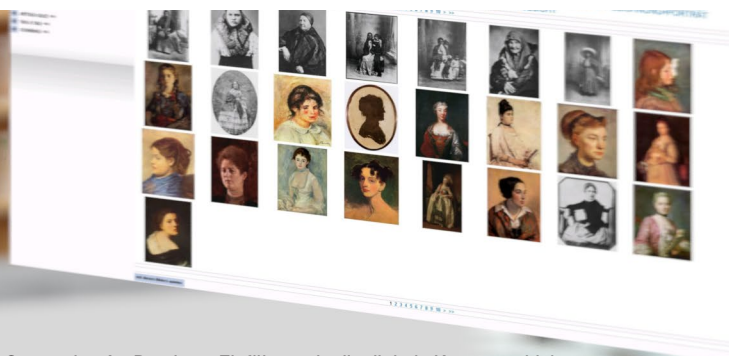
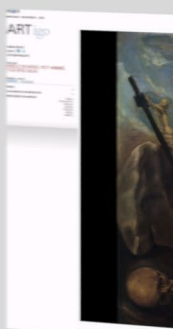
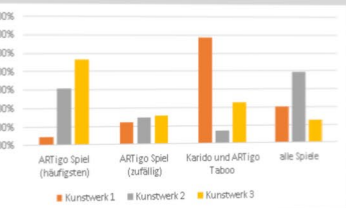


E. Eine qualitative Analyse der ARTigo-Annotationen

→ Serious Games, Games With A Purpose, Suchmaschine für Kunstwerke, Kunstgeschichte, Human Computation, semantische Tiefe

ARTigo (<http://www.artigo.org/>) ist sowohl eine Spieleplattform als auch eine semantische Suchmaschine für Kunstwerke. Die Spieler annotieren während des Spielens Kunstwerke; die gesammelten Annotationen werden dazu genutzt, um einen Index für Suchmaschinen aufzubauen, welcher durch die ständig neu hinzukommenden Annotationen fortlaufend vergrößert wird. Seit 2008 haben die täglich circa 150 Spieler auf der ARTigo-Plattform mehr als neun Millionen Annotationen für die Beschreibungen von Kunstwerken generiert.

Die ARTigo-Spieleplattform kann als ein Ökosystem betrachtet werden, bei dem mithilfe verschiedener Arten von Spielen Annotationen unterschiedlicher **semantischer Tiefe** gesammelt werden. **Description Games** (Beschreibungsspiele) sammeln sehr allgemeine, auf augenfälligen Bildelementen beruhende Annotationen, **Diversification Games** (Mannigfaltigkeitsspiele) sammeln Annotationen mit einer größeren semantischen Tiefe, **Integration Games** (Verflechtungsspiele) sammeln genauere Informationen zu anderen Annotationen. Dieser Artikel stellt eine qualitative Analyse der von der ARTigo-Plattform gesammelten Annotationen vor. Er fokussiert sowohl auf die Leistungsfähigkeit des Ökosystems als Ganzes als auch auf die Leistungsfähigkeit der einzelnen Spiele, Annotationen unterschiedlicher semantischer Tiefen zu sammeln. Abschließend wird die ARTigo-Suche vorgestellt, mit der neben der inhaltlichen Suche nach Kunstwerken auch die Suchergebnisse analysiert werden können. Dadurch bekommt der Benutzer einerseits eine bessere Übersicht über die Suchergebnisse, andererseits können auch einfache datenanalytische Aufgaben gelöst werden.



E.1 Einleitung

■ 01

H. Kohle, *The wisdom of crowds*, On_ Culture: The Open Journal for the Study of Culture, 1, GCSC, Giessen, Deutschland, 2016.

■ 02

<http://play4science.org/>.

■ 03

<http://www.artigo.org/detailedSearch.html>.

■ 04

E. Crowley und A. Zisserman, *The State of the Art: Object Retrieval in Paintings using Discriminative Regions*, in: *Proceedings of the British Machine Vision Conference, BMVA Press, Durham, UK, 2014*; R. Yin, E. Monson, F. Honig, I. Daubechies und M. Maggioni, *Object recognition in art drawings: Transfer of a neural network*, in: *Proceedings of the 2016 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). IEEE, Washington, DC, USA, S.2299-2303, 2016*.

■ 05

E. Law und L. Von Ahn, *Human Computation*, Morgan & Claypool, San Rafael, CA, USA, 2011; P. Michelucci, *Handbook of Human Computation*, Springer Science+Business Media, New York, NY, USA, 2013.

■ 06

L. Von Ahn und L. Dabbish, *Labeling images with a computer game*, in: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI). ACM, New York, NY, USA, S. 319-326, 2004*.

■ 07

J. Howe, *The Rise of Crowdsourcing*, *Wired Magazine*, 14(6), Condé Nast, New York, NY, USA, S. 1-4, 2006.

■ 08

J. Surowiecki, *The Wisdom of Crowds: Why the many are smarter than the few and how collective wisdom shapes business, economies, societies and nations*, Doubleday-Anchor, New York, NY, USA, 2005.

■ 09

D. Wilkinson und B. Huberman, *Cooperation and Quality in Wikipedia*,

Die Digitalisierung kunsthistorischer Sammlungen erleichtert der kunstgeschichtlichen Forschung den Zugang zu diesen Sammlungen und eröffnet ihr viele neue Möglichkeiten wie z. B. Ähnlichkeitsanalysen der digitalisierten Kunstwerke. ⁰¹ Eingeschränkt werden diese Möglichkeiten oft dadurch, dass die digitalisierten Sammlungen nur nach sogenannten **formalen** Metadaten wie Entstehungszeit oder Künstler durchsucht werden können, eine inhaltliche oder semantische Beschreibung der Kunstwerke jedoch fehlt. Das ARTigo-Projekt, entstanden im Zuge des auf fünf Jahre geförderten Forschungsprojektes play4-science ⁰², baut eine solche semantische Suchmaschine ⁰³ auf. Da automatische Inhaltsbeschreibungen von Kunstwerken mithilfe von Algorithmen zurzeit nur unbefriedigende Ergebnisse erzielen, ⁰⁴ setzt ARTigo auf die Techniken der **Human Computation** ⁰⁵, bei der Probleme, die von Computern schlecht gelöst werden können, an den Menschen zurückgegeben werden. Bei ARTigo ist dies die Generierung der Inhaltsbeschreibungen von Kunstwerken. Doch menschliche Arbeitskraft ist teuer; nach Schätzungen der Autoren würde eine Suchmaschine, welche die Inhaltsbeschreibungen von Menschen generieren lässt, bei einem Korpus von 30.000 digitalisierten Kunstwerken ca. 1.5 Millionen Euro kosten. Die ARTigo-Webplattform bietet daher Spiele an, bei denen Spieler den Inhalt von Kunstwerken mit Annotationen beschreiben müssen. Solche Spiele, die neben dem Zeitvertreib auch noch anderen Zwecken dienen, nennt man **Games with a Purpose** ⁰⁶. Statt Kunstwerke von bezahlten Experten beschreiben zu lassen, wird durch die frei im Internet verfügbaren ARTigo-Spiele auf Crowdsourcing ⁰⁷ gesetzt, d. h. viele Menschen beschreiben die Kunstwerke. Dadurch, dass viele Menschen mit unterschiedlichem Wissen im Bereich der Kunst jene Beschreibungen erstellen, sammelt man Beschreibungen von unterschiedlicher Qualität. Diese **Wisdom of Crowds** ⁰⁸, das Wissen der vielen, nutzt auch die Online-Enzyklopädie Wikipedia, um qualitativ hochwertige Artikel zu erhalten. ⁰⁹ Auch ein Vergleich mit anderen, professionell erstellten Kunstdatenbanken, zeigt, dass diese meistens nur oberflächliche Beschreibungen ¹⁰ der Kunstwerke enthalten. Ein Beispiel ist die Joconde Datenbank, ¹¹ erstellt von verschiedenen französischen Museen, bei der zum Beispiel das Kunstwerk **Enterrement à Ornans** von Gustave Courbet mit den Begriffen **Begräbnis, Priester, Messdiener, Bauer, Kreuz, Leiden, Segen** und **Ornans** indexiert worden ist. Nur bis auf die letzte Annotation, die aus dem Titel des Kunstwerkes stammt, könnten alle auch von Laien vergeben werden, da diese nur den figurativen Inhalt des Kunstwerkes wiedergeben.

