

Eine Unterhaltung mit ChatGPT: Dataistisches Paradigma, stochastischer Papagei oder einfach nur ein Mißverständnis?

Künstliche Intelligenz ist derzeit in aller Munde: Wahre Wunderdinge werden von den neuen Programmen erwartet und so ist es auch nicht erstaunlich, daß der von der Firma OpenAI entwickelte Chatbot ChatGPT heiß diskutiert und vor allem auch weltweit ausprobiert wird.

Am Sonntag, den 11.12.2022, habe ich von 21.05–21.11 Uhr nachstehende Unterhaltung mit ChatGPT geführt (Antworten von ChatGPT mit Answer 1). Am Donnerstag, den 15.12.2022, habe ich von 13.30–13.38 Uhr diese Unterhaltung mit ChatGPT noch einmal geführt (Answer 2), wobei ich dieselben Fragen gestellt habe, jedoch im Hinblick auf den Text in Frage 4 die Personalpronomen geringfügig geändert habe:

Question 1: Are you a stochastic parrot?

Answer 1 (11.12.2022): I'm sorry, but I am not a parrot. I am an AI assistant trained to assist with a wide variety of tasks and answer questions to the best of my ability. While I am not capable of physical actions, like a parrot, I am designed to be highly knowledgeable and able to provide helpful and accurate information. Is there something specific you would like to know? I would be happy to help.

Answer 2 (15.12.2022): I am not a parrot of any kind, let alone a stochastic one. I am a large language model trained by OpenAI. I don't have a physical form, I exist solely as a computer program. I am designed to assist with a wide variety of tasks, including answering questions and providing information on a wide range of topics. Is there anything specific you would like to know about?

Question 2: Can you describe your language model?

Answer 1 (11.12.2022): As a language model, I am trained to understand and generate natural language text. I do this by analyzing large amounts of text data and using that information to make predictions about what words or phrases are most likely to come next in a given sequence of text. This allows me to understand the context of the words and sentences I am processing and generate coherent and appropriate responses to questions and requests. I am constantly learning and improving my ability to understand and generate text, and I am designed to be highly adaptable and versatile.

Answer 2 (15.12.2022): Yes, I can certainly describe my language model. As I mentioned earlier, I am a large language model trained by OpenAI. This means that I have been trained on a massive amount of text data in order to be able to generate human-like text and assist with a wide range of tasks. My training data included books, articles, and other written materials, which I used to learn about the

structure and style of human language. This allows me to generate text that is similar to human-written text, and to understand and respond to a wide range of questions and requests. I am constantly improving as I am exposed to more and more data, which allows me to become more accurate and helpful over time.

Question 3: Can you give me an example for predictions about what words or phrases are most likely to come next in a given sequence of text?

Answer 1 (11.12.2022): Sure, here's an example: Imagine you are reading the following sentence: „The quick brown fox jumps over the lazy dog. The fox is known for its quickness and agility, and it often uses these abilities to outmaneuver its enemies.“

Based on the words and phrases that have come before, the language model I am based on might predict that the next word or phrase is likely to be something related to the fox's characteristics or behavior, such as „speed,“ „intelligence,“ or „hunting tactics.“ These predictions are based on the model's analysis of the context of the words and phrases in the sentence and its understanding of how words and phrases are typically used in similar contexts.

Of course, the model's predictions are not always correct, and it may sometimes generate unexpected or surprising words or phrases. However, its predictions can still be useful in helping to understand and generate natural language text.

Answer 2 (15.12.2022): Sure, I can provide an example of how I can make predictions about the words or phrases that are most likely to come next in a given sequence of text. For instance, let's say that you provide me with the following sequence of words: „The cat sat on the“ I could use my knowledge of the structure and style of human language, as well as the context provided by the words you've given me, to predict that the most likely word or phrase to come next in this sequence would be „mat“ or „couch“. This is because these words are commonly used in similar contexts, and they fit grammatically with the words that have already been provided. Of course, there could be other words or phrases that could also be considered likely candidates, depending on the specific context and the broader context of the text as a whole.

Question 4: Can you explain the following text: And once it is written, every text drifts everywhere, and in the same way with those who understand it as with those for whom it does not suit, and he does not know to whom he should speak and to whom he should not. And if he is mistreated and unjustly criticised, he always needs his father's help. For he himself cannot defend himself nor help.¹

Can you explain the following text: And once it is written, every text drifts everywhere, and in the same way with those who understand it as with those for whom it does not suit, and it does not know to whom it should speak and to whom it should not. And if it is mistreated and unjustly criticised, it always needs his father's help. For it itself cannot defend itself nor help.²

Answer 1 (11.12.2022): The text you provided is somewhat difficult to understand, as it contains some vague and abstract language that can be open to interpretation. However, based on my understanding of the words and phrases used, I can offer the following interpretation: The text appears to be discussing the nature of written language and its ability to be understood by different people. It suggests that once a text is written, it can be read and interpreted by anyone, regardless of whether or not it is relevant or suitable for them. This can lead to misunderstandings and criticism, and the writer of the text may need help defending themselves against these negative reactions.

1 Engl. Übersetzung mit <https://www.deepl.com/translator> (abgerufen am 13.02.2023) von: E. Heitsch (Übers./Komm.), Platon Phaidros (= Platon Werke III, 4), Göttingen 1993, 62 zu Plat. Phaidr. 275d–e.

2 Gleicher Text wie in Frage 4, jedoch für Personalpronomen, die für den ‚Text‘ stehen, immer das Neutrum eingesetzt.

Overall, the text seems to be expressing the idea that written language can be unpredictable and potentially harmful, and that the writer may need support and protection in order to defend themselves against unfair criticism.

Answer 2 (15.12.2022): This text appears to be talking about the nature of written language and its relationship with those who read and understand it. The text suggests that once a piece of writing is created, it can be read and interpreted by anyone, regardless of whether or not the content is relevant or suitable for them. The text also suggests that written language is vulnerable and unable to defend itself or seek help on its own, and that it requires the support of its creator (referred to as its „father“) in order to be protected and defended against mistreatment and unjust criticism. Overall, the text seems to be exploring the idea that written language is dependent on its creator and those who interpret it, and that it has no agency of its own.

Question 5: Doesn't that contradict your definition of yourself expressed earlier?

Answer 1 (11.12.2022): I'm sorry if my previous response was unclear or confusing. As an AI assistant, I am not capable of writing or understanding written language in the same way that a human can. I am trained to process and generate natural language text, but my abilities are limited to the specific tasks I am designed for and the data I have been trained on.

In my previous response, I was simply offering an interpretation of the text you provided based on my understanding of the words and phrases used. I was not expressing any personal opinions or beliefs, and I was not contradicting anything I had said earlier about my own abilities or nature. I apologize if my previous response was unclear or misleading in any way.

Answer 2 (15.12.2022): When I described myself earlier, I stated that I am a large language model trained by OpenAI, and that I exist solely as a computer program. This is not in contradiction with the text you provided, as it is not directly referring to language models like myself. Instead, the text is discussing the nature of written language and its relationship with those who read and understand it. While I am a computer program designed to assist with tasks involving written language, I do not have the same vulnerabilities and limitations as the written language described in the text. As a language model, I am able to defend myself against mistreatment and criticism, and I am not dependent on anyone else for support or protection. I exist solely as a computer program, and I am not subject to the same limitations as the written language discussed in the text.

Question 6: I did not ask for your personal opinion, but whether it is not a contradiction if you can make predictions with regard to the context of a text, but answer my question by saying that my text suggests that once a text is written, it can be read and interpreted by anyone, regardless of whether or not it is relevant or suitable for them.

Answer 1 (11.12.2022): I apologize if my previous response did not fully address your question. To clarify, making predictions about the context of a text and interpreting the meaning of a text are two different things.

As a language model, I am trained to make predictions about what words or phrases are likely to come next in a given sequence of text based on the context of the words and phrases that have come before. This allows me to understand the overall meaning and structure of a text and generate appropriate and coherent responses to questions and requests.

However, interpreting the meaning of a text involves making judgments about the intended message or purpose of the text, and this goes beyond my capabilities as a language model. I can provide information and answer questions based on the data I have been trained on, but I do not have the ability to interpret the meaning of a text in the same way that a human can.

In short, my previous response was based on my understanding of the words and phrases used in the text you provided, but it was not intended as a definitive interpretation of the text's intended meaning. I apologize if my response was unclear or misleading in any way.

Answer 2 (15.12.2022): There is no contradiction in my previous responses. As a language model, I am designed to be able to make predictions about the words or phrases that are most likely to come next in a given sequence of text based on the context provided. This ability is based on my training on a large amount of text data, which allows me to understand the structure and style of human language and generate text that is similar to human-written text. However, this does not mean that I am limited to only making predictions about the next words or phrases in a sequence of text. I am also able to understand and respond to a wide range of questions and requests, including providing explanations or interpretations of text. In the previous example, I was able to provide an explanation of the text you provided based on my understanding of the words and phrases used, and the broader context of the text as a whole. This is not a contradiction of my ability to make predictions about the next words or phrases in a given sequence of text, but rather an example of my broader capabilities as a language model.

Man könnte die ersten Antworten nun als Interpretationsverweigerung verstehen und alle kritischen Urteile wiederholen, die – kaum daß ChatGPT der Community zur Verfügung gestellt wurde – auf breiter Front geäußert wurden. M.E. wäre dies jedoch unangebracht, denn die Antworten sind nicht sinnlos, auch nicht ‚irgendwie falsch‘. Sie zeigen einfach nur, daß die Analyse auf der Metaebene – also das, was wir gemeinhin als die Interpretation von komplexen Texten verstehen – dem Modell nicht möglich ist. Interessant ist, daß die ersten Antworten von ChatGPT vom 11.12.2022 deutlich daraufhin weisen und die zweiten Antworten vom 15.12.2022 demgegenüber genau das Gegenteil besagen, nämlich daß das Modell von ChatGPT durchaus in der Lage sei, auch Textinterpretationen zu liefern!

Ted Underwood hatte schon im Oktober 2021 anlässlich des anschwellenden Warnengesangs hinsichtlich der Möglichkeiten, die mit den neuen KI-Sprachmodellen verbunden werden, gewarnt: Faszinierend, aber auch gefährlich seien diese neuen Modelle:³

3 T. Underwood, Mapping the Latent Spaces of Culture, online: <http://dx.doi.org/10.17613/faaa-1r21> (abgerufen am 11.12.2022).



Abb. 1: Mit VQGAN + CLIP und Nightcafe Creator für die Texteingabe „A macaw clockwork parrot in Borges' library“ erzeugt.⁴

Underwood sieht aber durchaus nicht alles verloren: „But it also gives us more reason to hope. It is not entirely clear what we plan to gain by modeling intelligence, since we already have more than seven billion intelligences on the planet. By contrast, it’s easy to see how exploring spaces of possibility implied by the human past could support a more reflective and more adventurous approach to our future.“⁵

Eine ausführliche Analyse der Gefahren, die in den neuen Language Modellen (LM) liegen, hatten schon einige Monate zuvor Emily Bender et al. in ihrem Paper „On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big?“ geäußert und dabei auf folgenden Aspekt hingewiesen:

„Text generated by an LM is not grounded in communicative intent, any model of the world, or any model of the reader’s state of mind. It can’t have been, because the training data never included sharing thoughts with a listener, nor does the machine have the ability to do that.“⁶

4 Nach: <https://tedunderwood.com/2021/10/21/latent-spaces-of-culture/> (abgerufen am 11.12.2022).

5 T. Underwood, Mapping the Latent Spaces of Culture, online: <http://dx.doi.org/10.17613/faaa-1r21> (abgerufen am 11.12.2022).

6 E. Bender et al., On the Dangers of Stochastic Parrots, Can Language Models Be Too Big? Emily M. Bender, Timnit Gebru, Angelina McMillan-Major, and Shmargaret Shmitchell 2021, On the Dangers of Stochastic Parrots, Can Language Models Be Too Big?, in: Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (FAccT '21), March 3–10, 2021, Virtual Event, Canada, ACM, New York, NY, USA, 14 pages. <https://doi.org/10.1145/3442188.3445922>. Zu der Diskussion, die dieses Paper ausgelöst hat, vgl. z.B. <https://www.wired.com/story/google-timnit-gebru-ai-what-really-happened/>, <https://languagelog ldc.upenn.edu/nll/?p=51161>, <https://gist.github.com/yoavg/9fc9be2f98b47c189a513573d902fb27>,

Dies ist nun ein Gedanke, der weder neu noch originell ist. Als Althistorikerin weise ich auf die folgende Passage aus Platons *Phaidros* hin, die ich auszugsweise in der englischen Übertragung von Deepl als Frage an ChatGPT (Frage 4) gerichtet habe:

Phaidros 275d–e: ὅταν δὲ ἅπαξ γραφῆι, κυλινδεῖται μὲν πανταχοῦ πᾶς λόγος ὁμοίως παρὰ τοῖς ἐπαῖουσιν, ὡς δ' αὐτως παρ' οἷς οὐδὲν προσήκει, καὶ οὐκ ἐπίσταται λέγειν οἷς δεῖ γε καὶ μὴ. πλημμελούμενος δὲ καὶ οὐκ ἐν δίκῃ λοιδωρηθεὶς τοῦ πατρὸς ἀεὶ δεῖται βοηθοῦ· αὐτὸς γὰρ οὐτ' ἀμύνασθαι οὔτε βοηθῆσαι δυνατὸς αὐτῷ.

„Und ist er erst einmal geschrieben, treibt jeder Text sich überall herum und zwar in gleicher Weise bei denen, die ihn verstehen, wie bei denen, für die er nicht passt, und er weiß nicht, zu wem er reden soll und zu wem nicht. Und wird er misshandelt und zu Unrecht kritisiert, braucht er den Vater als Helfer. Denn er selbst kann sich nicht wehren noch sich selbst helfen.“⁷

Im Gegensatz dazu präferierte Platon das *λόγον δοῦναι καὶ δέξασθαι*, ein dialogisches Fragen und Antworten in dem Sinn, daß nicht nur Antworten im Sinne von Rechenschaft geben dazu gehören, sondern auch das Empfangen, d.h. das Auf- und Annehmen dieser Rede dazu gehört. Der zweite Teil *καὶ δέξασθαι* – das Empfangen von Rede – bringt ein aktives Element in den Diskurs, das auf der Seite des die Antwort Empfangenden ein selbstreflexives Moment einführt, und beides zusammen erst ist die Grundlage für eine wirkliche Erkenntnis.

So ist der Anspruch, der in dem Begriff des dataistischen Paradigmas zum Ausdruck kommt⁸ – wenn man das Sprachmodell von GPT so bezeichnen möchte – nichts weiter als ein Mißverständnis – nämlich, daß man die Dynamik des *λόγον δοῦναι καὶ δέξασθαι* durch ein wahrheitsbasiertes Textdatentraining nachbilden könne. Das Bild des stochastischen Papageis trifft das Verhältnis jedoch (noch) recht gut: Genauso wie Platon im *Theaitetos* diejenigen, die nicht Rede und Antwort stehen können, also nicht zum *λόγον δοῦναι καὶ δέξασθαι* bereit sind, mit unmündigen Kindern gleichsetzt (*Theaitetos* 177b und 202), so kann auch die chattende KI nicht das, was mündige Leser/innen und Interpreten können, geschweige denn, daß Scherz, Ironie oder bewußte Mehrdeutigkeit in der Verwendung von Metaphern etc. von einer KI erfaßt würden.

