschreibungen wichtige Informationen über Adam und Eva. So lässt sich das fehlende Schamgefühl des Garten Eden durch die Tags *nackt*, *busen* und *brust* herleiten, welche offensichtlich von der Unverhülltheit der Protagonisten auf den Bildern zeugt.

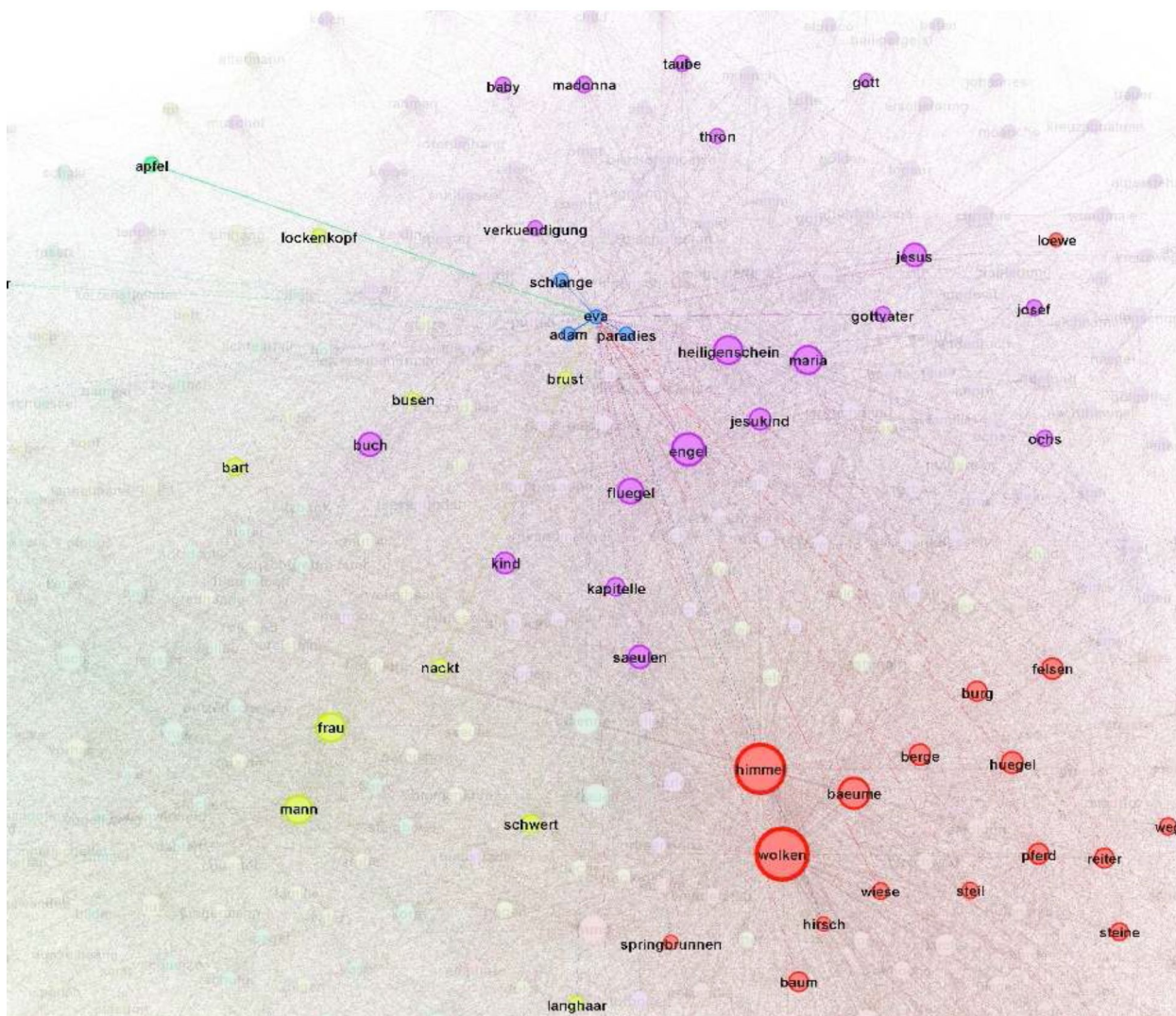


Abbildung 2: Verbindungen von Tags welche gemeinsam mit dem Tag *eva* vergeben wurden