Seit dem Jahre 2008 spielten Spieler circa 150.000-mal ein Spiel auf der ARTigo-Plattform und erzeugten dabei mehr als neun Millionen Annotationen für ungefähr 60.000 Kunstwerke.

in: Proceedings of the 2007 International Symposium on Wikis (WikiSym), ACM, New York, NY, USA, S. 157–164, 2007.

■ 10

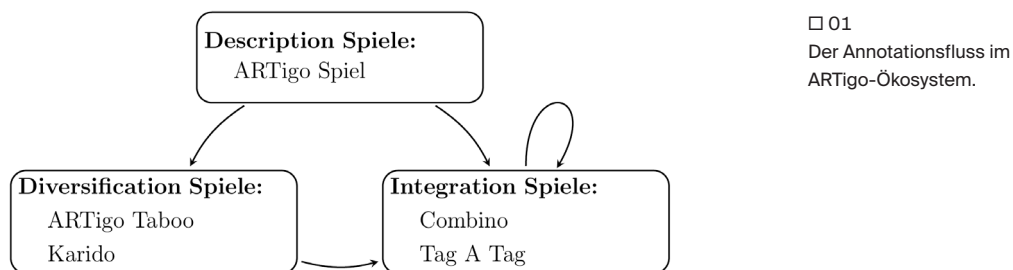
J. Trant, Exploring the potential for social tagging and folksonomy in art museums: proof of concept, New Review of Hypermedia and Multimedia, 12 (1), Taylor & Francis Group, Abingdon, UK, S. 83–105, 2006.

■ 11

<http://www.culture.gouv.fr/documentation/joconde/fr/pres.htm>.

E.2 Das ARTigo Ökosystem

Die ARTigo-Plattform besteht aus einem Spiele-Ökosystem. Der Begriff **Ökosystem** leitet sich davon ab, dass jedes Spiel verschiedene Arten von Annotationen sammelt und damit gleichzeitig die Grundlage für die anderen Spiele schafft. Ähnlich wie in der Biologie hängen alle Elemente eines Ökosystems voneinander ab. Die Spiele sind zudem so konzipiert, dass sie Annotationen mit unterschiedlicher **semantischer Tiefe** sammeln sollen. Unter **semantischer Tiefe** einer Annotation versteht man, welche Details von ihr erfasst werden. So erfassen **oberflächliche** semantische Annotationen Objekte, Farben oder die dargestellte Szenerie eines Kunstwerks, während **tiefensemantische** Annotationen kleine Details oder abstraktere Eigenschaften wie vom Kunstwerk ausgelöste Gefühle oder Stimmungen erfassen. Durch eine Datenbasis, die unterschiedliche semantische Tiefen abdeckt, kann die Suchmaschine sowohl zu allgemeinen als auch zu speziellen Suchanfragen gute Ergebnisse liefern. Im ARTigo-Ökosystem werden drei Arten von Spielen ⁰¹ unterschieden ¹⁸:



- **Description Games (Beschreibungsspiele)** sammeln sehr allgemeine und oberflächliche Annotationen, die dem Spieler meist beim schnellen Betrachten des Kunstwerkes auffallen.
- **Diversification Games (Mannigfaltigkeitsspiele)** sammeln Annotationen unterschiedlicherer Art und von größerer semantischer Tiefe, als es die Description Games tun. Das können kleine, wenig ins Auge fallende Bilddetails sein oder auch Gefühle, die das Kunstwerk beim Spieler auslöst.

→ **Integration Games (Verflechtungsspiele)** sammeln genauere Informationen zu anderen Annotationen und beschreiben diese dadurch genauer.

Im Folgenden werden die einzelnen Spiele der ARTigo-Plattform beschrieben und auch ihr Platz im Ökosystem genauer beleuchtet.

E.3 Description Games

■ 12

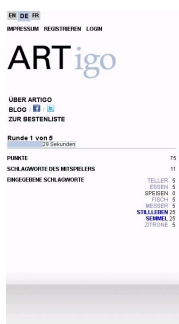
F. Bry, F. Kneißl und C. Wieser, Field Research for Humanities with Social Media: Crowdsourcing and Algorithmic Data Analysis, in: Tagungsband des 4. Workshops Digitale Soziale Netze im Rahmen der 41. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik (GI), Berlin, Deutschland, 2011.

■ 13

L. Von Ahn und L. Dabbish, Labeling images with a computer game, in: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI). ACM, New York, NY, USA, S. 319-326, 2004.

Das ARTigo-Spiel [12](#) ist ein Description Game, mit dem vor allem Annotationen gesammelt werden, die Kunstwerke oberflächlich beschreiben. Auf der ARTigo-Plattform wurden mit dem ARTigo-Spiel bis jetzt die mit Abstand meisten Annotationen gesammelt, einerseits da es dem Spieler keine Einschränkungen auferlegt, andererseits, weil es auch das älteste Spiel ist.

Das ARTigo-Spiel [02](#) ist eine Variation des **ESP-Spieles** von Luis Von Ahn [13](#) mit folgendem Spielprinzip: Zwei Spieler sind anonym über das Internet miteinander verbunden, ohne miteinander kommunizieren zu können. Beide Spieler sehen in ihrem Webbrowser dasselbe Kunstwerk und müssen dessen Inhalt mit Annotationen beschreiben. Dabei gibt es keinerlei Einschränkungen bezüglich der Annotationen. Nennen beide Spieler dieselbe Annotation, um das Kunstwerk zu beschreiben, bekommen sie 25 Punkte. Nutzen sie eine Annotation, die in vorherigen Spielrunden genannt wurde, bekommen sie 5 Punkte. Insgesamt besteht das Spiel aus fünf Runden, sodass die Spieler fünf verschiedene Kunstwerke beschreiben müssen. Nach der letzten Runde werden die bespielten Kunstwerke noch einmal angezeigt, diesmal mit den Metadaten (wie Künstler, Entstehungszeitraum etc.) und den vom Spieler eingegebenen Annotationen.



□ 02

Das ARTigo-Spiel (Jacob van Hulstondt, Mahlzeitstillleben, 1615).

■ 14

S. Robertson, M. Vojnovic, and I. Weber, Rethinking the ESP game, in: *Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI), ACM, New York, NY, USA, S. 3937-3942, 2009*; S. Jain, and D. C. Parkes, A game-theoretic analysis of the ESP game, *ACM Transactions on Economics and Computation*, 1 (1), S. 1-35, 2013.

Da sich beim ARTigo-Spiel die Spieler nicht kennen, wählen die meisten sehr allgemeine Annotationen **14**: So ist die Wahrscheinlichkeit einer Übereinstimmung mit dem Mitspieler am größten und es können viele Punkte gewonnen werden. Um auch Annotationen mit einer größeren semantischen Tiefe zu sammeln, wurden Spiele vom Typ Diversification Games für die ARTigo-Plattform konzipiert. Eines dieser Spiele, ARTigo-Taboo, soll im Folgenden näher vorgestellt werden.

E.4 Diversification Games

■ 15

F. Bry und C. Wieser, Squaring and Scripting the ESP Game: Trimming a GWAP to Deep Semantics, in: *Proceedings of the International Conference on Serious Games Development and Applications (SGDA), Bremen, Deutschland, 2012*.

ARTigo-Taboo **15** **03** ist genauso wie das ARTigo-Spiel eine Variation des ESP-Spieles von Luis von Ahn **16**. Das Spielprinzip unterscheidet sich nur in einem Punkt: Die am häufigsten von Spielern genannten Annotationen werden als sogenannte Tabu-Wörter eingeblendet und können nicht von den Spielern genutzt werden, um das Kunstwerk zu beschreiben. Dadurch werden die Spieler daran gehindert, nur sehr offensichtliche Merkmale eines Kunstwerkes zu beschreiben, da diese meistens auch den häufigsten Annotationen entsprechen. Die Spieler müssen andere, weniger offensichtliche Details des Kunstwerkes beschreiben, um Punkte zu erhalten. Dieser Umstand macht ARTigo-Taboo zu einem Diversification Game.