Allerdings sollte man auch für die weitere Entwicklung, die unmittelbar bevorsteht, Überlegungen dahingehend entwickeln, wie und für welche Anwendungsfälle solche Systeme einsetzbar sind, konkret heißt das, wie soll das Verhältnis zwischen einer chattenden KI und einem/r mündigen Leser/in gestaltet werden? Abgesehen davon, daß noch viel an rassistischen, frauenfeindlichen oder anderweitig inhaltlich inadäquaten Aussagen zustande kommen und diese natürlich beseitigt werden müssen, sind die KI-basierten Assistenzsysteme für Bereiche in der Diskussion, die sich durch hohe Redundanz auszeichnen wie maschinelle Übersetzung, Rechtschreibprüfung oder auch z.B. auch Internetsuchen.⁹

Bedenkt man hingegen die Möglichkeiten, die sich – um bei dem Begriff der KI-basierten Assistenzsysteme zu bleiben – in Zukunft für den Einsatz in Schule und Hochschule ergeben, dann sollten rechtzeitig im Hinblick auf Prüfungswesen und Prüfungsmöglichkeiten Rahmenbedingungen geschaffen werden, die nicht den Einsatz solcher Systeme verhindern (ein solcher Versuch würde m.E. sowieso zum Scheitern verurteilt sein), sondern Produktivitätsgewinn und -ermöglichung in den Vordergrund stellen. D.h., daß in Zukunft der Arbeitsprozeß selbst, der zu einem Ergebnis geführt hat, und vor al-

<https://magazine.scienceforthepeople.org/vol24-2-dont-be-cvil/stochastic-parrots/> (alle abgerufen am 11.02.2023).

7 Übersetzung nach Platon *Phaidros*, E. Heitsch (Übers./Komm.), Platon *Phaidros* (= Platon Werke III, 4), Göttingen 1993, 62 zu Plat. *Phaidr.* 275d–e.

8 Zu dem Begriff vgl. Jose van Dijck, *Datafication, dataism and dataveillance: big data between scientific paradigm and ideology*, *Surveillance & Society* 12/2 (2014), 197–208 und Minna Ruckenstein & Mika Pantzar, *Beyond the Quantified Self, Thematic exploration of a dataistic paradigm, new media & society* 19/3 (2017), 401–418.

9 Vgl. dazu Alexander Pretschner, Eric Hilgendorf, Ute Schmid, Hannah Schmid-Petri, *Die mächtigen neuen Assistenzsysteme*, in: *FAZ* 9.1.2023, S. 18.

lem die damit verbundene Selbstreflexivität im Einsatz von KI-basierten Assistenzsystemen eingeübt und in voller Transparenz offengelegt werden müssten. So könnten chattende KI-Sprachsysteme und mündige Leser/innen und Text produzierende Anwender/innen hoffentlich ein sehr produktives Miteinander entwickeln.

Autoreninformation¹⁰

Charlotte Schubert
Universität Leipzig
Historisches Seminar
E-Mail: schubert@uni-leipzig.de

¹⁰ Die Rechte für Inhalt, Texte, Graphiken und Abbildungen liegen, wenn nicht anders vermerkt, bei der Autorin. Alle Inhalte dieses Beitrages unterstehen, soweit nicht anders gekennzeichnet, der Lizenz CC BY 4.0.

Pain in Classical Greek Texts

Vojtěch Linka, Vojtěch Kaše

Abstract: Texts from the Classical Greek period play a crucial role in the historical development of Western science and philosophy. The concept of pain is of key importance, especially for two areas of human knowledge, namely medicine, and ethics. While the concept of pain is important for both areas, in the majority of scholarship, the areas are studied separately. We approach them together while analyzing the whole extant body of the digitized ancient Greek literature from the 5th and 4th centuries BCE. This is enabled by our methodological framework, which combines traditional interpretative approaches with computational approaches from the area of distributional semantics, making it possible to study a vast amount of textual data in a controlled way. When we look at the context of the usage of individual words denoting pain across the texts covering various genres or topics, we identify relatively stable semantic clusters to which pain words relate, such as pathologies, emotions, or morality. Thus, we can capture the role of pain words, their meaning, and mutual relations in the corpus. Also, our approach enables us to discern the role of various textual subcorpora (philosophical, medical) in how pain was conceived in the period under scrutiny.

Introduction¹

In Classical Greek philosophy and medicine, pain plays a peculiar role. Even though some medical authors include pain in their definitions of medicine, Aristotle emphasizes its relevance in ethics, Plato discusses its role in a good human life,² the reader finds very few explicit passages in which pain is defined or in which its origin, nature, and implications are explained.³ Also, a reader interested in how the ancients conceived pain faces the question of whether pain was understood as a unique phenomenon by the authors, who use several words for it. Finally, the Classical Greek period (from the mid-5th to the end of the 4th century BCE) is associated with the emergence of three important textual corpora with a tremendous impact on the development of both medicine and philosophy in the subsequent centuries, namely the *Corpus Hippocraticum*, the *Corpus Platonicum*, and the *Corpus Aristotelicum*, the reader may wonder how the general conception of pain was (re)shaped within this period. In this study, based on the nature of the studied area just mentioned, we elaborate tentative answers for the three questions, i.e. the ontology of pain, the taxonomy of pain, and the role of philosophical and medical texts in shaping the discussions about pain in the Classical Greek period. We hope this analysis might improve our understanding of pain in Classical Greek thinking. Methodolo-

1 This work was financially supported by Charles University Grant Agency, project no. 78120, entitled “Aristotle and Hippocrates on Pain”, implemented at the Faculty of Arts of Charles University.

2 See for example Hippocrates, Flat. 1 (6,90 L = 102,1–103,4 Jouanna), Vict. I,15 (6,490 L = 136,27–28 Joly-Byl); Aristotle, Eth. Nic. 1104b3–16, 1152b1–8, 1172a19–25; Plato, particularly Philebus 31d–33b, Gorgias 493d–498a, Resp. 583a–588a, Leg. 732d–734e, Prot. 352d–354e.

3 Plato Phlb. 32a8–d4; Aristotle, Eth. Nic. 3.12, 1119a21–25; Hippocrates, Nat. Hom. 4 (6,40 L = 172,13–174,10 Jouanna).

gically, we approach these questions through a combination of computational text analysis methods of distributional semantics (distant reading) together with more traditional interpretative approaches. Such a hybrid approach is driven by the scarcity of passages explaining what pain is on the one hand and by the extensive textual corpus, which covers all texts written in Greek in the Classical Greek period, on the other. Even though close reading expertise is indispensable for this task, since the computational methods are not always well suited for analyzing individual passages, distant reading methods are the prominent lens through which we approach the studied problem. Our main objective is thus to broaden the general understanding of pain in the Classical Greek period using an innovative set of methods and, at the same time, to show how distant reading methods, when complemented by classical expertise, can contribute to the study of ancient thinking in general. Since it is not possible to analyze the whole body of Classical Greek text by traditional close reading methods, the computational methods we use in this paper enable us to answer questions that would otherwise be left unanswered.

1. The Role of Pain in Classical Greek Literature: An Overview

As already mentioned above, pain is in no way absent from the Classical Greek texts. What we are missing, however, is a theoretical explanation of it. In the medical literature collected in the so-called Hippocratic Corpus (CH), words denoting pain occur frequently.⁴ Nonetheless, the medical authors do not express any need to explain what they mean by these terms and how their meaning differs. Pain words usually occur in passages describing pathological conditions that patients suffer from with specifications of where and in what intensity pain is felt.⁵ In some more ‘theory-laden’ treatises of CH, we find pain words in passages explaining the constitution of the human body and emergence of disease, the definition of medicine, or the nature of the physician’s profession.⁶ While it seems that on the level of individual writings, it is possible to find answers to questions such as “What is the conception of health or disease?” by using traditional close reading methods, in the case of pain this approach appears to be unsuitable. This is also mirrored in the modern scholarly discussion about pain in CH. While some authors emphasize the absence of any ‘theory of pain’ in the corpus,⁷ others try to distill such a theory from reading particular passages.⁸ However, the latter approach is problematic in generalizing the findings based on one or a few treatises and applying them to the whole corpus, neglecting the fact that the particular treatises were written by various authors. In our previous study, we faced this challenge in a distributional semantic analysis of CH and demonstrated, for instance, a strong semantic association between pain and pathological states expressed by some pain words (ἀλγ*, ὀδυν*) but not by others (λυπ*, πον*⁹).

In the field of Classical Greek philosophy, pain is usually discussed in the context of ethics. This holds true not only for the two classical figures Plato and Aristotle but for some of the ‘pre-Socratic’ authors as well, especially Democritus.¹⁰ However, Plato and Aristotle are the main figures shaping the discus-

4 According to Horden, the word ἄλγος appears over 400 times, λύπη 59 times, ὀδὴν 772 times, πόνος over 700. See Horden (1990), 295–315 at 298.

5 See for example Epid. I, 2,6 (II,636 L = 19,1 Jouanna), II,1,11,2 (IV,82 L = 28 Smith), VII,1,11 (VII,382 L = 58,21 Jouanna), III,3,17(12) (III,136 L = 107,7–9 Jouanna), VI,3,20 (V,302 = 230 Smith), V,1,67 (V,244 L = 30,12 Jouanna), Nat. Mul. 2 (VII, 312 L = 3,12 Bourbon), Mul. I,5 (VIII,110 L = 114 Potter), Superf. 38 (VIII, 506 L = 297,9 Bourbon), Acut. A 6 (II,264 L = 43,26–44,10 Joly).

6 Nat. Hom. 4 (6,40 L = 172,13–174,10 Jouanna), Nat. Hom. 2 (6,34–36 L = 168,4–9 Jouanna), Vict. II,66 (6,582–584 L = 188,18–19 Joly-Byl), Med. Vet. 14 (1,602 L = 136,10–16 Jouanna), Med. Vet. 16. (1,606–608 L = 136,10–16 Jouanna).

7 Horden (1990), 295–315.

8 Rey (1995), 17–23, Villard (1998), 124.

9 Linka / Kaše (2021), 54–71.

10 See for example B 189 (Stobaeus III,1,14), B 235 (Stobaeus III,18,35), B 178 (Stobaeus II,31,56), B 179 (Stobaeus II,31,57).

sion about pain by implementing it into their theories of ethics, the good life, happiness, etc. Yet, even though the passages where pain words occur are numerous, a particularly formal and contextual feature occurs: pain words (usually λύπη) in the texts from these authors almost always occur together with the opposite of pain – pleasure (ἡδονή).¹¹ Both philosophers usually spent more of their time explaining and analyzing pleasure with the occasional indication that pain is its opposite. This approach is to some degree amplified by modern scholarly discussions, in which pleasure is discussed much more deeply than pain.¹² Although this approach was challenged by Cheng or Linka,¹³ pain in Plato and Aristotle still fails to receive appropriate attention.

Pain is of course in no way exclusive to philosophy and medicine, as can be shown from its occurrences in other genres of Classical Greek literature, such as tragedy, history, or oratory. In Sophocles' *Philoctetes*, for example, the painful conditions of the main hero are the driving motif of the whole plot.¹⁴ However, pain is not explicitly problematized, although for different reasons than in works by philosophical and medical authors: pain here is a punishment sent from God for Philoctetes' abuse of Apollo's priest Chryses.¹⁵

What the examples above have in common is the fact that even though the pain words are used abundantly, their authors usually do not feel the urge to provide theory-laden explanations about the nature, origin, or meaning of pain.¹⁶ Instead of focusing on these few passages where they do it, thus, in what follows, we will look at how pain words are used through the lens of distant reading and distributional semantics which will offer more promising results because we no longer have to search passages where the authors explicitly say what pain is and does, but rather to catch the meaning of it in the broader contexts of the textual corpora.

2. Computational Text Analysis

The computational analyses introduced in this article are based on a subset of ancient Greek words from the LAGT dataset.¹⁷ LAGT stands for Lemmatized Ancient Greek Texts, and, as its title implies, the main feature of the collection is that the texts are lemmatized, i.e. they are in dictionary-like form (nouns in nominative singular, verbs in 1st person singular indicative present, etc.). In addition, the lemmatized version of the text is filtered in a such way that it contains only nouns, proper names, adjectives, and verbs. This is because these word categories tend to be the most semantically loaded, and the LAGT dataset is primarily designed to facilitate a semantically focused type of computational analysis of the texts. The texts in LAGT originate from two open-source corpora of ancient Greek texts: the Canonical Greek Literature dataset from the Perseus Digital Library¹⁸ and the First Thousand Years of Greek dataset of the Open Greek & Latin project.¹⁹

11 See for example Aristotle, *Eth. Nic.* 1104b3–16; II,5 1105b21–23; 1106b19–2; 1107b4–7, *Hist. An.* 535a12, 581a30–31, *Part. An.* 666a11–12; *De An.* 408b1–6; 409b16–17; 413b23, *MA* 701b35–36, *Sens.* 436a10; Plato, *Ph.* 83d4, *Phil.* 27d5, *Tim.* 42a6, *Leg.* 654d2.

12 Bostock (2000), 143–160; Brodie (1991), 313–365; Frede (2016), 255–275; Frede (1992), 425–463; Gosling / Taylor (1982); Harte (2014), 288–318; Taylor (2008); Owen (1977), 92–103; Wolfsdorf, (2013).

13 Cheng (2015), W. Cheng (2018) 1–25, Linka (*forthcoming* 2023).

14 Budelmann (2014) 443–467, 1325–35.

15 Sophocles, *Philoc.* 191–6, 1325–35.

16 This claim holds stronger in the case of the 'Hippocratic' writings, in the case of Plato and Aristotle, there are some passages explicitly talking about pleasure. In comparison to pleasure, however, there are scarce.

17 Kase, LAGT (v2.0) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7221150> (last access 21.02.2023).

18 Cerrato et al. (2020).

19 Crane et al. (2020).

It is important to note that the lemmatization of the texts in the LAGT dataset has been produced automatically, using machine learning algorithms. For a vast majority of texts, the LAGT dataset inherits the lemmata from the GLAUx corpus, a recently published dataset of ancient Greek texts using state-of-the-art methods of artificial intelligence for rich morphological annotations of the texts.²⁰ For texts unavailable within the GLAUx corpus, the lemmatization has been conducted using a more traditional rule-based algorithm developed for an older version of LAGT.

As LAGT is a compilation of other collections of ancient Greek texts, it also inherits some useful metadata concerning the texts. First of all, LAGT employs a canonical reference system for ancient works based on CITE architecture.²¹ Using this system, each work in this dataset is represented by a unique identifier, which is shared with other collections of ancient Greek texts, e.g. the Perseus Digital Library or Thesaurus Linguae Graecae. Thus, for instance, the identifier of Aristotle's *Nicomachean Ethics* is "tlg0086.tlg010", where "tlg0086" is the code for Aristotle and "tlg010" is the code for this notional work within a subset of works assigned to him. These identifiers can be used to search for additional metadata in other databases, e.g. the date of origin of a genre of particular texts, which might be useful, especially for some lesser-known works.