⁸ <http://www.explorARTorium.info/index.html?id=327&src=eva>

Unterschiede in der Wahrnehmung von Bilddetails

Durch die Netzwerkdarstellung von gemeinsam vorkommenden Tags lassen sich interessante Rückschlüsse auf den verschiedenen gelagerten Fokus in der Wahrnehmung der BildbeschreiberInnen ziehen. So zeigen wir in Abbildung 3 einerseits das Netzwerk der gemeinsam mit *portrait* vorkommenden anderen Tags. Dies ist ein Ausschnitt des in Abbildung 1 dargestellten Gesamtnetzwerkes. Dabei finden sich vor allem sehr detailreiche Beschreibungen von Personen zugeordneten Attributen wie beispielsweise *spitzbart*, *plastron* und *ohrgehänge*. Demgegenüber fehlen diese Attribute beim Tag *zimmer* beinahe gänzlich. Menschen werden zwar erkannt (*mann*, *frau*, *kind*), jedoch werden sie nicht im Detail beschrieben. Jedoch zeigt sich ein großer Detailreichtum in der Beschreibung des Inventars, zu sehen anhand der Tags *himmelbett*, *tischteppich* oder *vogelkaefig*. Diese Tags fehlen dagegen bei Bildern, die mit *portrait* beschlagwortet wurden. Bei Gemälden, die als Portrait wahrgenommen werden, liegt die Aufmerksamkeitsgravitation offensichtlich auf der Beschreibung der dargestellten Personen. Im Gegensatz dazu liegt die Aufmerksamkeit bei der Beschreibung eines Zimmers offensichtlich auf der Raumausstattung und deutlich weniger auf den im Raum agierenden Personen.

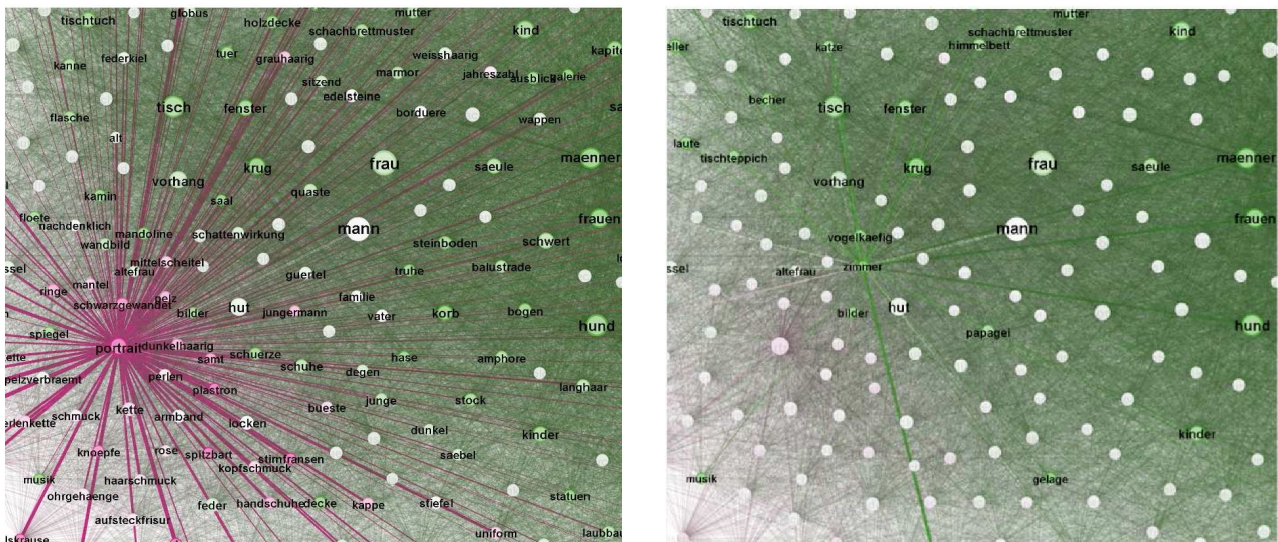


Abbildung 3: Gegenüberstellung von gemeinsamen Tags; links: *portrait*, rechts: *zimmer*