■ 16

L. Von Ahn und L. Dabbish, Labeling images with a computer game, in:

EN DE FR
BESUCHEN REGISTRIEREN LOGIN
ARTigo

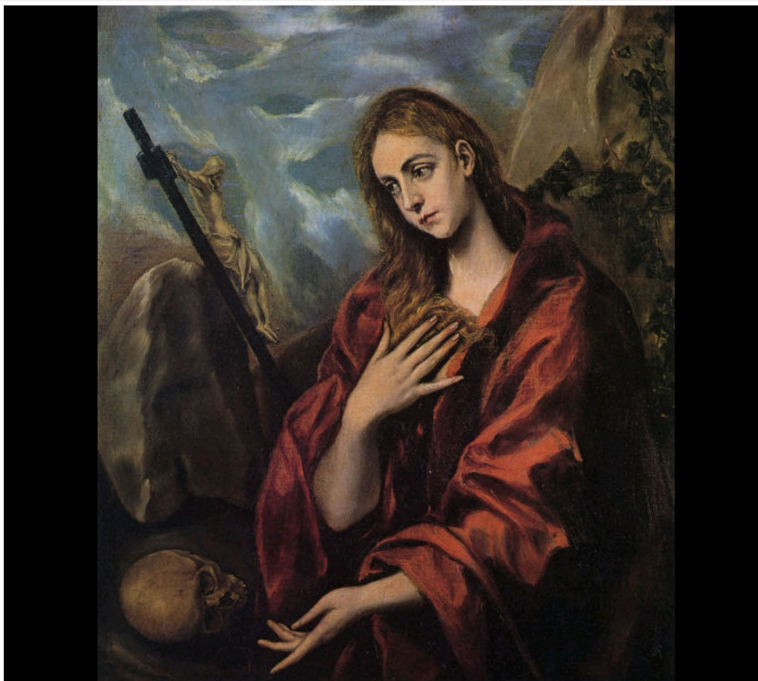
ÜBER ARTIGO
BLOG
ZUR BESTENLISTE

Neu bei:
KREUZ SCHÄDEL ROT HIMMEL
TOD EFEU BLAU

Runde 1 von 5
100 Punkte

PUNKTE
SICHERHEIT DES MITSPIELERS
EINGEBLENDETE SCHLÄGELWÖRTER

FRAGEN
TITELBESCHREIBUNG
BESCHREIBUNG
KREUZ
SCHÄDEL
ROT
HIMMEL
TOD
EFEU
BLAU



□ 03

ARTigo-Taboo (El Greco, Die büßende Magdalena, 1585).

Wählen Sie das richtige Bild

ERSTE PUNKTZAHL
67
75 FRAKTIONEN

□ 04
Das Karido-Spiel.

Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI). ACM, New York, NY, USA, S. 319–326, 2004.

■ 17
B. Steinmayr, C. Wieser, F. Kneiβl und F. Bry, Karido: A GWAP for Telling Artworks Apart, in: Proceedings of 16th International Conference on Computer Games (CGAMES), Louisville, KY, USA, 2011.

Das Spiel Karido ¹⁷ ₀₄ unterscheidet sich stark vom ARTigo-Spiel und von ARTigo-Taboo und ist auch keine Variation des ESP-Spiels, sondern eine Neuentwicklung. Bei Karido sind zwei Spieler anonym über das Internet miteinander verbunden. Die Spielenden haben im Spiel unterschiedliche Rollen, die zufällig zugeteilt werden: Der eine beschreibt, der andere rät. Beide Spieler sehen ein Raster mit neun sehr ähnlichen Kunstwerken. Der Spieler in der Rolle des Beschreibers wählt nun ein Kunstwerk aus und beschreibt dieses mithilfe von Annotationen. Der Ratende muss aus den neun ähnlichen Kunstwerken mithilfe dieser Beschreibungen das richtige Kunstwerk auswählen. Als zusätzliche Hilfe kann der Ratende Fragen in der Form von Annotationen an den Beschreiber stellen. Um zu verhindern, dass die Spieler Positionsangaben über die Kunstwerke miteinander austauschen, wie zum Beispiel: **gesucht wird das zweite Bild in der oberen Reihe**, sind die Kunstwerke im Raster für beide Spieler unterschiedlich angeordnet. Schafft es der Ratende, das richtige Kunstwerk auszuwählen, bekommen beide Spieler Punkte, wählt er ein anderes aus, gibt es Minuspunkte. Hat der Ratende acht Kunstwerke richtig erkannt, beginnt die nächste Spielrunde mit vertauschten Rollen.

Dadurch, dass die Spieler sehr ähnliche Bilder unterscheiden müssen, nutzen sie Annotationen, die sehr charakteristisch für jedes Kunstwerk sind, weshalb Karido zu den Diversification Games gezählt wird. Für die ARTigo-Suchmaschine sind diese Annotationen sehr wichtig, da so treffendere Suchergebnisse geliefert werden können.

E.5 Integration Games

■ 18

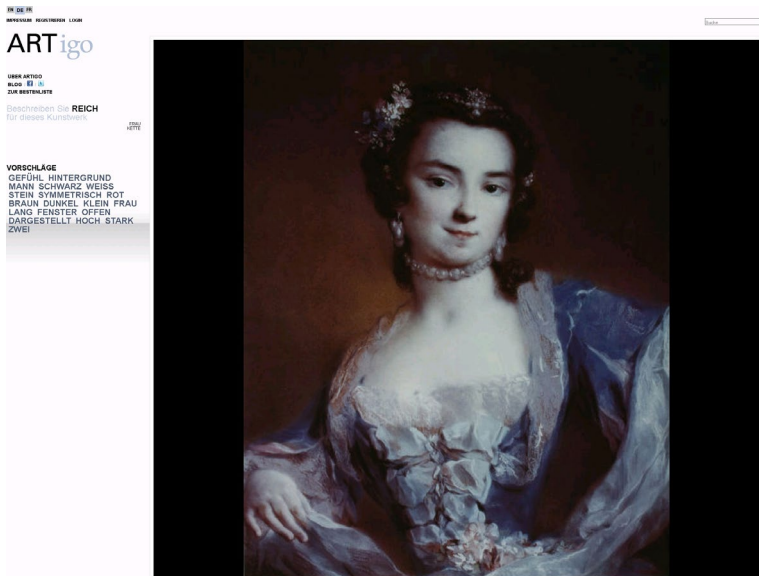
C. Wieser, *Building a semantic search engine with games and crowdsourcing*, Dissertation, Institut für Informatik, Ludwig-Maximilians-Universität München, Deutschland, 2014.

■ 19

F. Bry und C. Wieser, *Squaring and Scripting the ESP Game: Trimming a GWAP to Deep Semantics*, in: *Proceedings of the International Conference on Serious Games Development and Applications (SGDA)*, Bremen, Deutschland, 2012.

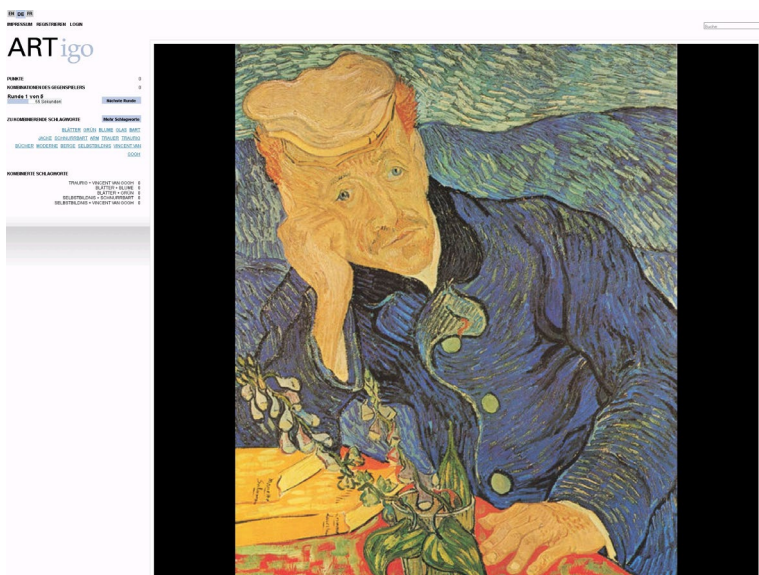
Tag A Tag ¹⁹₀₅ ist wieder eine Variation des ESP-Spieles ¹⁶. Wie beim ARTigo-Spiel sehen beide Spieler dasselbe Kunstwerk, diesmal zusammen mit einer zufällig ausgewählten Annotation, die in anderen Spielen für dieses Kunstwerk gesammelt wurde. Diese Annotation muss nun im Kontext des gezeigten Kunstwerkes beschrieben werden. Um die Spieler zu unterstützen, werden zusätzlich Vorschläge für Beschreibungen in Form von Annotationen angezeigt. Der Spieler hat die Wahl, die Annotation mit eigenen, neuen Annotationen zu beschreiben oder passende Vorschläge anzuklicken. Es gibt keine zeitliche Begrenzung, die Spieler müssen die Runde selber aktiv beenden. Bei Tag A Tag werden semantische Beziehungen zwischen Annotationen hergestellt ¹⁸. In ⁰⁵ wird zum Beispiel die Annotation reich mit Frau und Kette verbunden.