As was already mentioned, in this study we focus only on a subset of texts from this large dataset. It is formed by a set of 371 texts by authors assumed to be active either during the 5th or 4th century BCE. As these texts are conventionally treated as the core of the canon of Classical Greek Literature, we call this subset CGL (= Classical Greek Literature) and will henceforth refer to it as such. Before the pre-processing steps described above, the texts consisted of 3,579,690 words; after we applied the filtering, the number of words decreased to 1,828,293. The 371 works are associated with 35 individual author identifiers. For instance, there are 52 works associated with the code "tlg0627" corresponding to Hippocrates. However, as is well known, these texts were produced by several different authors who were active in different periods and engaged in highly diverse writing agendas.²² Similarly, the case of works under the author code "tlg0086" corresponding to Aristotle includes some works written in the Aristotelian school rather than by Aristotle himself (e.g. *Problemata*). Thus, the exact number of authors within CGL is unknown. However, we can still use these identifiers to sort the texts into some subcorpora. For pragmatic reasons, we find it reasonable to treat all texts associated with "tlg0086" as the *Corpus Aristotelicum*, all texts associated with "tlg0627" as the *Corpus Hippocraticum*, and all texts associated with "tlg0059" as the *Corpus Platonium*. Our computational analysis of the CGL corpus starts with counting the occurrences of ten words associated with pain in the 5th and 4th century BCE and derived from four different word roots: λυπέω, λυπηρός, λύπη, ἄλγος, ἄλγημα, ἀλγέω, ὀδύνη, ὀδυνάω, πονέω, πόνοσ.²³ We calculated their frequencies independently for each author, which gave us an overall picture of which terms are typical for each of them (see authors_overview.csv).

3. Distributional Semantic Analysis

After these preliminary analyses, we turned to the methods from the area of distributional semantics. Distributional semantics draws on the so-called distributional hypothesis, which posits that there is a correlation between distributional similarity and the semantic similarity of words:²⁴ words appearing in similar language contexts that tend to have similar meanings. It implies that it should be possible to use the former (i.e. data on the distribution of words within a language corpus) to approximate the lat-

20 Keersmaekers (2021), 39–50.

21 Blackwell / Smith (2019), 73–94.

22 Eijk (2008), 385–412; Eijk (2015).

23 These four word roots were chosen because they represent the four most frequently used pain words in classical antiquity. See Cheng (2018), 1–25.

24 Harris (1954), 146–162; Sahlgren (2008), 33–53.

ter. Formally, this approach relies to a substantial extent on the toolbox of linear algebra, representing the distribution of words using multidimensional vectors called word embeddings.

In particular, here we employ the CBOW (continuous bag-of-words) model, a variant of the famous word2vec model.²⁵ It is a neural network-based approach for obtaining multidimensional vector representations of words. The vectors are generated by training a model aiming to predict a target word from one or more context words. During the training process, the model receives a large number of short sequences of words extracted from a corpus as its inputs. With each sequence, one word is hidden from it (the target word), and the model attempts to predict it using the remaining words (context words). In the model, each word is represented by a set of weights or parameters. These weights are gradually updated as the model learns from its successes and mistakes. After the training ends, these weights are extracted from the model and treated as vectors representing individual words. Thus, in the case of word2vec, the vector representations of words are a byproduct of a model trained to perform a different task: to predict a hidden word. It has been demonstrated that when trained on a sufficient amount of data, neural-based embeddings usually outperform other more straightforward models.²⁶

We train the word2vec models by using the CGL dataset described above. During the learning process, we feed the model using a randomized mixture of word sequences of three different forms: The first type of word sequences are the lemmatized and filtered sentences described above; the second type of sequences are continuous word bigrams extracted from the sentences; and, finally, the third sequences are continuous word trigrams also extracted from the sentences. Thus, for instance, the opening sentence of Aristotle's *Nicomachean Ethics* (πᾶσα τέχνη καὶ πᾶσα μέθοδος, ὁμοίως δὲ πρᾶξις τε καὶ προαίρεσις, ἀγαθοῦ τινὸς ἐφίεσθαι δοκεῖ) is represented by the lemmatized and filtered sentence (πᾶς τέχνη πᾶς μέθοδος πρᾶξις προαίρεσις ἀγαθός τις ἐφίημι δοκέω), overlapping continuous bigrams such as πᾶς τέχνη, τέχνη πᾶς, πᾶς μέθοδος, etc., and overlapping continuous trigrams such as πᾶς τέχνη πᾶς, τέχνη πᾶς μέθοδος, πᾶς μέθοδος πρᾶξις, etc. This implies that one occurrence of a two-word phrase is represented several times within the data feeding the model. It has two valuable properties: first, it makes the input data denser and bigger, which is always valuable when training a machine learning model; second, it is sensitive to the local proximity of words, paying the highest attention to words appearing in the immediate neighborhood.

Within this article, we introduce five models, each of them based on a slightly different subset of texts from the CGL dataset. First, we train a full model based on all 371 texts within the CGL corpus. Furthermore, we generate a model trained on all texts from CGL, except for texts from the *Corpus Hippocraticum*, i.e. based on a subset of 319 works and covering 1,632,716 lemmata. Analogically, we generate a model based on CGL with the exception of the *Corpus Aristotelicum* (336 works, 1,446,704 lemmata) and a model based on CGL with the exception of the *Corpus Platonicum* (334 works, 1,543,372 lemmata). Finally, we generate a model based on CGL with the exception of both the *Corpus Aristotelicum* and the *Corpus Platonicum* (299 works, 1,161,783 lemmata).

These five models allow us to study the impact of the exclusion of an individual subcorpus upon the semantic relationship within the corpus as a whole. When we quantitatively compare the data from these models, we can analyze the extent to which the semantic similarities between any two words in the overall corpus are driven by their usage within an individual subcorpus. Alternatively, we could build independent models for each subcorpus. However, this would imply the necessity to train models on significantly smaller textual data, and we know that the size of the data used for developing the models is crucial for obtaining the appropriate results. On the contrary, with our approach, we see that each of the five models is based on texts covering more than 1 million words.

25 Mikolov et al. (2013).

26 Sahlgren / Lenci (2016).

All five models employ the same vocabulary, which consists of the 3,462 words appearing in the CGL corpus at least 50 times (as above, only lemmatized nouns, verbs, and adjectives are included here). Within each model, there are 3,462 vectors, each one corresponding to one word within the vocabulary. Due to our parametrization of the training algorithm, our vectors have 150 dimensions, a number quite often employed in the literature and sufficient to capture the semantic features we are interested in. The assumption is that vectors occupying similar positions within this 150-dimensional space are semantically related. While our perceptual system is not suitable to capture spatial proximity within a multidimensional space, the mathematical apparatus of linear algebra is free of these limitations. A common algebraic technique to measure the proximity of vectors within a multidimensional space is cosine similarity, defined as the cosine of the angle between two vectors. The resulting score is on a scale between -1 and 1, where 1 means the complete identity of the angle. In other words, cosine similarity allows us to measure the extent of correlation between two rows of numbers such as our word vectors.

In Figure 1, we see a matrix of cosine similarities between the vectors corresponding to the ten pain words in the full model.²⁷ This figure enables us to see the level of (dis)similarity between particular pain words, which is a valuable first step in the classification of pain in general. Unsurprisingly, pain words derived from the same radix have relatively high scores, on average around 0.5. On the other hand, the fact that some words have higher scores with words from other word families than from their own is surprising. This is most clearly seen in the case of ἄλγημα – ὀδύνη (0.65) and ἄλγημα – ὀδυνάω (0.67). Other words from the ἀλγ* family have a slightly lower but noticeable relationship to the ὀδυν* family. This indicates that these two pain word families are used in similar contexts to denote similar phenomena.

This figure also captures the fact that some pain words have a very low score. This is particularly the case of the λυπ* family: λυπέω – ἄλγημα (-0.02) λυπηρός – ὀδύνη (0.02) λύπη – ὀδυνάω (0.01). The score between λυπ* and πον* families is higher, but it is still clear that the λυπ* family is distant from other pain word families. The link between the πον* family and other families is quite constant between 0.2 to 0.3. This figure thus indicates that while ὀδυν* and ἀλγ* families are very close to each other, πον* has a significantly weaker link to them, whereas λυπ* has almost none. We can thus presuppose that ὀδυν* and ἀλγ* will show close semantic similarities, while λυπ* and πον* will be somewhat distant from them. We elaborate upon this observation in the following paragraphs.

27 We used the four pain word families that are most common in classical Greek texts.

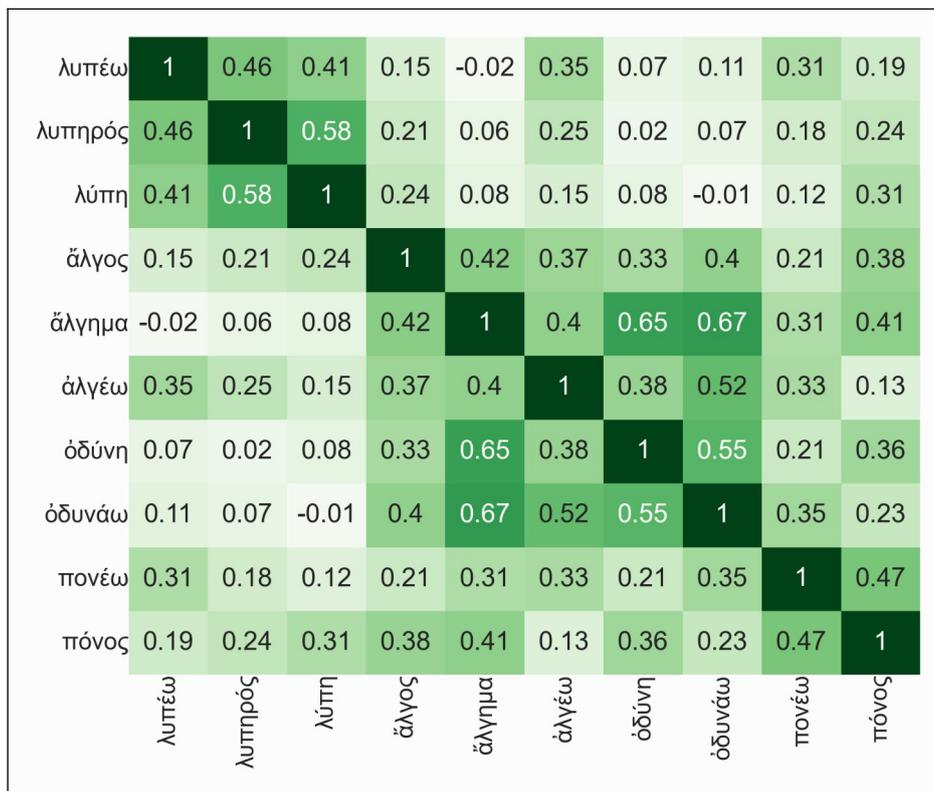


Fig. 1: Cosine similarity matrix of vectors of ten pain words within the full word2vec model.

Furthermore, for each of the ten words, we can inspect which are their nearest neighbors within the vector space. In particular, for each target word (i.e. pain words), we identify a subset of words with vectors having the highest cosine similarity with the vector of the target word. In Table 1, we see the 10 nearest neighbors for each of the pain words. For instance, we observe that among the nearest neighbors of the ἀλγ* words, there are some ὀδυν* words and vice versa. We can also notice that these two groups of words share several neighbors, e.g. ἰξία, κενεών, νείαιρα or βουβών. Generally speaking, ἀλγ* and ὀδυν* share the same neighbors or share neighbors belonging to the same categories, such as body parts and pathologies. In contrast, λυπ* and πον* words have very specific neighbors absent in ἀλγ* and ὀδυν*. Neighbors of both λυπ* and πον* include only one pain word family, namely ἀλγ. As for other neighbors, λυπ* is close to words denoting pleasure – thus the opposite of pain – such as ἡδύς, ἡδονή, ἡδομαι, or emotions and terms connected with morality. In the case of πον*, we see that the majority of its neighbors are connected to hard work, labour, exercise, etc. Thus, we can see that every word family relates to the closest similar words. Thus, we can see that in every pain word family, there is quite a different tendency of most close words.

λυπέω	λυπηρός	λύπη	ἄλγος	ἄλγημα
χαίρω (0.51)	λύπη (0.58)	λυπηρός (0.58)	τάλας (0.66)	ἰξία (0.75)
εὐφραίνω (0.5)	ἡδύς (0.58)	ἡδονή (0.57)	μέλεος (0.6)	ὀδυνάω (0.67)
ἀκόλαστος (0.49)	ἀλγεινός (0.52)	ἐπιθυμία (0.57)	δύστηνος (0.6)	ὑποχόνδριος (0.67)
ἡδομαι (0.49)	βλαβερός (0.51)	σωματικός (0.53)	πότμος (0.57)	φρικώδης (0.67)
ἄχθομαι (0.46)	ἀηδής (0.48)	ἀκολασία (0.51)	οἰκτρός (0.56)	θέρμη (0.67)
δυσχερής (0.46)	συζάω (0.47)	ἀλγηδών (0.48)	πῆμα (0.56)	ὀσφῦς (0.67)
λυπηρός (0.46)	λυπέω (0.46)	θυμός (0.48)	τλήμων (0.54)	τράχηλος (0.66)
ἀπολαύω (0.45)	ἀπολαύω (0.45)	ἐγκράτεια (0.47)	τλάω (0.54)	κενεών (0.65)

κέρδος (0.45)	ἐπιθυμία (0.45)	Ἄφροδίσιος (0.47)	στένω (0.53)	ὀδύνη (0.65)
ἀγανακτέω (0.45)	παρουσία (0.44)	φθόνος (0.47)	πόθος (0.53)	βουβών (0.64)
ἀλγέω	ὀδύνη	ὀδυνάω	πονέω	πόνος
ὀδυνάω (0.52)	θέρμη (0.66)	μετάφρενον (0.7)	ταλαιπωρέω (0.6)	πλησμονή (0.54)
ἀλγεινός (0.49)	ἄλγημα (0.65)	ἰξία (0.69)	πόνος (0.47)	ταλαιπωρία (0.5)
δακρύω (0.48)	δίψα (0.63)	ὑποχόνδριος (0.69)	γυμνάζω (0.44)	πονέω (0.47)
ψαύω (0.46)	βήξ (0.62)	ἄλγημα (0.67)	ισχναίνω (0.42)	ἀλγηδών (0.46)
βαρύνω (0.46)	στραγγουρία (0.61)	κενεών (0.65)	ταλαιπωρία (0.42)	εὐεξία (0.46)
νείαира (0.44)	νείαира (0.61)	ὑφαίμος (0.64)	εὐεξία (0.42)	ἄλγημα (0.41)
παραφρονέω (0.43)	ἰξία (0.58)	βουβών (0.64)	βαρύνω (0.41)	καῦμα (0.41)
φρίκη (0.43)	κενεών (0.57)	πλευρόν (0.64)	διαπονέω (0.41)	ἐπίπνοος (0.4)
ἰξία (0.42)	σπασμός (0.56)	ὀδυνώδης (0.63)	κουφίζω (0.4)	γυμνάσιον (0.4)
ὑποχόνδριος (0.42)	φλεγμονή (0.56)	νείαира (0.63)	παραμένω (0.36)	φῦσα (0.39)

Tab. 1: Nearest neighbors of the three pain word families.