Zusammenfassung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Repräsentation und Analyse von Social Tags anhand ihrer Netzwerkstruktur. Die dafür verwendeten Tags wurden auf der Internetplattform explorARTorium für Kunstwerke annotiert. Wir beschreiben Methoden um die Tags in eine Netzwerkdarstellung überzuführen und wenden diese in zwei Experimenten an. Im ersten Experiment werden die 500 am häufigsten annotierten Tags in ein Netzwerkmodell übertragen. In diesem Modell werden Zusammenhänge und Gegensätze von Sujets, Personen und ikonographischen Attributen dargestellt. Durch die Anwendung eines Clusteringalgorithmus zur Unterteilung des Netzwerkes werden fünf unterschiedliche Gruppen sichtbar. Diese entsprechen unterschiedlichen Bildthemen wie religiöse Motive, Landschaftsmotive, Portraits, Genremalerei und der Schöpfungsgeschichte. Hierbei greifen wir das Beispiel von Adam und Eva auf, um zu zeigen, dass jedes Motiv Tags aus den unterschiedlichen Bildgattungen beinhaltet. Im zweiten Experiment widmen wir uns Beobachtungen von unterschiedlichem Fokus der Wahrnehmung bei verschiedenen Bildthemen. Diese Experimente zeigen, dass die Netzwerkanalyse der Social Tags interessante Häufungen in Bezug auf unterschiedliche Bildgattungen zeigt, sowie spannende Rückschlüsse über den verschiedenen gelagerten Schwerpunkt der Bildwahrnehmung bei den BeschreiberInnen zulässt.

Danksagung

Diese Arbeit wurde aus Mitteln des FWF (Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung) gefördert, Projektnummer L602 „The Virtual 3D Social Experience Museum“.

Quellen

- [1] M. Arends, J. Froschauer, D. Goldfarb and D. Merkl. Analysing User Motivation in an Art Folksonomy. In *Proceedings of the 11th International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies (IKNOW 2011)*, ACM, Graz, Österreich, 2012.
- [2] M. Arends, M. Weingartner, J. Froschauer, D. Goldfarb, and D. Merkl. Learning about Art History by Exploratory Search, Contextual View and Social Tags. In *Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, IEEE, Rom, Italien, 2012.
- [3] C. Cattuto, C. Schmitz, A. Baldassarri, V.D.P. Servedio, V. Loreto, A. Hotho, M. Grahl, and G. Stumme. Network Properties of Folksonomies. In *AI Communications Journal*, Special Issue on "Network Analysis in Natural Sciences and Engineering", 20(4):245-262, IOS Press, 2007.
- [4] L. Commare. Social Tagging als Methode zur Optimierung Kunsthistorischer Bilddatenbanken? Eine empirische Analyse des Artigo-Projekts. *Kunstgeschichte. Open Peer Reviewed Journal*, 2011.
- [5] M. Gupta, R. Li, Z. Yin, and J. Han. An Overview of Social Tagging and Applications. In *Social Network Data Analytics*, Springer, S.447-497, 2011.
- [6] H. Halpin, V. Robu, and H. Shepherd. The Complex Dynamics of Collaborative Tagging. In *Proceedings of the 16th International Conference on World Wide Web (WWW 2007)*, pages 211-220, ACM, Banff, Alberta, Kanada, 2007.
- [7] M. Heckner, M. Heilemann, and C. Wolff. Personal Information Management vs. Resource Sharing: Towards a Model of Information Behaviour in Social Tagging Systems. In *International AAAI Conference on Weblogs and Social Media (ICWSM 2009)*, San Jose, CA, USA, 2009.
- [8] B. Markines, C. Cattuto, F. Menczer, D. Benz, A. Hotho and G. Stumme: Evaluating Similarity Measures for Emergent Semantics of Social Tagging, In *Proceedings of the 18th International Conference on World Wide Web (WWW 2009)*, ACM, Madrid, Spanien, 2009.
- [9] M.E.J. Newman. Modularity and Community Structure in Networks. In *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103, S. 8577-8582, 2006.
- [10] J. Oomen and L. Aroyo Crowdsourcing in the Cultural Heritage Domain: Opportunities and Challenges, In *Proceedings of the 5th International Conference on Communities & Technologies*, Brisbane, Australien, 2011.
- [11] M. Springer, B. Dulabahn, P. Michel, B. Natanson, D. Reser, D. Woodward, and H. Zinkham. For the Common Good: The Library of Congress Flickr Pilot Project: Report Summary, Library of Congress. Technical Report, 2008.
- [12] J. Trant. Exploring the Potential for Social Tagging and Folksonomy in Art Museums: Proof of Concept. In *Art Museums: Proof of Concept. New Review of Hypermedia and Multimedia*, Taylor & Francis, London, UK, 2006.
- [13] J. Trant. Tagging, Folksonomy and Art Museums: Results of steve.museum's Research. In *Proceedings of Museums and the Web Conference 2009*, Archives Museum Informatics, Indianapolis, USA, 2009.
- [14] M. Weingartner, M. Arends, J. Froschauer, D. Goldfarb and D. Merkl. Analyse der Tags einer Kunst Folksonomy, In *EVA-Berlin 2011*, EVA Conferences International, Berlin, Deutschland, 2011.