Combino ⁰⁶ ist auch eine Variation des ESP-Spieles, ¹⁹ das ähnlich wie Tag A Tag zusätzliche Informationen über Annotationen, und zwar in Form von Annotationskombinationen, sammelt. Zwei Spieler sehen dasselbe



□ 05

Tag A Tag (Rosalba Carriera, Die Tänzerin Barbarina, 1739).



□ 06

Combino (Vincent van Gogh, Bildnis Doktor Gachet, 1890).

Kunstwerk und verschiedene Annotationen, die von anderen Spielern zu diesem Kunstwerk gesammelt wurden, und müssen diese Annotationen sinnvoll zu Annotationspaaren kombinieren. Finden die Spieler keine passenden Kombinationen, können sie zusätzliche Annotationen anfordern. Außerdem ist es für die Spieler möglich, die 80 Sekunden lange Spielrunde vorzeitig zu beenden und ein neues Kunstwerk anfordern.

Zusätzlich zu den oben genannten Spielen existiert auch das **ARTigo-Quiz**, das keine Annotationen für die ARTigo-Suchmaschine sammelt und daher auch keiner der drei Spielarten zugeordnet werden kann. Bei diesem Spiel muss der Spieler Kunstwerke gemäß der Wölfflin-Systematik einteilen. ²⁰ Bevor das Spiel startet, wird diese Systematik kurz erläutert, sodass auch Spieler ohne Vorwissen in Kunstgeschichte an diesem Spiel teilnehmen können. Im Spiel sieht der Spieler ein Kunstwerk und muss mithilfe von Schiebereglern bewerten, wie stark die fünf **begrifflichen Gegensatzpaare** von Wölfflin auf das Kunstwerk zutreffen. Um dem Ganzen einen spielerischen Rahmen zu geben, werden dem Spieler zusätzlich noch allgemeine Fragen zu dem Kunstwerk in der Art der bekannten Fernsehshow **Wer wird Millionär** gestellt. Der Schwierigkeitsgrad dieser Fragen steigt mit jeder Runde. Wer die 500.000-Punkte-Frage richtig beantwortet, gewinnt das Spiel; bei einer falschen Antwort endet es sofort.

■ 20

H. Wölfflin, *Kunstgeschichtliche Grundbegriffe*, Bruckmann, München 1915.

E.6 Semantische Analyse der gesammelten Annotationen

Um zu überprüfen, ob das ARTigo-Ökosystem Annotationen mit unterschiedlicher semantischer Tiefe sammelt, wurde eine Umfrage ²¹ konzipiert, die nachfolgend beschrieben wird. Die Umfrage widmete sich folgenden Fragen und war entsprechend strukturiert:

■ 21

C. Schemainda, *Qualitative Analysis of the ARTigo-Gaming Ecosystem*, Bachelorarbeit, Institut für Informatik, Ludwig-Maximilians-Universität München, Deutschland, 2014.

- Beeinflussen Spieleparameter wie Zeitdruck oder Streben nach einer hohen Punktzahl das Sammeln von Annotationen?
- Sammeln Diversification Games im Vergleich zu Description Games unterschiedliche Arten von Annotationen?
- Sammeln Integration Games im Vergleich zu Description Games unterschiedliche Arten von Annotationen?
- Sammeln verschiedene Spiele im Vergleich zu einem bestimmten Spiel ähnliche Annotationen?
- Sammeln Description Games im Vergleich zu Diversification Games unterschiedliche Arten von Annotationen?

E.7 Aufbau der Umfrage und Ergebnisse

Die Umfrage wurde mit zwei Teilnehmergruppen (zu den demografischen Details der Teilnehmer siehe Abschnitt **Teilnehmer → 109**) durchgeführt. Für die zwei Teilnehmergruppen identisch waren die Einleitung der Umfrage, in der die Teilnehmer über ihre Erfahrung mit der ARTigo-Plattform befragt und nach ihrem Kunstinteresse gefragt wurden, und der abschließende Teil, in welchem demografische Informationen über die Teilnehmer gesammelt wurden. Die weiteren fünf Teile der Umfrage waren innerhalb der beiden Teilnehmergruppen identisch, unterschieden sich aber unter den Gruppen.

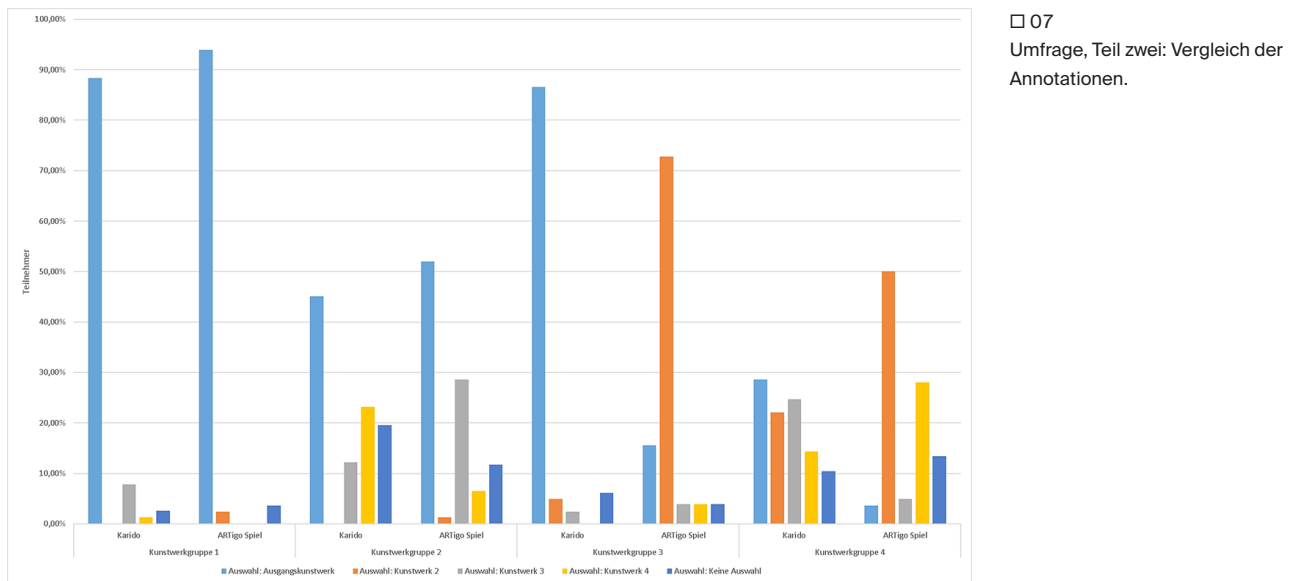
Im ersten der fünf Teile wurde der Frage nachgegangen, ob die Spielumgebung, wie Zeitdruck oder das Streben nach einer hohen Punktzahl das Sammeln von Annotationen beeinflusst. Dazu wurden die Teilnehmer aufgefordert, den Inhalt von vier Kunstwerken möglichst treffend mit drei Annotationen zu beschreiben. Tabelle 1 fasst die von den Teilnehmern eingegebenen Annotationen zusammen: In der ersten Spalte wird die Nummer des jeweiligen Kunstwerks aufgelistet, in der zweiten Spalte die Gesamtzahl der von allen Teilnehmern eingegebenen Annotationen aufsummiert. Die dritte Spalte (einmalige Annotationen) zeigt, dass knapp die Hälfte der Annotationen nur ein einziges Mal genannt wurden. Aus den niedrigen Zahlenwerten in Spalte 4 (Mehrwort-Annotationen) wird erkennbar, dass die meisten Teilnehmer Ein-Wort Annotationen verwendeten, um die Kunstwerke zu beschreiben, obwohl dies nicht gefordert wurde. Auch inhaltlich unterscheiden sich die in der Umfrage ohne Zeitdruck oder Punktegewinn gesammelten Annotationen nicht von jenen, die mit dem ARTigo-Spiel gesammelt werden.