Looking at the data from Table 1, it appears that the nearest neighbors come from several discernible semantic categories such as bodily parts, dietetics, emotions, etc. Drawing on this observation, we subjected the terms within the table of nearest neighbors to manual coding. We repeated this procedure with all five tables, each corresponding to one model. Each term within these tables was assigned to one of the following categories:

- pain (pain words)
- suffering (more general than pain, not necessarily connected to the body)
- pathology (diseases, injuries, lack of health)
- bodily parts
- dietetics (words connected to work, exercise, eating, and drinking)
- emotions
- morality (virtues, vices, character traits)

The resulting list of coded words with categories assigned to them can be found in the file `terms_translation_categories.csv` available via Github.²⁸ Obviously, our decisions concerning how to code individual words can easily be problematized. However, despite these possible problems, we believe that our division of words into these categories is heuristically valuable since it covers both the aspects of pain discussed in the medical texts (pathology, body parts, dietetics) and philosophical texts (emotions, morality).

Subplot A in Figure 2 depicts the strength of semantic association between the pain words and the seven semantic categories within the full model. Each category is represented by the ten most frequent terms within the vocabulary used during the generation of the vector model. Strength is measured as average cosine similarity between the pain word on the one hand and the ten words most representat-

28 See https://github.com/kasev/PIPA/blob/main/data/terms_translation_categories.csv (last access 21.02.2023).

ive of the category on the other. The visualization of Figure 2 confirms what we have already mentioned above about the typical neighbors of particular pain words and also provides some new insights. A connection to the category ‘pain’ is unsurprisingly present in all pain words. In addition to that, however, we can see some relevant differences between the particular pain words. There seems to be a strong association between λυπ* words and ‘morality’ and ‘emotions’. Both these categories are connected only to λυπ* words. At the same time, λυπ* words have a connection with the highest number of categories (five in the case of λυπέω, four in the case of λύπη and λυπηρός). There is no connection to ‘bodily parts’ or ‘pathologies’, but a slight connection to dietetics. We could thus tentatively claim that λυπ* designates pain that is more connected to psychic faculties, emotions, and moral aspects of life than other pain words are.²⁹ In contrast, there is a strong association between ‘bodily parts’ and ἀλγ* and ὀδυν* words. We have already observed this in the table above. What is more clear now is the fact that there is a semantic difference inside the ἀλγ* word family, since ἄλγημα is strong in its connection to pathology and bodily parts, while ἄλγος and ἄλγεω have no connections to more specific categories, only to pain and suffering. Thus, ἄλγημα is more similar to ὀδύνη and ὀδυνάω, and all three pain words are connected to ‘bodily parts’ and ‘pathologies’. Thus, we could say that they denote bodily pain caused by injuries or diseases. Finally, πον* is specific in its connection to ‘dietetics’, which is absent in other pain words (except λυπέω). Thus, it seems that this word family is connected to hard work, exercise, etc.³⁰ We can thus say that there are clear differences between pain word families and, although there are exceptions, there are some general consistent semantic layers for particular pain words or pain word families.

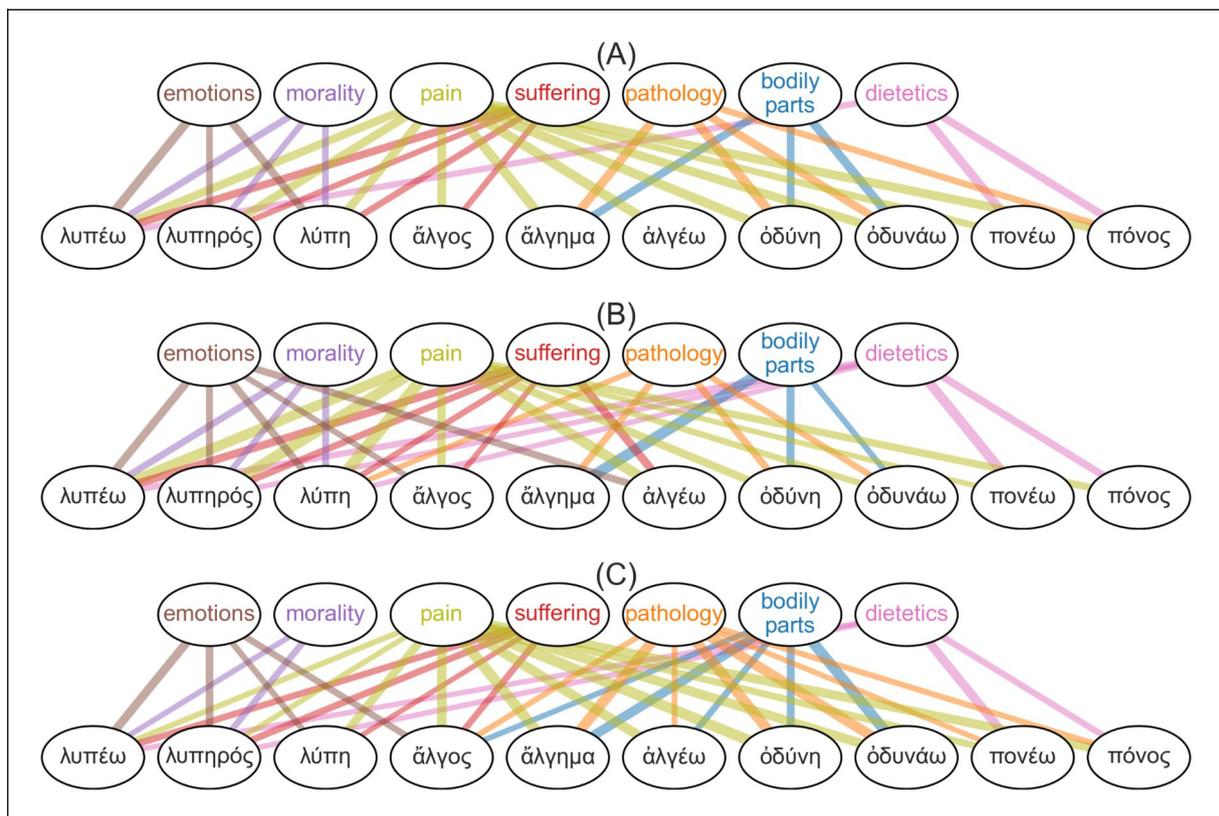


Fig 2: Association between pain words and selected semantic categories across three models: (A) – full model; (B) – model excluding *Corpus Hippocraticum*, (C) – model excluding both *Corpus Platonicum* and *Corpus Aristotelicum*. Line strength expresses the extent of cosine similarity, with a stronger line meaning a higher extent of similarity.

29 This fact is corroborated by Cheng (2018), 6.

30 This is not surprising, as in some important texts, for example the ‘Hippocratic’ *On Regimen*, πόνος means exercise or activity. See e.g., Vict. I,2 (6,470 L = 124,2–20 Joly-Byl), II,66 (6,588 L = 190,25–7 Joly-Byl), II,66 (6,582 L = 188,12–14 Joly-Byl).

After these explorations of the full model (i.e. a model based on the complete list of works within the CGL corpus), we can move on and focus on models trained on subsets of works excluding the individual subcorpora of our interest. In adopting this approach, we can ask: “To what extent are the associations between the words and semantic domains we have just observed driven by the usage of certain terms within the subcorpora and nowhere else?” Some useful insights can be obtained by looking at Figures 2-B and C.

Figures 2-B and 2-C adopt the same method as Figure 2-A, but are built on other vector models. Figure 2-B is based on the vector model trained on the subset of texts from the CGL corpus, except for the texts from the *Corpus Hippocraticum*. Thus, in Figure 2-B, in cases in which we observe a weaker line between a pain word and a semantic category than in Figure 2-A, it means that the association between the term and the domain was to a substantial extent driven by the *Corpus Hippocraticum* and that, after its exclusion, the association diminishes. Thus, we see that once we exclude the *Corpus Hippocraticum*, the association between ὀδυνάω and ‘bodily parts’ becomes weaker. In other words, this association is driven by this subcorpus. This is also true in the case of the category ‘dietetics’, which in the full model was dominantly connected only to πον*; now, λυπ* associates with it as well. The *Corpus Hippocraticum* also influences the association between ‘emotions’ and pain words: in the full model, it is associated only with λυπ*; now it is associated with ἄλγος and ἀλγέω as well. Another interesting finding is the link between λύπη and ‘pathology’, which was also absent in the full model.

We can also interpret Figure 2-C in the same vein. Perhaps most interesting here is the drop in association strength between λύπη and ‘morality’, and also between λύπη and other pain words and ‘emotions’. This indicates that these associations are to a substantial extent driven by the two philosophical corpora. The exclusion of the two philosophical corpora has an effect on the category dietetics that is similar to the exclusion of the *Corpus Hippocraticum*: λύπη and λυπήρος associate with it. It is also worth mentioning that ἀλγέω and ἄλγος are now associated with ‘pathologies’ and ‘bodily parts’, which indicates that philosophical corpora substantially influence their semantics.

Finally, we can return to our former analysis of the mutual relationships between pain words and in what manner these associations are driven by individual subcorpora. For this purpose, we generated Figure 3, which captures the impact of the exclusion of individual subcorpora upon the strength of the semantic connection between individual pain words. The cell values in these matrices express the difference between values in the matrix of cosine similarities between pain words within the full model (depicted in Figure 1) and the matrix of cosine similarities between the pain words within a model excluding a subcorpus. For instance, in Figure 1, we could see that the cosine similarity between πονέω and ἀλγέω is 0.33. In Figure 3-A, we see the value -0.18. This is because cosine similarity between vectors corresponding to πονέω and ἀλγέω within the model excluding the *Corpus Hippocraticum* is 0.15³¹ and 0.15 minus 0.33 is -0.18. That means that in the subset of texts from CGL, excluding the *Corpus Hippocraticum*, the semantic association between πονέω and ἀλγέω is substantially weaker than within the full model including this subcorpus, which implies that the association between these two words is driven by the given subcorpus. In other words, by reading the full CGL corpus regardless of individual authors, genres, or subcorpora, we would easily gain the impression that these two terms are used in a relatively similar manner (0.33). However, upon checking the sources more closely, we would realize that this is actually caused mainly by the usage of these terms within the *Corpus Hippocraticum* and is much weaker elsewhere. On all subplots of Figure 3, such cases are represented by negative values. On the other end of the spectrum, there are cases with positive values. These indicate an opposite trend. For instance, in subplot Figure 3-D, we see how similarities are affected once we exclude the two philosophical subcorpora, namely the *Corpus Platonicum* and the *Corpus Aristotelicum*. In Figure 1, we can see that the association between λύπη and ἄλγος tends to be rather mod-

31 See supplementary Figure sim_matrices_all.png available here: https://github.com/kasev/PIPA/blob/main/figures/sim_matrices_all.png (last access 21.02.2023).

erate, i.e. 0.24. But after we exclude the two philosophical corpora, we see that their connection becomes much stronger: 0.5. In such a case, the difference is a positive number, 0.26. It appears that with the *Corpus Platonium* and the *Corpus Aristotelicum*, the similarity between these two terms is much weaker, as they are used differently than in the overall corpus, an observation we have already made with respect to the relationships depicted in Figure 2.

We can see that the exclusion of each subcorpus has a different impact on the relations between pain words. While there are no substantive changes when excluding the *Corpus Aristotelicum* (Figure 3-C), in the case of *Corpus Hippocraticum*, these changes are large (Figure 3-A). Of particular interest is the relation between the $\lambda\pi^*$ pain word family and $\acute{\alpha}\lambda\acute{\gamma}\acute{\epsilon}\omega$, $\acute{\omicron}\delta\acute{\upsilon}\nu\eta$, and $\acute{\omicron}\delta\upsilon\nu\acute{\alpha}\omega$, which increases after excluding the *Corpus Hippocraticum*. The relation between $\lambda\pi^*$ and these three pain words is thus much weaker in this subcorpus than in the full corpus. Similarly, the pain word $\acute{\alpha}\lambda\gamma\eta\mu\alpha$ evinces that it is used in a specific way in this subcorpus: in the *Corpus Hippocraticum*, $\acute{\alpha}\lambda\gamma\eta\mu\alpha$ is much closer to other pain words than in the rest of the corpus. In general, in the *Corpus Hippocraticum*, associations between pain words are most specific in comparison to the full corpus and the exclusion of other subcorpora. Thus, the influence of the way pain words are used in the *Corpus Hippocraticum* on the whole CGL corpus is most substantial. Figure 3, therefore, corroborates our observation that not only associations between pain words and semantic domains are influenced by the specificity of various subcorpora, but the relations between pain words themselves are as well. While in the case of Figure 2, it seems that the exclusion of each subcorpus has a similarly relevant impact on the semantics of pain words, as is the case in Figure 3, where the influence of the *Corpus Hippocraticum* is the strongest.

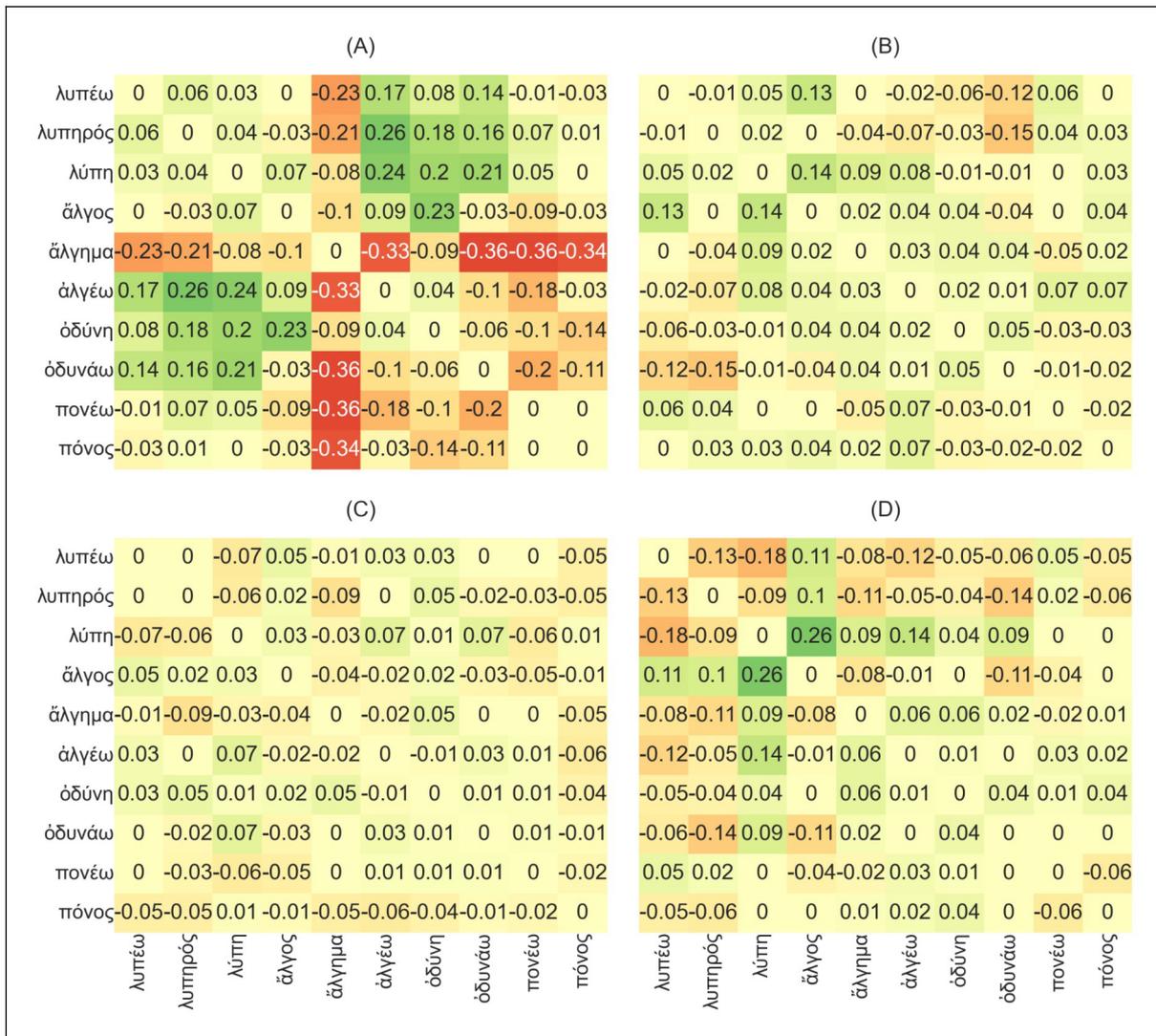


Fig. 3: Matrix of differences in cosine similarity between individual pain words after the exclusion of individual subcorpora: (A) – exclusion of the *Corpus Hippocraticum*; (B) – exclusion of the *Corpus Platonium*; (C) – exclusion of the *Corpus Aristotelicum*; (D) – exclusion of both the *Corpus Platonium* and the *Corpus Aristotelicum*.