Tabelle 1: Umfrage, 1. Teil: Von den Teilnehmern vergebene Annotationen.

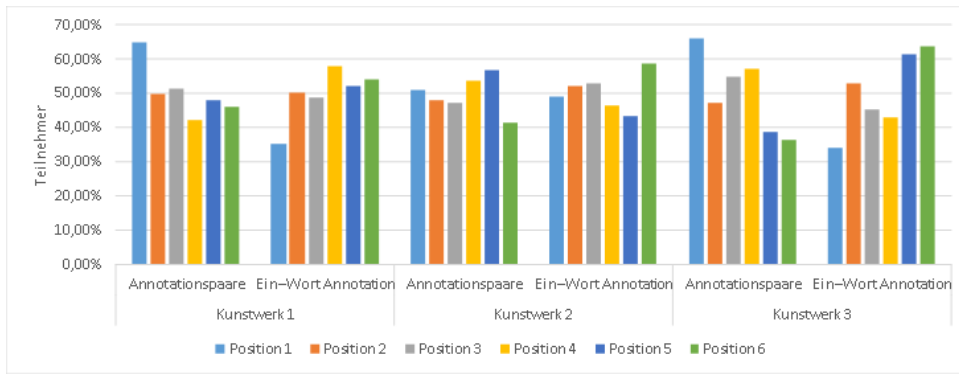
Kunstwerk	Annotationen	Einmalige Annotationen	Mehr-Wort-Annotationen
1	227	93	10
2	213	105	15
3	214	70	3
4	227	103	13

Der zweite Teil der Umfrage untersuchte, ob Diversification Games im Vergleich zu Description Games unterschiedliche Arten von Annotationen sammeln. Den Teilnehmern wurden vier unterschiedliche Gruppen, bestehend aus je vier Kunstwerken, gezeigt. Diese Gruppen bestanden jeweils aus einem zufällig aus dem ARTigo-Kunstwerkekorpus gewählten **Ausgangskunstwerk**. Mit dessen häufigsten mit dem ARTigo-Spiel gesammelten Annotationen wurden die weiteren drei Kunstwerke der Gruppe mithilfe der ARTigo-Suche gesucht, so dass sich diese ähnelten. Die erste Teilnehmergruppe sah zu den vier Kunstwerken einer Bildgruppe die vom Karido-Spiel gesammelten Annotationen des Ausgangskunstwerks. Die zweite Teilnehmergruppe sah zu den vier Kunstwerken einer Bildgruppe zufällige, vom ARTigo-Spiel gesammelte Annotationen des Ausgangskunstwerkes. Aufgabe der Teilnehmer war nun, das Ausgangskunstwerk

anhand der Annotationen auszuwählen. ^[07] fasst die Ergebnisse des zweiten Teils der Umfrage zusammen: Auf der y-Achse wird angegeben, wie viel Prozent der Teilnehmer ein Kunstwerk oder keines auswählten. Die x-Achse zeigt die Kunstwerkgruppen und die Spiele, mit denen die Annotationen gesammelt wurden. Die Höhe der farbigen Balken lässt also erkennen, wie viele Teilnehmer das jeweilige Kunstwerk als das Ausgangskunstwerk vermutet haben. Zusammengefasst kann gesagt werden, dass Karido sehr gut ergänzende Annotationen zum ARTigo-Spiel liefert, da die Teilnehmer zweimal das Ausgangskunstwerk mithilfe der Annotationen von Karido fanden und diese auch in den beiden anderen Fällen als sehr hilfreich für die Identifizierung eines Bildes eingestuft wurden.



Mit dem dritten Teil der Umfrage wurde untersucht, ob die Integration Games im Vergleich zu den Description Games unterschiedliche Arten von Annotationen sammeln. Hierfür wurden den Teilnehmern drei Kunstwerke mit jeweils sechs Annotationen gezeigt. Die Hälfte der sechs Annotationen bestanden aus Ein-Wort-Annotationen, gesammelt vom ARTigo-Spiel, die andere Hälfte aus Annotationspaaren, gesammelt vom Tag-A-Tag-Spiel. Wenn eine der beiden Teilnehmergruppen eine Ein-Wort-Annotation zu sehen bekam (z. B. **Frau**), bekam die andere Gruppe ein Annotationspaar, das die Ein-Wort-Annotation der anderen Gruppe enthielt und noch eine weitere Annotation (z. B. **Frau + Kleid**). Die Teilnehmer wurden nun aufgefordert, die Annotationen nach ihrer Relevanz im Hinblick auf das Kunstwerk zu bewerten. ^[08] fasst die Ergebnisse dieses Teiles zusammen: Auf der y-Achse wird abgetragen, wie viel Prozent der Teilnehmer eine bestimmte Art von Annotation (Ein-Wort-Annotation oder Annotationspaar) auf eine bestimmte Position gesetzt hatten. Position 1 bedeutet hierbei, dass die Annotation als am relevantesten in Hinblick auf das Kunstwerk gesehen wurde; Position 6 bedeutet, dass die Annotation als am wenigsten relevant eingestuft wurde. Die x-Achse ist gruppiert nach den verschiedenen Kunstwerken und Annotationsarten. Dies spiegelt wider, als wie passend eine Art von Annotation für die Beschreibung des Kunstwerks empfunden wurde. Aus den Wertungen der Teilnehmer kann keine klare Präferenz für Ein-Wort-Annotationen oder für Annotationspaare geschlossen werden.

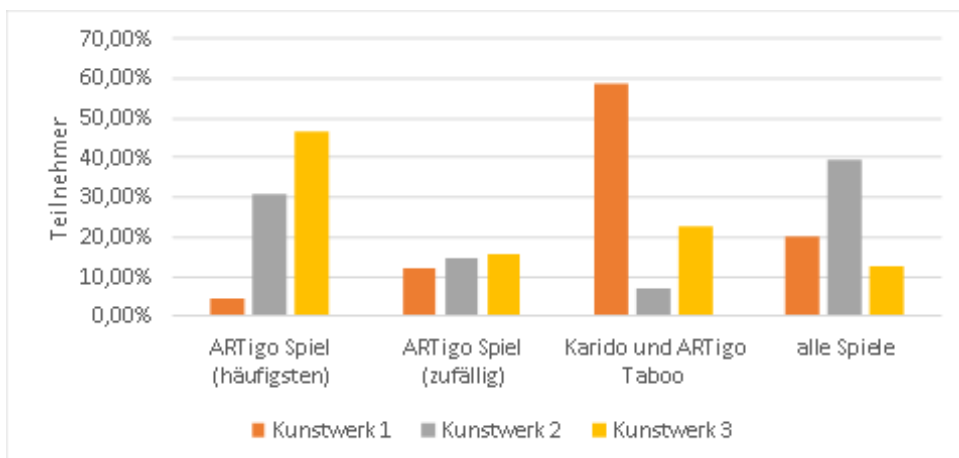


□ 08
Umfrage, Teil zwei: Vergleich von Ein-Wort-Annotationen mit Annotationspaaren.