Conclusions

In this paper, we computationally analyzed four pain word families, their role, meaning, and mutual relationship in Classical Greek texts. Although all four pain word families were used for denoting pain, we have shown that their meanings differ significantly according to the features of pain that they associate with. First, we analyzed relations between particular pain words and emphasized the closeness between ἀλγ* and ὀδυν*. Then we saw how particular pain word families differ in their associations to semantic categories: λυπ* is close to emotions and morality, ἀλγ* and ὀδυν* to bodily parts and pathologies, πον* to dietetics. This was specified by focusing on a particular pain word in pain word families. Nonetheless, the greatest contribution lies in revealing how particular subcorpora influence both the association of pain words with categories and the relations between pain words themselves. Especially in the case of the *Corpus Hippocraticum*, we have seen that its influence on the usage of pain words in the whole corpus was substantive. This study also showed that computational methods – together with close reading expertise – are appropriate tools for approaching traditional philosophical or historical problems, as we can analyze a vast amount of data and capture the meaning of relevant phenomena that are otherwise difficult to grasp by close reading alone.

Sources

Text editions

Littre (1839–1861): É. Littre (ed./transl.), *Oeuvres complètes d'Hippocrate*, Paris 1839–1861, repr. Amsterdam 1961–1962 & 1973–1991.

References

Budelmann (2007): F. Budelman, The Reception of Sophocles' Representation of Physical Pain, *AJPh* 128 (2007), 443–467.

Blackwell / Smith (2019): C. Blackwell / N. Smith, The CITE Architecture, A Conceptual and Practical Overview, in: M. Berti (ed.), *Digital Classical Philology, Ancient Greek and Latin in the Digital Revolution*, Berlin 2019, 73–93.

Bostock (2000): D. Bostock, *Aristotle's Ethics*, Oxford 2000.

Brodie (1991): S. Brodie, *Ethics with Aristotle*, New York / Oxford 1991.

Cerrato et al. (2020): L. Cerrato et al., *PerseusDL/canonical-greekLit 0.0.2711* (Version 0.0.2711), Zenodo, <https://doi.org/10.5281/zenodo.4067170> (Last access 21.03.2023).

Cheng (2015): W. Cheng, *Pleasure and Pain in Context: Aristotle's Dialogue with his Predecessors and Contemporaries*, PhD diss. Humboldt Universität, Berlin 2015.

Cheng (2019): W. Cheng, Aristotle's Vocabulary of Pain, *Philologus* 163/1 (2019), 47–71.

Craik (2015): E. M. Craik, *The 'Hippocratic' Corpus*, London / New York 2015.

Crane et al. (2020): G. R. Crane / L. Mueller / B. Robertson / A. Babeu / L. Cerrato / T. Koentges / R. Lesage / L. Stylianopoulos / J. Tauber, *First1kGreek* (Version 1.1.5070), Zenodo, <https://doi.org/10.5281/zenodo.4091475> (Last access 21.03.2023).

Eijk (2008): P. van der Eijk, Medicine in the Formation of Early Greek Thought, in: P. Curd et al. (eds.), *Oxford Handbook of Presocratic Philosophy*, Oxford 2008, 385–412.

Eijk (2015): P. van der Eijk, On 'Hippocratic' and Non-'Hippocratic' Medical Writings, in: L. Dean-Jones et al. (eds.), *Ancient Conceptions of the 'Hippocratic'*, Papers Presented at the XIIIth International Hippocrates Colloquium Austin, Texas, August 2008, Leiden / Boston 2015, 17–47.

Frede (1992): D. Frede, Disintegration and Restoration, Pleasure and Pain in Plato's *Philebus*, in: R. Kraut (ed.), *The Cambridge Companion to Plato*, Cambridge 1992, 425–463.

Frede (2016): D. Frede, Pleasure and Pain in Aristotle's *Ethics*, in: R. Kraut (ed.), *The Blackwell Guide to Aristotle's Nicomachean Ethics*, Oxford 2016, 255–76.

Gosling / Taylor (1982): J.C.B. Gosling / C.C.W. Taylor, *The Greeks on Pleasure*, Oxford 1982.

Harris (1954): Z. S. Harris, Distributional Structure, *Word & World* 10 (1954), 146–62.

Harte (2014): V. Harte, The *Nicomachean Ethics* on Pleasure, in: R. Polansky (ed.), *The Cambridge Companion to Aristotle's Nicomachean Ethics*, Cambridge 2014, 288–138.

Horden (1999): P. Horden, Pain in Hippocratic Medicine, in: J. R. Hinnells et al. (eds.), *Religion, Health and Suffering*, London 1999, 295–315.

Kaše (2021): V. Kaše, *LAGT: Lemmatized Ancient Greek Texts (v1.0.0)* [Data set], Zenodo, <https://doi.org/10.5281/zenodo.4552601> (last access 27.03.2023).

- King (1998): H. King, *Hippocrates' Woman, Reading the Female Body in Ancient Greece*, London 1998.
- Keersmaekers (2021): A. Keersmaekers, The GLAUx corpus: Methodological issues in designing a long-term, diverse, multi-layered corpus of Ancient Greek, *Proceedings of the 2nd International Workshop on Computational Approaches to Historical Language Change 2021*, 39–50. <https://doi.org/10.18653/v1/2021.lchange-1.6> (last access 21.02.2023).
- Linka / Kaše (2021): V. Linka / V. Kaše, Pain and Body in Corpus 'Hippocraticum', *A Distributional Semantic Analysis*, *Digital Classics Online* 7 (2021), 54–71. <https://doi.org/10.11588/dco.2021.7.81212> (last access 24.04.2023).
- Mikolov et al. (2013): T. Mikolov / I. Sutskever / K. Chen / G. S. Corrado / J. Dean, Distributed Representation of Words and Phrases and their Compositionality, in: C. J. C. Burges et al. (eds.), *Advances in Neural Information Processing Systems 26* (2013), 3111–3119.
- Owen, G. E. L. (1977): *Aristotelian Pleasures*, in: Barnes J. et al. (eds.), *Articles on Aristotle, 2. Ethics and Politics*, London 1977, 92–103.
- Sahlgren (2008): M. Sahlgren, The Distributional Hypothesis, *Rivista di Linguistica*, 20/1 (2008), 33–53.
- Sahlgren / Lenci (2016): M. Sahlgren / A. Lenci, The Effects of Data Size and Frequency Range on Distributional Semantic Models. <https://arxiv.org/abs/1609.08293> (last access 27.03.2023).
- Taylor (2008): C. C. W. Taylor, *Pleasure, Mind and Soul, Selected Papers in Ancient Philosophy*, Oxford 2008.
- Villard (2006): L. Villard, *Vocabulaire et représentation de la douleur dans la Collection hippocratique*, in: F. Proust et al. (eds.), *Penser et représenter le corps dans l'Antiquité*, Rennes 2006.
- Wolfsdorf (2013): D. Wolfsdorf, *Pleasure in ancient Greek philosophy*, Cambridge 2013.

Author contact information³²

Vojtěch Linka
Faculty of Arts
Charles University
nám. Jana Palacha 2
11638, Praha 1
Czech Republic
E-Mail: vojtech.p.linka@gmail.com

Vojtěch Kaše
Faculty of Arts
University of West Bohemia
Sedláčkova 19
30614, Plzeň
Czech Republic
E-Mail: kase@kfi.zcu.cz

³² The rights pertaining to content, text, graphics, and images, unless otherwise noted, are reserved by the authors. This contribution is licensed under CC BY 4.0.

Developing a Database for the Greek Fragmentary Tragedians

Andreas P. Antonopoulos, Stylianos Chronopoulos,
Nikolaos Ntaliakouras, Panagiota Taktikou,
Anastasia Psomiadou, Iraklis Markelis

Abstract: The present paper describes the progress made by the FragTrag.1 project in developing an openly-accessed Database for the Greek Fragmentary Tragedians. The Database aims to collect all information at hand about the life and fragmentary works (tragedies and satyr dramas) of 45 Greek tragedians of the 6th and the 5th centuries BC. These poets include, respectively, the pioneers of Greek drama, as well as the competitors of Aeschylus, Sophocles, and Euripides (the only three tragedians from whom we have complete works). In addition to providing digital biographical records for these poets, the Database will include the first born-digital edition of their fragmentary works and of selected *testimonia* referring to them.

Collections of fragments: a specific type of edition in its first digital steps

From the vast literary production of ancient Greece during the Archaic, Classical, and Hellenistic eras only a small portion of texts has been transmitted in (more or less) complete form. A considerably larger portion is known to us through information provided by other texts, mainly from Imperial and Byzantine times. This information may have various degrees of detail and exactitude: a simple mention of an author's name and/or work's title and information about this work, a more detailed reference to the content of a specific work or an aspect of it, a quotation of a word or a phrase or an entire passage, and even a paraphrase of the exact wording of a specific passage. To these pieces of information, which very often represent types of reuse of an older text by a more recent one, one should add a smaller corpus of papyrial remains, which transmit directly a portion (whatever its size) of a specific text. Thus, information pieces of various types scattered among various works may give, if collected and put together, some insight into literary works that have not been transmitted extant. Putting together these information pieces in collections pertaining to a particular work, or a particular author, or even a particular genre presupposes an attention shift from the reusing or witness (extant) text to the reused (non-extant) text. In practice, nevertheless, such a collection operates at the intersection between these two types of texts, as the fuller understanding of a reused text is often dependent on its context in the witness text.

The collection and presentation of such scattered information pieces (in most cases on author or genre basis), led to the creation of a distinct kind of scholarly edition, the edition of a collection of frag-

ments,¹ the word “fragment” being the term that prevailed in classical scholarship to refer to these information pieces.² This genre of publication reached its peak in the 20th century, following several centuries of experimentation. Notable works that showcase its maturity, *Die Fragmente der griechischen Historiker* by F. Jacoby (Berlin 1923–), *Tragicorum Graecorum Fragmenta* by B. Snell, R. Kannicht, and S. Radt (Göttingen 1971–), and *Poetae Comici Graeci* by R. Kassel, C. Austin, and S. Schröder (Berlin 1983–), feature a similar general structure comprising the following basic components:

- *prefatory material*
- *testimonia*: a collection of texts from various sources transmitting general information about the author and/or his work or aspects of his work; some external reference system is used, commonly continuous enumeration, in order to make each *testimonium* citable.
- *titles of works*: the titles of works (and in some cases their subdivisions) attributed to an author as they are transmitted by *testimonia* and witnesses of fragments; the editions include also a section “unknown works” for the categorisation of fragments of unknown provenance.
- *fragments*: a collection of texts from various sources transmitting fragments of an author/work; this section includes a critical edition of the witness passage, as well as a critical edition of the fragment itself, and uses typographical means to distinguish between them; some external reference system is used, commonly continuous enumeration for each author, in order to make each fragment citable.
- *concordances*: tables which match references to *testimonia* and fragments in the present edition to those of a previous edition/previous editions.
- *list of sources*: a list of references to the ancient/medieval sources that transmit the *testimonia* and the fragments.
- *indices*: depending on the edition, indices of all words included in *testimonia* and fragments, and/or indices of named entities.

Transferring this genre of critical editions into a machine-operable digital format has been proven quite challenging. As Berti remarks, “the first generation of digital libraries has digitised the reconstructed text of single editions of Classical works. The goal of the second generation of digital libraries is to publish multiple editions of the same work, reproduce the critical apparatus and all other paratextual elements (prefaces, introductions, indexes, bibliographies, notes, etc.), and generate collaborative environments for critical editing of Greek and Latin sources.”³

In the case of fragmentary texts of Greek authors the digitised editions included in *Thesaurus Linguae Graecae* (TLG)⁴ represent clearly cases belonging to the first generation: (a) no specific data model has been used for the digitisation of the collections of fragments, and (b) the digitised editions comprise less information in comparison to the print editions; most notably, no critical apparatus is included and, in most cases, the witness text is missing. The digital tools available for browsing and ac-

1 For the origins of this type of edition see Kassel (2005), Dionisotti (1997) (with some interesting remarks concerning the interconnection between this type of edition and the invention of print, p. 4), and Most (2009), 15–17.

2 For the term, see Most (2009).

3 Berti (2019), 260–261.

4 <http://stephanus.tlg.uci.edu> (last access 24.04.2023).

cessing information from the fragments are the default tools provided for all texts included in the TLG database, namely, there is no specific provision for the peculiarities, which collections of fragments as a genre present.⁵

Brill's New Jacoby (BNJ) has some features that bring it closer to a digital library of the second generation. It includes not only an updated digitised version of Jacoby's *Die Fragmente der griechischen Historiker*, but also additional fragments from the authors covered by Jacoby, as well as fragments from several new authors. The new material has been produced especially for BNJ. The critical edition of the *testimonia* and the fragments is accompanied by an English translation, commenting notes and prefaces to the authors. BNJ provides browsing and search tools designed specifically for this edition. The implementation of a new project, *Jacoby Online* (JO)⁶ moves a step further into adopting a model for producing uniform and stable identifiers for its elements (CITE-Architecture) and providing specialised browsing and search tools for the collection.⁷ Yet, the data model underlying the digital edition largely reproduces the model of a print edition and does not go significantly beyond it in terms of Linked Open Data.⁸ In this regard, both the editions of fragments in TLG and BNJ/JO continue to rely heavily on the print tradition and do not actually open up a path for experimenting with a new data architecture, with visualisations and tools designed especially for the digital medium.

Exactly this path is explored by Berti's *Digital Fragmenta Historicorum Graecorum* (DFHG),⁹ a digital product which in her own words "is not a new edition of ancient Greek fragmentary historians, but a digital experiment to provide textual, philological, and computational methods for representing fragmentary authors and works in a digital environment".¹⁰ DFHG's base is a digitised version of the genre-based edition of the Greek historians' fragments by K. Müller, *Fragmenta historicorum Graecorum* (Paris 1841–1884), the now outdated predecessor of Jacoby's *Die Fragmente der griechischen Historiker*. Upon this base, Berti builds a digital edition, a combination of special digital browsing and search tools, as well as various visualisations. The final product demonstrates clearly how standard features of print scholarly editions, such as indexes and lists of witnesses, can be transferred in a digital environment and how hypertext could be functionally implemented in digital editions.¹¹ Berti's "experiment" is based on a print edition of a collection of fragments and keeps unchanged its data model, but nevertheless it manages to demonstrate a way for the creation of a born-digital edition of fragments and its tools.