Der vierte Teil der Umfrage untersuchte, ob verschiedene Spiele im Vergleich zu einem Spiel ähnliche Annotationen sammeln. Um diese Frage zu beantworten, wurden den Teilnehmern drei Gruppen bestehend aus je einem Kunstwerk und vier Annotationsmengen gezeigt. Die vier Annotationsmengen setzten sich wie folgt zusammen:

- Sechs Annotationen des Kunstwerkes, bestehend aus den zehn häufigsten Annotationen gesammelt mit dem ARTigo-Spiel
- Sechs zufällig ausgewählte Annotationen des Kunstwerkes, gesammelt mit dem ARTigo-Spiel
- Drei Annotationen des Kunstwerkes aus ARTigo-Taboo und drei Annotationen des Kunstwerkes aus Karido
- Eine Kombination aus den häufigsten Annotationen des Kunstwerkes vom ARTigo-Spiel, ARTigo-Taboo und Karido

Die Teilnehmer mussten die Annotationsmenge wählen, welche das Kunstwerk am besten beschreibt. ⁰⁹ zeigt die Ergebnisse. Die Prozentzahlen geben an, wie viele Teilnehmer eine Annotationsmenge als die für ein Kunstwerk passendste ausgewählt haben. Für die ersten beiden Kunstwerke wurden immer Annotationsmengen gewählt, die aus Annotationen unterschiedlicher Spiele bestanden, nur beim letzten Kunstwerk **gewann** die Annotationsmenge mit Annotationen eines einzigen Spieles, nämlich des ARTigo-Spiel; die Annotationsmengen von Karido und ARTigo-Taboo folgten auf Platz zwei. Daraus kann geschlossen werden, dass von verschiedenen Spielen gesammelte



□ 09
Umfrage, Teil vier: Vergleich der von verschiedenen Spielen gesammelten Annotationen.

Annotationen Kunstwerke besser beschreiben als Annotationen, die aus einem einzigen Spiel stammen.

Im fünften Teil der Umfrage, der sich mit der Frage beschäftigte, ob Description Games im Vergleich zu Diversification Games unterschiedliche Arten von Annotationen sammeln, mussten die Teilnehmer entscheiden, wie groß die Relevanz, die Spezifität und die Detailtreue der Annotationen von ARTigo-Spiel, ARTigo-Taboo und Karido sind. Dazu wurden je einer der beiden Teilnehmergruppen drei der sechs Kunstwerke zusammen mit vier der zehn häufigsten ARTigo-Spiel-Annotationen und vier der zehn häufigsten ARTigo-Taboo-Annotationen gezeigt. Die Teilnehmer mussten bewerten, ob die Annotationen **wichtig für das Bild** sind, ob sie **auf den ersten Blick zu sehen** sind, ob sie **das Bild in seiner Gesamtheit beschreiben** und ob es sich um **sehr allgemeine Begriffe** handelt. Eine Teilnehmergruppe musste die Annotationen von ARTigo-Spiel und ARTigo-Taboo bewerten, die andere diejenigen von ARTigo-Spiel und Karido. Tabelle 2 fasst die Antworten der Teilnehmer zusammen: Da den Teilnehmergruppen nur drei der sechs Kunstwerke präsentiert wurden, wurden die fehlenden Werte mit einem Auslassungszeichen – markiert. An den Zahlen der Tabelle kann man sehen, dass bei fünf von sechs Kunstwerken die aus dem ARTigo-Spiel stammenden Annotationen als die wichtigsten das Bild in seiner Gesamtheit am besten beschreibenden und allgemeinsten bewertet wurden. Für ein Kunstwerk, interessanterweise ein abstraktes, wurden die Annotationen von Karido in allen Kategorien am besten bewertet. Dies zeigt, dass es sinnvoll ist, mit unterschiedlichen Spielen zu arbeiten, um eine breitgefächerte Beschreibung der Kunstwerke zu erhalten.

Tabelle 2: Umfrage, 5. Teil: Vergleich der von Description und Diversification Games gesammelten Annotationen.

Dimension	Spiel	Kunstwerk					
		1	2	3	4	5	6
Relevanz	ARTigo-Spiel	76,6 %	71,4 %	67,9 %	71,6 %	49,3 %	75,9 %
	ARTigo-Taboo	29,5 %	31,1 %	55,1 %	–	–	–
	Karido	–	–	–	32,3 %	59,0 %	17,9 %
Sem. Tiefe	ARTigo-Spiel	88,3 %	77,6 %	78,6 %	73,4 %	41,5 %	85,6 %
	ARTigo-Taboo	19,4 %	38,6 %	67,6 %	–	–	–
	Karido	–	–	–	29,5 %	67,5 %	24,0 %
Details	ARTigo-Spiel	59,4 %	55,1 %	44,2 %	43,6 %	30,2 %	58,2 %
	ARTigo-Taboo	21,1 %	16,8 %	44,8 %	–	–	–
	Karido	–	–	–	20,7 %	56,1 %	11,5 %
Spezifität	ARTigo-Spiel	69,8 %	58,1 %	57,7 %	63,1 %	39,6 %	66,1 %
	ARTigo-Taboo	28,5 %	37,3 %	55,7 %	–	–	–
	Karido	–	–	–	49,3 %	53,9 %	53,0 %

■ 22

R. Tourangeau, M. P. Couper und F. Conrad, *Spacing, position, and order: Interpretive heuristics for visual features of survey questions*, *Public Opinion Quarterly*, 68 (3), Oxford, UK, S. 368–393, 2004.

Alle in der Umfrage verwendeten Kunstwerke stammen aus unterschiedlichen Epochen und Stilrichtungen. Aufgrund der begrenzten Länge der Umfrage konnten nicht alle Epochen und Stilrichtungen berücksichtigt werden. Um zu vermeiden, dass die Reihenfolge der gezeigten Kunstwerke die Teilnehmer beeinflusst (**primacy-recency-effects** [22](#)), wurden die Kunstwerke zufällig angeordnet.

E.8 Die Teilnehmer

Die Umfrage wurde online auf Deutsch durchgeführt und war vier Monate lang erreichbar. Sie wurde auf verschiedenen sozialen Netzen sowie im ARTigo-Blog beworben. Für die Teilnahme war keine Erfahrung mit der ARTigo-Plattform erforderlich. Die Teilnehmer wurden nicht bezahlt, konnten aber zwölf Amazon-Gutscheine im Wert von je 25 Euro gewinnen. Insgesamt beantworteten 159 Teilnehmer die Umfrage vollständig. 77 von ihnen zufällig auf die erste, die übrigen 82 zufällig auf die zweite Teilnehmergruppe aufgeteilt. 60 % der Teilnehmer waren weiblich, 2,5 % jünger als 20 Jahre, 47 % zwischen 20 und 29 Jahren, 20 % zwischen 30 und 39 Jahren, 22 % zwischen 40 und 59 Jahren und 5,6 % 60 Jahre oder älter. Unter den Teilnehmern hatten 55 % schon einmal ein Spiel auf der ARTigo-Plattform gespielt. Von diesen hatte 87,5 % das ARTigo-Spiel gespielt, 30 % ARTigo-Taboo oder Karido und 15 % Combino oder Tag A Tag. Die große Mehrheit, nämlich 92 %, die schon mit der ARTigo-Plattform vertraut waren, hatte Interesse an Kunst, von diesen 63 % sogar sehr großes. 30 % der Teilnehmer, welche die ARTigo-Plattform noch nicht kannten, war kunstinteressiert, 28 % stark interessiert. 45 % der Teilnehmer gaben an, beruflich mit Kunst zu tun zu haben.

E.9 Interpretation der Ergebnisse

Aufgrund der Ergebnisse der Umfrage kann man auf folgende Schlussfolgerungen ziehen: **Die Annotationsvergabe wird durch Spielumgebung wie Zeit, Highscore etc. nicht beeinflusst.** Diese Aussage leitet sich von den Ergebnissen des ersten Teils der Umfrage ab, in dem festgestellt wurde, dass sich die in der Umfrage gesammelten Annotationen nicht von jenen unterscheiden, die mit dem ARTigo-Spiel gesammelt werden.