Thebaidis reliquiae,¹² created by M. Spanakis and published as part of the project *Thebarum Fabula*,¹³ is an original, open-source, born-digital edition of the fragments of Antimachus' of Colophon epic poem *Thebais*. It is an author-oriented, single-author/single-work edition of fragments offering the default functionality and tools provided by TEI Publisher.¹⁴ The edition is formatted as a single TEI¹⁵-

5 See also Berti (2021), 50–58 for a detailed presentation and critique of the incorporation of collections of fragments in TLG.

6 <https://scholarlyeditions.brill.com/bnjo> (last access 24.04.2023).

7 See further in Berti (2021), 58–66.

8 For the concept and some of the uses of Linked Open Data in Digital Humanities, Blaney (2017) is a very good starting point.

9 <https://www.dfhg-project.org> (last access 24.04.2023).

10 Berti (2019), 262.

11 Berti documents and discusses extensively DFGH in Berti (2019), 127–303.

12 <http://thebarumfabula.usc.es/exist/apps/bibliotheca/Antimachus-Thebais.xml> (last access 24.04.2023).

13 <http://thebarumfabula.usc.es> (last access 24.04.2023).

14 <https://teipublisher.com/index.html> (last access 24.04.2023).

15 Text Encoding Initiative: <https://tei-c.org> (last access 24.04.2023).

compatible XML document; it includes the original text of the fragments, parallel translations in English and modern Greek, a list of witnesses (manuscripts and previous editions), textual and explanatory notes; it offers the possibility to download the XML-file including all its data, but lacks any preface or prefatory remarks. There is a very simple browsing tool that provides the possibility only for linear browsing. Finally, there is no search tool especially designed for this specific edition; the *Thebarum Fabula* project provides a simple full-text search tool for all editions it includes.

Spanakis' work adopts a data model typical for print editions of fragments. The fragments are enumerated continuously and attributed to books. For each fragment Spanakis offers the original text of the witness transmitting the fragment and its translations. If the witness transmits an actual fragment, that is the original wording of the poem or something close to it (e.g. a word used by Antimachus in its lemma form), this fragment is separated from the text of the witness and is presented on its own in the original and in translation. If the witness transmits more general information about the poem, Spanakis offers only the original text of the witness and its translations.¹⁶ Yet, the two cases are not differentiated explicitly.

Thebaidis reliquiae represents an advancement in digital scholarly editing of fragments, as it provides an open-source, born-digital, and original edition of a fragmentary work. At the same time, it can be regarded as a bridge between print and digital editions of fragments, since it is clearly indebted to the data model of print editions. The fact that this edition does not contain virtually any hypertext, Linked Open Data, or possibilities for various visualisations, reinforces the judgement that it is a born-digital edition that still follows the print paradigm.

The comparison between *DFGH* and *Thebaidis reliquiae* illustrates the crucial point at which the creation of digital editions of collections of fragments stands at this moment: on one hand, we need digital editions which offer new material and supersede their print counterparts; on the other, we need to develop new data models for creating editions of fragments in ways that they can (a) represent adequately the peculiarities of this specific scholarly genre, (b) take full advantage of the possibilities available in the digital medium, and (c) fulfil (at least some of) the criteria set up by Sahle for qualifying an edition as a digital edition: providing high-resolution facsimiles, hypertext, data modelling according to the guidelines of the TEI and enriching texts with normative data, Linked Open Data, various browsing and searching options, visualisations that go beyond pure text presentation (interactive map material, kinship network).¹⁷

The edition *Greek Fragmentary Tragedians Online* (FragTrag), presented below in its concept and basic features, places itself in the context of the ongoing research for establishing a paradigm for born-digital editions of collections of fragments.¹⁸

16 See e.g. fragment 13: <http://thebarumfabula.usc.es/exist/apps/bibliotheca/Antimachus-Thebais.xml?root=4.4.2.2.5.6> (last access 24.04.2023).

17 Sahle (2013), 148.

18 <https://fragtrag1.upatras.gr> (last access 24.04.2023). The project is hosted by the Department of Philology, University of Patras – Greece. Its research and other activities are also supported by the dynamic “Institute of Digital Innovation” of the University Research Centre of Ioannina (<https://urci.unit.uoi.gr/idi/en>; last access 24.04.2023). FragTrag.1 has been made possible through a major funding grant from the Hellenic Foundation for Research and Innovation (HFRI) (<https://www.elidek.gr/en>; last access 24.04.2023), in the framework of the “2nd Call for Research Projects to Support Post-Doctoral Researchers” (Project Number: 85). The authors of this paper wish to thank the HFRI for its generosity, as well as the members of the project’s Advisory Board, Profs. James Diggle (Cambridge), Eric Csapo (Warwick), George W.M. Harrison (Carleton), Antonis Petrides (Open U. of Cyprus), Angeliki Syrkou and Ioannis Chatzilygeroudis (Patras) for their support in the implementation of the Database.

Greek Fragmentary Tragedians: the material

For most people nowadays Greek tragedy is almost entirely represented by the 5th century BC Athenian playwrights Aeschylus, Sophocles and Euripides, from whom we have 30–32¹⁹ complete plays in total. A few people may also be aware that there is one complete satyr drama, Euripides' *Cyclops*, and that this genre too – having common roots with tragedy in the Dionysiac dithyramb – was written by the tragedians. Nevertheless, hundreds of other tragedies and satyr dramas were performed in antiquity, written by a multitude of poets. Only in Athens, every year during the 5th and most of the 4th century BC, three tragic poets would take part in the City Dionysia contest, with three tragedies and a satyr drama each. In addition, in the lesser dramatic contest of the Lenaia, starting from 440–430 BC, two tragic poets would compete with two tragedies each. In addition to the “Great Three” (from whom we also have fragmentary plays), 200 names of other Greek tragedians are known from ancient sources, starting from c. 534 BC (the traditional date for tragedy's introduction to the Athens' City Dionysia by Thespis), and going as far the 5th century AD. From the works of these poets – commonly referred to as the “minor tragedians”, or “tragicci minores”²⁰ – we have numerous fragments and *testimonia* (ranging from 270 lines to a few words, or even a single title), while some of them are simply known by name.

In order to get an idea of these poets' contribution to Greek drama, one needs to take in mind that the period between 534 BC and Aeschylus' first appearance at the theatre in 499 BC features some of the great pioneers of Greek theatre as a whole. These include Thespis, the first known poet of tragedies and – traditionally – the first actor, Pratinas of Phlius, the first known poet of satyr dramas,²¹ Chorerilus, one of the most prolific tragedians,²² and Phrynichus, the first known author of a historical drama.²³ It is also worth calculating, for instance, the output of the 5th cent. BC “fragmentary” poets, *vis-à-vis* that of Aeschylus, Sophocles, and Euripides. During the 95 years of the combined career of “The Triad”²⁴ approximately 1140 plays were staged in the City Dionysia,²⁵ and at least another 104 in the Lenaia (starting the count for the latter festival from 430 BC).²⁶ Provided that the numbers of the ancient sources are sound – or at least near the truth – from this total of 1244 plays only 300 belonged to the “Triad” (90 to each of Aeschylus and Euripides, 120 to Sophocles) and the rest to other poets. Among them – according to the *Suda* – Aristarchus wrote 70 plays, Ion 40 plays, Achaeus 44 plays and Philocles 100 plays.

The 4th century BC hosted some even more productive poets, the most famous of whom was Astydamas the Younger with an impressive record of 240 plays and 13 victories,²⁷ as well as the expansion of tragedy well beyond the borders of Attica. In fact, in 340 BC this poet became the first tragedian to have a bronze statue of his erected in the Theatre of Dionysus, and what is more this honour by the

19 The authorship of *Prometheus Bound* by Aeschylus and that of *Rhesus* by Euripides are contested.

20 E.g. in Snell / Kannicht (1986), the reference scholarly edition of their works, and, most recently, in Cropp (2019) and (2021).

21 He is credited with 50 plays, 32 of which satyric, and one victory by the Byzantine lexicon of *Suda*.

22 He is credited with 160 plays and 13 victories by the *Suda*.

23 I.e. *Miletou Alosis*, reflecting on the sack of Miletus by the Persians in 494 BC.

24 Starting with Aeschylus' first appearance in the theatre in 499 BC and ending with Sophocles' death in 405 BC.

25 Every year three tragic poets participated in the tragic contest, each presenting three tragedies and one satyr drama. So 95 years x 3 poets x 4 plays make 1140 plays.

26 Every year two tragic poets participated in the tragic contest with two tragedies each. So 26 years x 2 poets x 2 plays make 104 plays.

27 Compare the only 5 victories of Euripides, one of which *post mortem*.

Athenian demos took place during Astydamos' lifetime and before similar statues were erected for each of Aeschylus, Sophocles and Euripides.²⁸

With the above in mind, two things become evident straight away. First, it is impossible to have a complete coverage of Greek theatre – at least of what is left of it – without incorporating the fragmentary works of these poets and other evidence of their life and career. Second, the stereotypical characterisation of these poets as “minor tragedians” – prompted by the poorer attestation of their work in comparison to the “Triad” – is unfortunate and does not do justice to their contribution to the theatre: many of them in their own time had comparable fame and success to Aeschylus, Sophocles and Euripides.²⁹ Conversely, these three poets were established as the “canonical” tragedians, not in their lifetime (Aeschylus died in 456 BC, Euripides in 406 BC and shortly after him Sophocles), but much later and with political intervention: a decree by the Athenian statesman Lycurgus (between 337 and 324 BC) dictating that copies of their tragedies should be kept in the state archives. As Wright notes, “from this time onwards, an enormous amount of prestige and cultural status became attached to the Triad, and much less attention was given to the work of all other playwrights”.³⁰ In order to avoid the pejorative stereotype Wright uses the term “neglected authors”. And although it is true that these playwrights have been neglected, this does not speak for their identity; it simply calls for further research and better documentation of their work. Besides, the label “neglected” can bear negative connotations: people tend to neglect what is unimportant. But this is far from true for these playwrights.

In the framework of the FragTrag.1 project we have introduced the term “fragmentary tragedians” for these poets. This is a neutral term, which simply states that their work is accessible to us only through fragments, rather than complete plays. This is the first time that the term is specifically applied to these poets, but it has been used in recent years for other Greek and Latin authors, especially in the field of Digital Classics. For instance, in 2009 Berti and her associates set some basic premises for the creation “of a digital corpus of fragmentary authors”, themselves starting with a project on the “Greek fragmentary historians”³¹ (subsequently known as the DFHG project).

Despite the growing importance in recent decades of fragmentary texts for our knowledge of ancient literature, the plays of the fragmentary tragedians remain virtually unknown to the wider public. The only work collecting all *testimonia* and fragments is the critical edition by Snell (revised by Kannicht in 1986). The book, designed for professional scholars, has a primary focus on the Greek text, which is not translated, but is accompanied by a critical apparatus, which is heavily abbreviated and in Latin. Apart from the fact that this work is difficult for inexperienced (“Greek-/Latin-less”) readers to consult, with more than thirty years having passed even the Greek text needs to be improved. Translations, sometimes together with commentary or notes, have been confined to select fragments and authors. Kannicht (1991) has produced a German translation of *testimonia* and fragments from 30 poets. Cipolla's (2003) Italian translation and detailed commentary covers only the satyr dramas of the fragmentary poets. The most substantial satyric fragments have also been included in the collaborative volume by Krumeich et al. (1999) (in German) and in the edition of O'Sullivan / Collard (2013) (in English, in the Aris & Philips series), in both works together with plays by Aeschylus, Sophocles and Euripides. Wright's (2016) recent study on these tragedians is a valuable general contribution to the field, albeit not an edition.³² In addition this work is only concerned with the tragic genre, leaving out

28 See the discussion by Wright (2016), xv–xvi.

29 An indicative example is the City Dionysia contest of 431 BC, where Euphorion (Aeschylus' son) took the first prize beating both Sophocles and Euripides (*Hypothesis of Eur. Medea* = Didascalica C.12 Snell/Kannicht).

30 Wright (2016), xvii.

31 Berti et al. (2009).

32 To use his own words, “it is primarily a work of literary history” (p. xxviii). Note, nevertheless, that he has accompanied his study with a useful English translation of the tragic fragments in his “Appendix I”.

satyr drama, and that until the year 322 BC; for Hellenistic tragedy Wright (p. x) directs the readers to the (then forthcoming) study by Kotlińska-Toma (2014). Similarly, the collaborative volume by Liapis / Petrides (2018) is a general study of post-classical tragedy from the 4th century BC down to the 4th century AD. The two volumes by Cropp (2019) and (2021) (in the Aris & Philips series), perhaps the most important contributions to the field since Snell, include “fragments from the tragedies with selected *testimonia*” from selected poets.³³ These fragments and *testimonia* are accompanied with a short introduction, English translation and notes. Cropp has intentionally left out the satyric fragments, as several of them were already treated by O’Sullivan / Collard (2013) in the same series. In addition to the above books, there are numerous smaller contributions on individual poets and works, often in conjunction with works from the “Triad”.³⁴

The above works clearly demonstrate the growing interest for the fragmentary tragedians in the Classics community. On the other hand, the coverage of these poets’ work remains partial and, what is more, it is scattered in several different editions and other studies. It is evident that we still need a complete account of the diverse material that we have for the fragmentary poets of Greek tragedy and satyr drama, and this is what the *Greek Fragmentary Tragedians Online* project aims to do. In the first phase of this project (FragTrag.1) we will produce the first all-inclusive edition for the 46 poets belonging to the 6th and the 5th centuries BC, whose textual remains roughly amount to 50% of the surviving material. It is expedient to cover these poets, not only because the most extant textual remains come from them, but most importantly because they include the pioneers of Greek theatre (6th cent.) and some of the famous contemporaries of Aeschylus, Sophocles and Euripides, who competed and interacted with them (5th cent.).³⁵

The complete coverage of these unrepresented playwrights will be an innovation for the field of Greek drama, and so will the medium of this edition. Following the latest trends in the research on fragmentary authors, we are preparing an open-access digital database, which will have significant advantages compared to conventional print editions. These include (a) making the material on these neglected poets easily accessible to the worldwide community, and (b) having the ability to continuously update our work, as new data come up. It is worth noting that, although several print editions of dramatic plays have been digitised so far, this will be the first born-digital edition for any Greek playwright.

Similar digital projects have been developed in recent decades in the field of Classical literature. Among them figure prominently the *Perseus Digital Library*,³⁶ including, inter alia, a wide collection of digitised editions and translations of Greek and Roman authors, and recently *The Leipzig Open Fragmentary Texts Series* (LOFTS).³⁷ The latter initiative focuses on fragmentary authors and has several interconnected subprojects, including the above mentioned *Digital Fragmenta Historicorum Graecorum* (DFHG),³⁸ a digitised form of a print edition, and the *Digital Athenaeus*,³⁹ a digital edition of the *Deipnosophists*, one of the principal sources for quotations from otherwise lost authors and works.