Die verschiedenen Spiele im ARTigo-Ökosystem sammeln unterschiedliche Arten von Annotationen und erfüllen so ihren Zweck. Diese Aussage wird durch die Teile zwei, drei und vier der Umfrage belegt: Teil 2 der Umfrage zeigt, dass das Diversification Game Karido ergänzende Annotationen zum Description Game ARTigo-Spiel liefert; Teil 3, dass die Teilnehmer der Umfrage in den Integration Games Annotationspaare als genauso passend für die Beschreibung eines Kunstwerk einstufen wie Ein-Wort-Annotationen.

Teil 4 schließlich zeigt, dass Annotationen, die aus verschiedenen Spielen gewonnen werden, Kunstwerke treffender beschreiben als Annotationen, die lediglich aus einem Spiel kommen.

Das ARTigo-Ökosystem sammelt in seiner Gesamtheit Annotationen, die den Inhalt der Kunstwerke sinnvoll beschreiben. Wie aus Teil 5 der Umfrage ersichtlich ist, halten die Teilnehmer die Annotationen des ARTigo-Spiels (im Vergleich zu den Annotationen, die aus den anderen Spielen hervorgegangen waren) für die wichtigsten. Sie erfassten die augenfälligsten Bestandteile des Bildes, beschrieben das Bild in seiner Gesamtheit am besten und seien am allgemeinsten. Die Ergebnisse aus Teil 2 zeigen, dass die Annotationen der Diversification Games hingegen als spezifischer bewertet werden. Das Ausgangskunstwerk wurde meist mithilfe der Annotationen des Diversification Game Karido erkannt, was die Zweckdienlichkeit dieser Spielart beweist. Teil 3 zeigt den Wert der Integration Games für das Ökosystem. Eine wichtige Erkenntnis der Umfrage ist auch, dass viele Annotationen des Tag-A-Tag-Spieles als wertvoller eingestuft wurden als die Ein-Wort-Annotationen der anderen Spiele. Genauer betrachtet verhält sich Tag A Tag je nach Kunstwerk und dessen schon vorhandenen Annotationen unterschiedlich. In einigen Fällen liefern Tag-A-Tag-Spieler nur wenige hilfreiche Annotationen, während sie in anderen Fällen sehr wertvolle produzieren. 10 zeigt ein Kunstwerk, bei dem die Umfrageteilnehmer die Annotation **Frau** als sehr ausdrucksstark werteten, das von Tag A Tag generierte Annotationspaar **Frau + Kleid** hingegen nicht. Vielleicht erhöht die Anreicherung der Annotation **Frau** mit der Annotation **Kleid** nicht die Ausdruckskraft, da Frauen früherer Jahrhunderte meistens in Kleidern abgebildet wurden. Allerdings werteten viele Teilnehmer das Annotationspaar **rühren + Kind** für 10 als sehr



10
Godfried Schalcken, Der Rommelpotspieler, 1665.

ausdrucksstark, die Annotation **rühren** allein jedoch nicht. Wahrscheinlich wird das Rührende erst wahrgenommen, wenn man das Kind auf dem Bild entdeckt. Wenn es nicht im Zusammenhang mit **Kind** genannt wird: Erst die Beziehung kontextualisiert die hervorgerufene Emotion. Aus Teil vier wird ersichtlich, dass jedes Spiel des Ökosystems nützlich ist, da die Annotationsmengen, zusammengesetzt aus verschiedenen Spielen, ein Kunstwerk genauso gut beschreiben wie die Annotationen, die nur von einem Spiel gesammelt wurden. Daher kann man sagen, dass alle Spiele wichtige Annotationen sammeln und die wichtigsten Elemente eines Kunstwerkes beschreiben.

E.10 ARTigo-Suche

■ 23

C. Wieser, *Building a semantic search engine with games and crowdsourcing*, Dissertation, Institut für Informatik, Ludwig-Maximilians-Universität München, Deutschland, 2014; C. Wieser, F. Bry, A. Béard und R. Lagrange, *Artigo: Building an artwork search engine with games and higher-order latent semantic analysis*. In: *Proceedings of Disco 2013, Workshop on Human Computation and Machine Learning in Games at the DFirst AAI Conference on Human Computation and Crowdsourcing (HComp)*. AAAI Press, Palo Alto, CA, USA, 2013.

■ 24

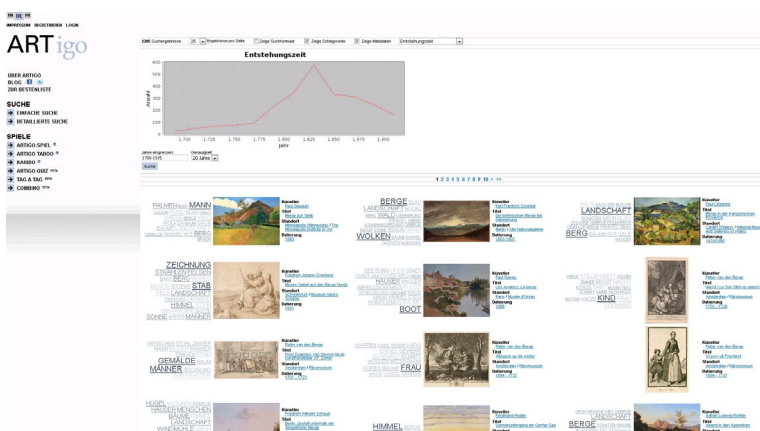
E. Levushkina, *Computerlinguistische Methoden in Community-basierten Anwendungen*, Verlag Dr. Kovač, Hamburg, Deutschland, 2014.

■ 25

C. Wieser, *Building a semantic search engine with games and crowdsourcing*,

Die ARTigo-Plattform nutzt die durch die verschiedenen Spiele gesammelten Annotationen, um eine semantische Suche ²³ für Kunstwerke zu realisieren. Damit Annotationen für die Suche verwendet werden können, müssen diese mindestens fünfmal in irgendeinem Spiel von den Spielern genannt worden sein. So wird verhindert, dass die Suchmaschine von Spammern missbraucht wird oder unpassende oder anstößige Annotationen in den Suchmaschinen-Index gelangen. Sehr häufige Schreibfehler, wie zum Beispiel **Lciht** (richtig: Licht) ²⁴, gelangen trotz dieser Hürde in den Index. Dadurch wird es aber auch möglich, mit falsch geschriebenen Suchbegriffen die gewünschten Kunstwerke aufzufinden, da die Annotationen durch eine **Higher-Order Latent Semantic Analysis** ²⁵ indiziert werden.

Das Suchinterface erlaubt die Verwendung der booleschen Operatoren **AND** und **NOT**, um die Suchanfragen verfeinern zu können. Zum Beispiel können Annotationen mit einem vor dem Suchbegriff gesetzten Minuszeichen (**NOT**-Operator) vom Suchergebnis ausgeschlossen werden. Deshalb liefert die Suchanfrage **Berge -Schnee** alle Kunstwerke, die mit **Berge** annotiert wurden, aber nicht **Schnee** ¹¹. Ein Komma oder ein Leerzeichen zwischen Worten dient als **AND**-Operator, mit dem einzelne Annotationen verknüpft werden können. Mit der Suchanfrage **Linien Farben** ¹³ werden Kunstwerke gefunden, die sowohl mit dem Wort **Linien** als auch mit dem Wort **Farben** annotiert wurden.



□ 11

Die Ergebnisse der Suchanfrage **Berge -Schnee** mit Häufigkeitsgraphen.

Dissertation, Institut für Informatik, Ludwig-Maximilians-Universität München, Deutschland, 2014; C. Wieser, F. Bry, A. Béard und R. Lagrange, *Artigo: Building an artwork search engine with games and higher-order latent semantic analysis*. In: *Proceedings of Disco 2013, Workshop on Human Computation and Machine Learning in Games at the DFirst AAAI Conference on Human Computation and Crowdsourcing (HComp)*. AAAI Press, Palo Alto, CA, USA, 2013.