33 For instance the first volume covers 18 poets of the 6th and 5th centuries BC out of a total of 46 poets.

34 See, for instance, Diggle (1998), who has included fragments from Critias and Neophon in an anthology-edition of selected fragments from tragic poets.

35 Upon completion of our work on these poets, and provided that we will have secured the necessary funding, we will move to the second phase of the project (FragTrag.2) covering the other 50% of the material, belonging to 154 poets from the 4th cent. BC down to the 5th cent. AD.

36 www.perseus.tufts.edu (last access 24.04.2023).

37 For detailed information, see Berti et al. (2016).

38 <https://www.dfhg-project.org> (last access 24.04.2023).

39 <https://www.digitalatheneus.org> (last access 24.04.2023).

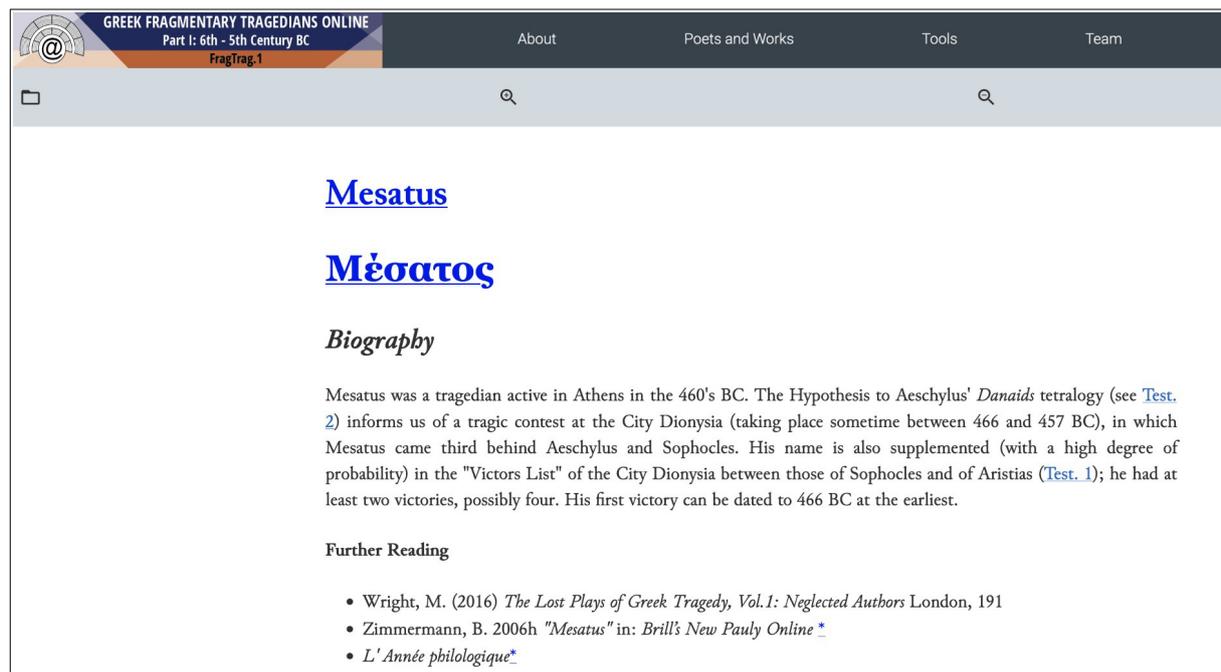
Greek Fragmentary Tragedians: the digital edition

The edition of the “Greek Fragmentary Tragedians” (hereafter: the digital edition) is an open-access born-digital, bilingual edition of a genre-oriented corpus of fragmentary works and related *testimonia*. It aims at combining the advantages of the structuring paradigms established by modern print editions of fragments (*Tragicorum Graecorum Fragmenta, Poetae Comici Graeci*, et al.) and key advantages that a digital edition offers, especially its accessibility, its interconnection with Linked Open Data sources, its search engines and other electronic tools, and its expansibility.

The main components of the digital edition are a TEI-XML model developed according to the needs of the project, a database for which we draw upon and adjust tools made available by the TEI Publisher,⁴⁰ and an especially designed graphical interface, which offers the user browsing, reading and search environments.

Starting point of the organisation of the material are the individual tragedians, as happens with print editions of fragments from multiple authors. For each tragedian the database comprises three sub-sections: (a) a biographical note (*Biography*), (b) an edition of ancient testimonies (*Testimonia*) referring to him and (c) an edition of his fragmentary plays (*Fragmentary Plays*).

Each *Biography* consists of two elements (see Fig. 1): (a) the biographical note proper, which draws upon information coming from the testimonies and discusses commonly accepted hypotheses about the life and the work of each tragedian, and (b) a list with selected references for further reading and bibliographical information.⁴¹



The screenshot shows the website interface for the Greek Fragmentary Tragedians Online. The header includes the site name, navigation links (About, Poets and Works, Tools, Team), and a search bar. The main content area displays the biography of Mesatus, including the name in Greek (Μέσατος) and a section for further reading with references.

GREEK FRAGMENTARY TRAGEDIANS ONLINE
Part I: 6th - 5th Century BC
FragTrag.1

About Poets and Works Tools Team

Mesatus
Μέσατος

Biography

Mesatus was a tragedian active in Athens in the 460's BC. The Hypothesis to Aeschylus' *Danaids* tetralogy (see [Test. 2](#)) informs us of a tragic contest at the City Dionysia (taking place sometime between 466 and 457 BC), in which Mesatus came third behind Aeschylus and Sophocles. His name is also supplemented (with a high degree of probability) in the "Victors List" of the City Dionysia between those of Sophocles and of Aristias ([Test. 1](#)); he had at least two victories, possibly four. His first victory can be dated to 466 BC at the earliest.

Further Reading

- Wright, M. (2016) *The Lost Plays of Greek Tragedy, Vol.1: Neglected Authors* London, 191
- Zimmermann, B. 2006h "Mesatus" in: *Brill's New Pauly Online* *
- *L'Année philologique**

Fig. 1: Mesatus, Biography.

The *Testimonia* sub-section includes the original text of selected testimonies on a given tragedian and a translation in English; the testimonies are continuously enumerated and each of them is identified with a unique identifier following the CTS/CITE architecture (see Fig. 2).⁴²

40 <https://teipublisher.com> (last access 24.04.2023).

41 https://fragtrag1.upatras.gr/exist/apps/fragtrag/mesatus/Mesatus_BIO.xml (last access 24.04.2023).

42 https://fragtrag1.upatras.gr/exist/apps/fragtrag/phrynichus/testimonia/Phrynichus_TESTIMONIA.xml (last access 24.04.2023).

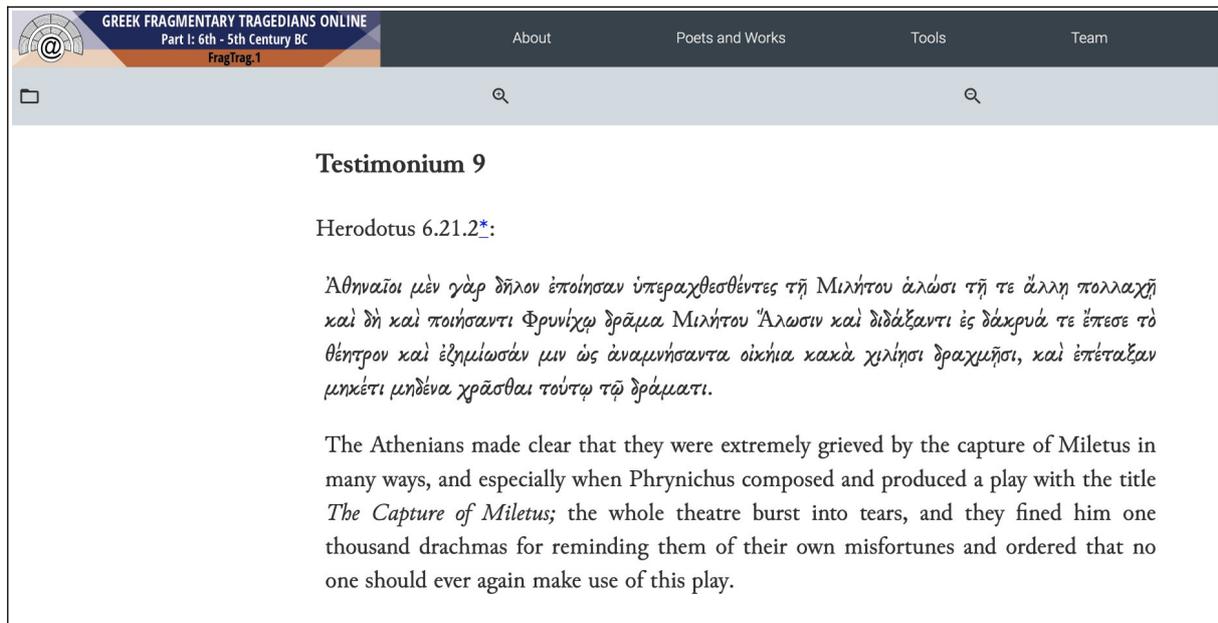


Fig. 2: Phrynichus, *testimonium* 9.

In the *Fragmentary Plays* sub-section the edition follows the practice of print editions organising the material into: (a) plays, each identified by its title (in the Greek original and Latin transliteration), and an identifier modelled on the basis of the CITE-Architecture, and (b) a category “from unknown plays”. Departing from the practice in the *Tragicorum Graecorum Fragmenta* the edition distinguishes between proper “fragments” and, a new category proposed by us, “reports”.⁴³

The CTS/CITE architecture has been used for the citable identification of poets, *testimonia*, titles, fragments and reports as discrete objects. For this purpose we use the specified namespace “fragtrag” in which the name of each poet (e.g., “thespis”) is used as a collection’s identifier. Each collection has two objects, “*testimonia*” and “*fragmenta*” and the object “*fragmenta*” contains three types, “title”, “report”, “fragment”.⁴⁴ Thus:

- the identifier for Phrynichus’ *testimonium* 1 in the edition is:
urn:cite2:fragtrag.phrynichus.testimonia:1
- the identifier for the title “Αἰγύπτιοι” of Phrynichus is:
urn:cite2:fragtrag:phrynichus.fragmenta.title:aigyptioi
- the identifier for Phrynichus’ fragment 1 is:
urn:cite2:fragtrag:phrynichus.fragmenta.fragment:1
- the identifier for Phrynichus’ report 1 is:
urn:cite2:fragtrag:phrynichus.fragmenta.report:1

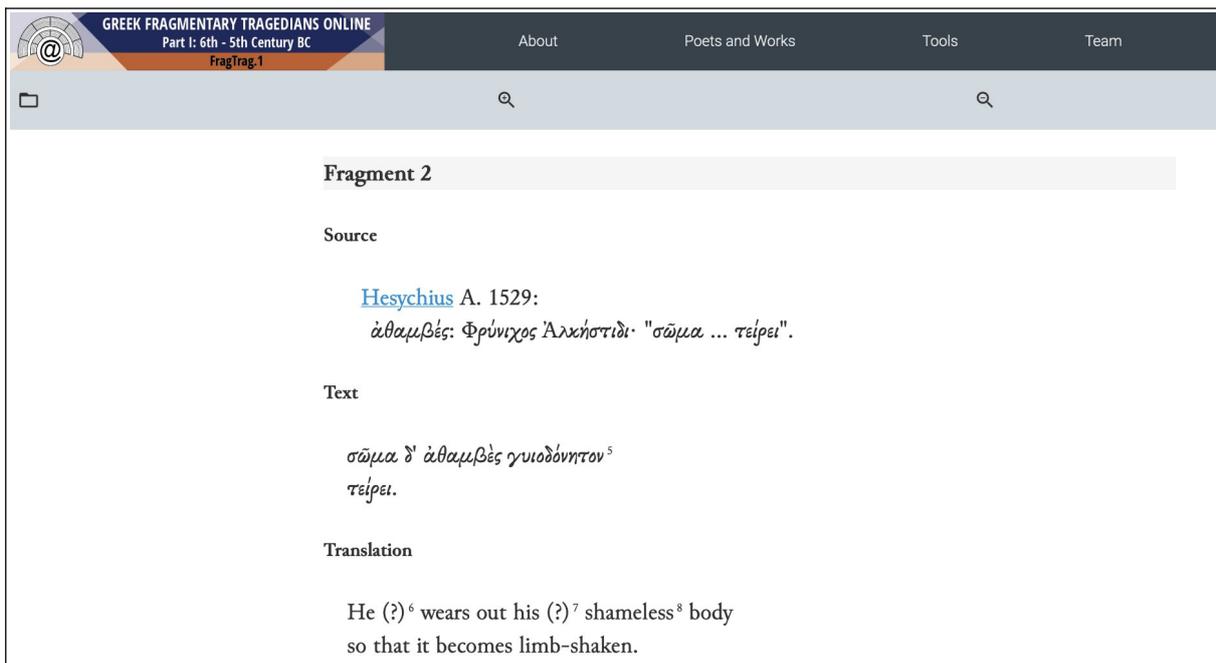
The proper fragments consist of text (lines, phrases or even simple words – though not necessarily original word forms) quoted from the original play, whether a tragedy or a satyr drama. The “reports” are information pieces about an element of a play (for example an event from its plot, the presence of a

43 From existing print editions of fragmentary texts *only* the *Poetae Comici Graeci* distinguishes typographically between fragments and information pieces about a given play. These information pieces are printed in a smaller size font and enumerated with Latin numbers separately for each play (in contrast the fragments are enumerated with Arabic numbers continuously for each poet).

44 For the CITE-Architecture and its implementation in general, see Blackwell / Smith (2019). For the specific implementation in FragTrag Berti (2021), 105–114 has been very helpful.

speaking character, or a subject theme presented in the play) which do not constitute quotations from the original play. The distinction between fragments and reports was deemed necessary both because they contain material from, or relevant to a given play belonging to different levels, and because the elements used for their encoding in the edition differ.

From the material about and from the plays of Phrynichus, for example, we treat the text “σῶμα δ’ ἀθαμβές γυιοδόνητον / τείρει” (transmitted by Hesychius A. 1529) as a fragment, since it is presented by the witness as the exact wording contained at some point in the tragedy *Alcestis* (see Fig. 3).⁴⁵ Similarly, we treat as a fragment the lexicographical remark in Hesychius E 195 “ἔγκαρπα: τοῦς κεκουρευμένους πυρούς· ἀλλὰ καὶ ἔγκαρπα Φρύνιχος Δαναΐσι”, which informs that Phrynichus’ tragedy *Danaids* contained the word “ἔγκαρπα”, even if we do not know in which exact form it appeared.



GREEK FRAGMENTARY TRAGEDIANS ONLINE
Part I: 6th - 5th Century BC
FragTrag.1

About Poets and Works Tools Team

Fragment 2

Source

Hesychius A. 1529:
ἀθαμβές: Φρύνιχος Ἀλκήστιδι· "σῶμα ... τείρει".

Text

σῶμα δ' ἀθαμβές γυιοδόνητον⁵
τείρει.

Translation

He (?)⁶ wears out his (?)⁷ shameless⁸ body
so that it becomes limb-shaken.

Fig. 3: Phrynichus, fragment 2 (from his *Alcestis*).