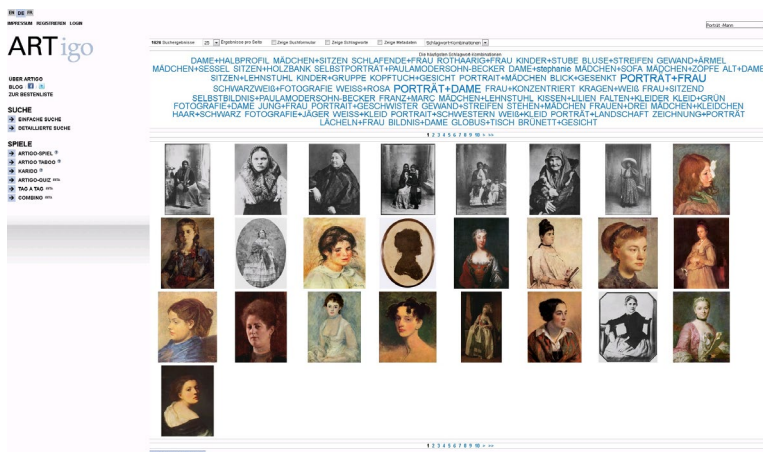
■ 26

F. Siglmüller, *Advanced User Interface for Artwork Search Result Presentation*, Bachelorarbeit, Institut für Informatik, Ludwig-Maximilians-Universität München, Deutschland, 2015.

Die Suchergebnisse werden zu Seiten mit je 25 Kunstwerken zusammengefasst ^[26]; allerdings hat der Nutzer die Möglichkeit, auch mehrere Ergebnisse pro Seite ausgeben zu lassen. Neben den Kunstwerken werden zusätzlich die Metadaten und die häufigsten Annotationen zu jedem Kunstwerk angezeigt. Die beiden Informationen können auch ausgeblendet werden, um eine kompaktere Ansicht der Suchergebnisse zu erreichen.

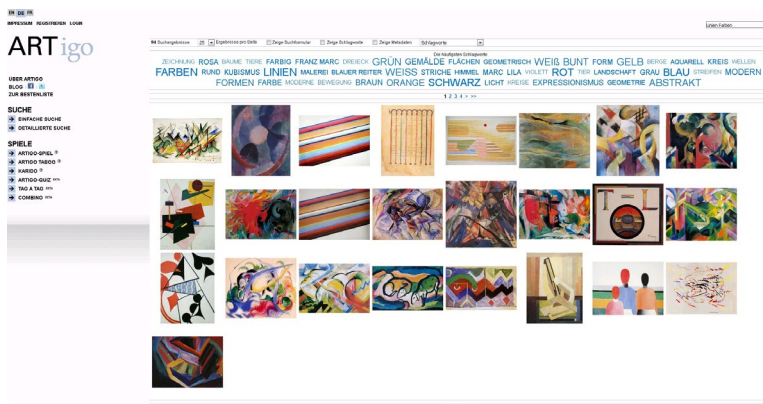
Was die ARTigo-Suche von anderen Suchmaschinen unterscheidet, ist die Möglichkeit, zusätzliche Analysefunktionen auf die Ergebnisse anzuwenden. Dadurch bekommt der Benutzer einerseits eine bessere Übersicht über die Suchergebnisse, andererseits können auch einfache datenanalytische Aufgaben gelöst werden.

Die erste Analysefunktion ist ein Häufigkeitsgraph, der die Verteilung der Suchergebnisse über die Zeit veranschaulicht (^[11] für die Suchanfrage **Berge -Schnee**). Durch Zusammenfassen der Ergebnisse zu mehreren Jahren kann die Kurve des Häufigkeitsgraphen geglättet werden, was eine Interpretation erleichtert. Auch können die häufigsten Annotationen ^[13] und Annotationskombinationen ^[12] angezeigt werden. Des Weiteren ist es möglich, die Namen aller Künstler, deren Kunstwerke in den Suchergebnissen vorkommen ^[14], in Form einer Wortwolke zu präsentieren (je mehr Kunstwerke von einem Künstler in den Suchergebnissen vorkommen, desto größer ist sein Name in der Wortwolke). Schließlich können auch die aktuellen Standorte aller Kunstwerke der Suchergebnisse angezeigt werden.



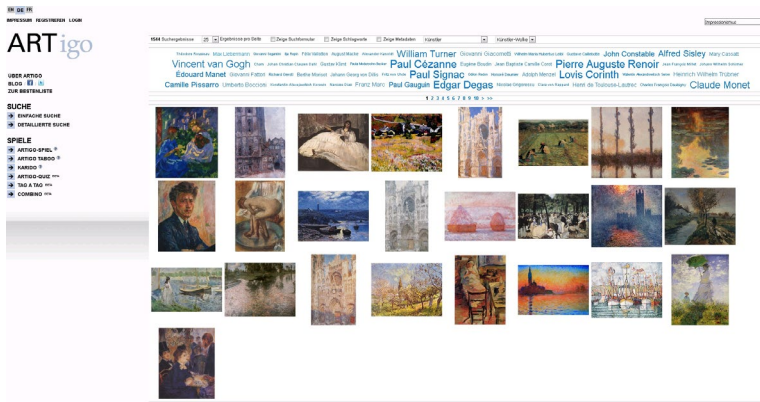
□ 12

Die Ergebnisse der Suchanfrage **Porträt -Mann** mit Annotationskombinationen.



□ 13

Die Ergebnisse der Suchanfrage **Linien Farben** mit weiteren Annotationen.



□ 14
Die Ergebnisse der Suchanfrage
Impressionismus mit der Künstler
Wortwolke.

Nachfolgend werden einige Beispiel-Suchanfragen mit der ARTigo-Suchmaschine durchgeführt, um deren Funktionalität zu demonstrieren:

- Porträts sind ein häufiges Thema in der Kunst und einfach für die Spieler zu annotieren. Die Suchanfrage **Porträt** liefert alle Kunstwerke, die mit dem Wort **Porträt** annotiert wurden. Ein Minus-Zeichen vor dem Suchbegriff liefert alle Kunstwerke, die diesen Suchbegriff nicht enthalten. So liefert die Suchanfrage **Porträt -Mann** – also die Suche nach Kunstwerken, die mit **Porträt**, aber nicht mit **Mann** annotiert worden waren – wie erwartet hauptsächlich weibliche Porträts ^[12].
- Auch abstrakte Suchbegriffe wie zum Beispiel **Linien Farben** liefern gute Ergebnisse ^[13]
- Da viele Spieler auch beruflich mit Kunstgeschichte zu tun haben (siehe Abschnitt Teilnehmer), zeigen auch Suchanfragen mit Fachbegriffen wie zum Beispiel **Impressionismus** gute Ergebnisse ^[14].

E.11 Zusammenfassung

Dieser Artikel beschreibt das ARTigo-Ökosystem, welches Annotationen für Kunstwerke sammelt, um eine semantische Suchmaschine zu realisieren. Das Ökosystem besteht aus verschiedenen Arten von Spielen, die verschiedene Arten von Annotationen sammeln. Diese Annotationen besitzen eine unterschiedliche semantische Tiefe, wodurch der Inhalt der Kunstwerke in seiner Gesamtheit beschrieben wird. Außerdem werden die von den Spielern vergebenen Annotationen genutzt, um weitere Spiele zu ermöglichen.

Zudem wurde mit einer Umfrage nachgewiesen, dass die Vergabe der Annotationen nicht durch Spieleigenschaften wie Zeit etc. beeinflusst wird und dass das ARTigo-Ökosystem sich eignet, um verschiedene Arten von Annotationen zu sammeln, mit denen die Kunstwerke besser beschrieben werden als mit den Annotationen eines einzigen Spiels.

Abschließend wurde die ARTigo-Suche vorgestellt, mit der neben der inhaltlichen Suche nach Kunstwerken auch die Suchergebnisse analysiert werden können. Die Funktionalität der Suche wurde mit einigen konkreten Suchanfragen demonstriert.

E.12 Danksagung

Teile der Forschung dieses Artikels wurden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Zuge des play4science Projektes finanziert.

Die Autoren danken darüber hinaus Dr. Gerhard Schön für die Implementierung des ersten Prototypen, Dr. Christoph Wieser für seine grundlegenden Beiträge zum ARTigo-Projekt wie die Konzeption und Implementierung der ARTigo-Plattform und der Suchmaschine. Ein herzlicher Dank gilt außerdem Herrn Professor Dr. Hubertus Kohle, Kunsthistoriker an der Ludwig-Maximilians-Universität München, und Professor Dr. Klaus U. Schulz vom Center for Information and Language Processing Munich, für ihre wertvollen Beiträge.