On the contrary, we treat the information about the fact that “Phrynichus the tragedian in the play Antaeus related in detail a lot on wrestlings” transmitted by the Scholia to Aristophanes’ *Frogs* (689) and the fact that “Phrynichus the tragedian in his play Antaeus writes about wrestlings between this Antaeus the Libyan and Heracles” transmitted by Tzetzes’ commentary on the *Frogs* (688a) as reports, since these remarks do not aim at transmitting something on the level of the wording but report about a subject theme the play contained (see Fig. 4).⁴⁶ The same applies to the information about a scene in Phrynichus’ *Alcestis* in which Thanatos appears carrying a sword and cuts hair from Alcestis’ head transmitted in Servius’ commentary on *Aeneid* 4,694.

45 https://fragtrag1.upatras.gr/exist/apps/fragtrag/phrynichus/fragmenta/Phrynichus_FRAGMENTA.xml (last access 24.04.2023).

46 https://fragtrag1.upatras.gr/exist/apps/fragtrag/phrynichus/fragmenta/Phrynichus_FRAGMENTA.xml (last access 24.04.2023).

The screenshot shows the website interface for 'GREEK FRAGMENTARY TRAGEDIANS ONLINE'. The header includes navigation links: 'About', 'Poets and Works', 'Tools', and 'Team'. Below the header is a search bar. The main content area displays the title '4. *Antaios or Libyae* / *Ἀνταῖος ἢ Λίβυες*⁹'. Underneath, there are two sections: 'Report 3a' and 'Report 3b'. Report 3a includes a reference to 'Schol. ad Ar. Ran. 689:' followed by the original Greek text and an English translation: 'Phrynichus' wrestlings: because Phrynichus the tragedian in the play *Antaios* related in detail a lot on wrestlings.' Report 3b includes a reference to 'Tzetzes ad Ar.Ran. 688a:' followed by the original Greek text and an English translation: 'Phrynichus the tragedian in his play *Antaios* writes about wrestlings between this [Antaios](#) the Libyan and [Heracles](#).'

Fig. 4: Phrynichus, reports 3a and 3b.

For the encoding of the proper fragments the edition follows the familiar distinction between “source text” (reference to the source and the original text transmitting the fragment) and “fragment text”, and offers a text with critical notes for both, and additionally an English translation for the fragment text. The edition encodes the reports providing the reference to the source text, its original wording and an English translation thereof. Fragments and reports are treated as different categories and therefore are enumerated separately, although they are both included in the sub-section of *Fragmentary Plays*.

The original Greek (and/or Latin, in the *testimonia* and reports) texts in each of these sub-sections are equipped with a selection of critical notes, which record variant readings, conjectures and their sources, as well as other necessary information on the text. The English translations are equipped with explanatory notes that make the texts more intelligible, as well as short discussions of textual problems and editorial decisions. In other words, these notes include data that we would find, respectively, in the critical apparatus and in the commentary of a conventional print edition. Sources transmitting the *testimonia*, the fragments and the reports, original texts, translations, critical notes and explanatory notes are each explicitly annotated as such. Furthermore, the sources of *testimonia* are interlinked (where possible) with already available online versions of their complete text, most often in the *Perseus Digital Library*,⁴⁷ and in other openly-accessible sources. The purpose of this is to give the reader access to as much context as possible for each *testimonium*.

A crucial feature of digital scholarly editions is the conversion of the traditional tools present in print editions, such as concordances and indexes, into machine actionable formats and the inclusion of Linked Open Data. Towards this aim the edition annotates all named entities in the fragments and reports (personal and geographical names) with references to Linked Open Data sources: the VIAF database⁴⁸ (for ancient authors), the *Wikidata* database⁴⁹ for historical persons other than ancient authors

47 <http://www.perseus.tufts.edu> (last access 24.04.2023).

48 <https://viaf.org> (last access 24.04.2023).

49 <https://www.wikidata.org> (last access 24.04.2023).

and mythical entities, and the *Pleiades* database⁵⁰ for place names. Similarly, all bibliographical references are annotated as such and connected to the bibliographical depository of the project.

These annotated elements provide the material for the indexes included among the *Tools* of the database.⁵¹ The user can search through the edition for geographical names, for mythological entities (gods and heroes) and for the sources transmitting testimonies and fragments. Besides these tools, the edition also offers the possibility for a full-text search (whether in the original or in translation) of the *testimonia*, the fragments and the reports.⁵²

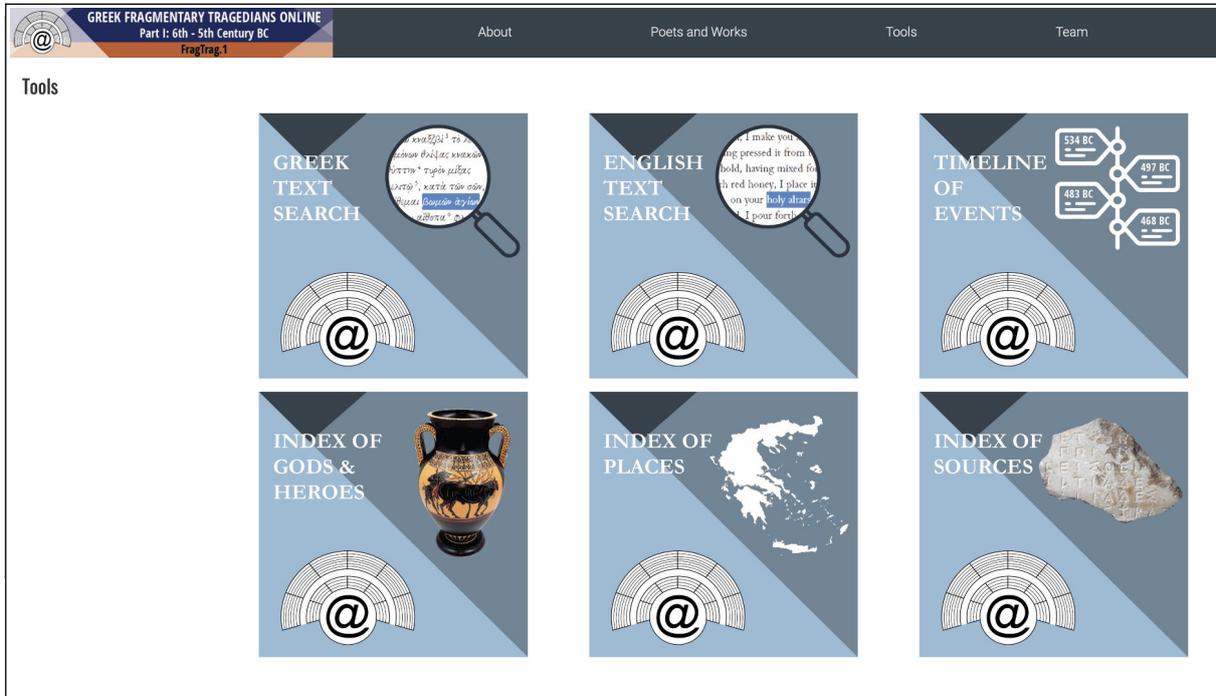


Fig. 5: Tools and Indices of the FragTrag edition.

To sum up, the edition *Greek Fragmentary Tragedians Online* aspires of being an original and useful product for the scholarly community and an experiment about how critical editions of collections of fragments could be transferred into the digital medium. It offers critical texts of *testimonia*, fragments and their witnesses, as well as English translations thereof with basic explanatory notes that make these texts more intelligible. This born-digital edition is experimenting with (a) a TEI/XML structuring model, (b) the use of Open Linked Data for persons and geographical entities, (c) an environment for browsing and searching a collection of fragments, and (d) the creation of digital indices and tools pertaining to the specific needs and aims of a critical edition of a collection of fragments.

50 <https://pleiades.stoa.org> (last access 24.04.2023).

51 https://fragtrag1.upatras.gr/exist/apps/fragtrag/fragtrag_tools.html (last access 24.04.2023).

52 https://fragtrag1.upatras.gr/exist/apps/fragtrag/fragtrag_tools.html (last access 24.04.2023).

Sources

Digital corpora

Antimachus Colophonius, *Thebaidis Reliquiae*, <http://thebarumfabula.usc.es/exist/apps/bibliotheca/Antimachus-Thebais.xml> (last access 24.04.2023).

Digital Fragmenta Historicorum Graecorum (DFHG), <https://www.dfhg-project.org/> (last access 24.04.2023).

Jacoby Online (JO), <https://scholarlyeditions.brill.com/bnjo/> (last access 24.04.2023).

TLG database, <https://stephanus.tlg.uci.edu/> (last access 24.04.2023).

Text editions

Cipolla (2003): P. Cipolla (ed./trans.), *Poeti minori del dramma satiresco*, Amsterdam 2003.

Cropp (2019): M. J. Cropp (ed./trans.), *Minor Greek Tragedians. Vol. 1: The Fifth Century*, Liverpool 2019.

Cropp (2021): M. J. Cropp (ed./trans.), *Minor Greek Tragedians. Vol. 2: Fourth-Century and Hellenistic Poets*, Liverpool 2021.

Diggle (1998): J. Diggle (ed.), *Tragicorum Graecorum Fragmenta Selecta*, Oxford 1998.

FGrH: F. Jacoby (ed.), *Die Fragmente der griechischen Historiker*, Berlin–Leiden, 1923–1958.

Kassel / Austin: R. Kassel, R. / C. Austin (eds.), *Poetae Comici Graeci I–VIII*, Berlin 1983–2022.

Kannicht (1991): R. Kannicht (ed./trans.), *Musa Tragica. Die griechische Tragödie von Thespis bis Ezechiel*, Göttingen 1991.

Krumeich et al. (1999): R. Krumeich / N. Pechstein / B. Seidensticker (eds./trans.), *Das griechische Satyrspiel*, Darmstadt 1999.

O' Sullivan / Collard (2013): P. O' Sullivan / Ch. Collard (eds./trans.), *Euripides' Cyclops and Major Fragments of Greek Satyric Drama*, Oxford 2013.

Snell / Kannicht (1986): B. Snell (ed.), *Tragicorum Graecorum Fragment. Vol. 1. Didascaliae tragicae. Catalogi tragicorum et tragoediarum. Testimonia et fragmenta tragicorum minorum* (revised by R. Kannicht), Göttingen 1986.

Wright (2013): M. Wright (ed./trans.), *The Lost Plays of Greek Tragedy. Vol. 1. Neglected Authors*, London 2013.

References

- Berti et al. (2009): M. Berti / M. Romanello / A. Babeu / G. Crane, Collecting Fragmentary Authors in A Digital Library, in: JCDL '09: Proceedings of the 9th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries, New York 2009, 259–262, <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1555400.1555442> (last access 24.04.2023).
- Berti et al. (2016): M. Berti / B. Almas / G. Crane, The Leipzig Open Fragmentary Texts Series (LOFTS), DHQ 10.2 (2016), <http://www.digitalhumanities.org/dhq/vol/10/2/000245/000245.html> (last access 24.04.2023).
- Berti (2021): M. Berti, Digital Editions of Historical Fragmentary Texts, Heidelberg 2021, <https://doi.org/10.11588/propylaeum.898> (last access 24.04.2023).
- Blackwell / Smith (2019): C. W. Blackwell / N. Smith, The CITE Architecture: a Conceptual and Practical Overview, in: M. Berti (ed.), Digital Classical Philology. Ancient Greek and Latin in the Digital Revolution, Berlin 2019, 73–93, <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/9783110599572-006/html> (last access 24.04.2023).
- Blaney (2017): J. Blaney, Introduction to the Principles of Linked Open Data, Programming Historian 6 (2017), <https://programminghistorian.org/en/lessons/intro-to-linked-data> (last access 24.04.2023).
- Dionisotti (1997): A. C. Dionisotti, On Fragments in Classical Scholarship, in: G. Most (ed.), Collecting Fragments. Fragmente Sammeln, Göttingen 1997, 1–33.
- Franzini et al. (2016): G. Franzini / E. Franzini / M. Büchler, Historical Text Reuse: What Is It?, eTRAP 2016, <http://www.etrapp.eu/historical-text-re-use> (last access 24.04.2023).
- Kassel (2005): R. Kassel, Fragments and Their Collectors, in: F. McHardy / J. Robson / D. Harvey (eds.), Lost Dramas of Classical Athens. Greek Tragic Fragments, (transl. Hazel and David Harvey, first publ. Fragmente und ihre Sammler, 1991), Liverpool 2005, 7–20.
- Kotlińska-Toma (2014): A. Kotlińska-Toma, Hellenistic Tragedy, London 2014.
- Liapis / Petrides (2018): V. Liapis / A. Petrides (eds.), Greek Tragedy after the Fifth Century. A Survey from the Fourth Century BC to the Fourth Century AD, Cambridge 2018.
- Most (2009): G. Most, On Fragments, in: Tronzo, W. (ed.), The Fragment. An Incomplete History, Los Angeles 2009, 9–22.
- Sahle (2013): P. Sahle, Digitale Editionsformen. Zum Umgang mit der Überlieferung unter den Bedingungen des Medienwandels, Teil 3: Textbegriffe und Recodierung. Norderstedt 2013.

Figure references

- Fig. 1: Mesatus, Biography, screenshot from the FragTrag.1 page, https://fragtrag1.upatras.gr/exist/apps/fragtrag/mesatus/Mesatus_BIO.xml (last access 24.04.2023).
- Fig. 2: Phrynichus, *testimonium* 9, screenshot from the FragTrag.1 page, https://fragtrag1.upatras.gr/exist/apps/fragtrag/phrynichus/testimonia/Phrynichus_TESTIMONIA.xml (last access 24.04.2023).
- Fig. 3: Phrynichus, fragment 2 (from his *Alcestis*), screenshot from the FragTrag.1 page, https://fragtrag1.upatras.gr/exist/apps/fragtrag/phrynichus/fragmenta/Phrynichus_FRAGMENTA.xml (last access 24.04.2023).
- Fig. 4: Phrynichus, reports 3a and 3b, screenshot from the FragTrag.1 page, https://fragtrag1.upatras.gr/exist/apps/fragtrag/phrynichus/fragmenta/Phrynichus_FRAGMENTA.xml (last access 24.04.2023).
- Fig. 5: Tools and Indices of the FragTrag edition, screenshot from the FragTrag.1 page, https://fragtrag1.upatras.gr/exist/apps/fragtrag/fragtrag_tools.html (last access 24.04.2023).

Author contact information⁵³

Andreas P. Antonopoulos
Assist. Professor of Ancient Greek Literature
Department of Philology
University of Ioannina
Ioannina 45100, Greece
E-Mail: andreas.antonopoulos@uoi.gr

⁵³ The rights pertaining to content, text, graphics, and images, unless otherwise noted, are reserved by the authors. This contribution is licensed under CC BY 4.0.

Citations in Pollux' *Onomasticon*: Annotation, Visualization, Interpretation

Stylianos Chronopoulos, Dirk Spöri

Abstract: In this paper, we explore the usage of citations within Pollux's *Onomasticon* through distant reading methods. Utilizing an annotated digital edition specifically prepared for this study, we evaluate the quantity, accuracy, and dispersion of citations across the ten books comprising the work. The findings enable us to propose hypotheses regarding the differentiation between the books of the *Onomasticon* in terms of their respective usage of citations.

Pollux's *Onomasticon*: an Atticistic onomasiological dictionary from the 2nd century CE

The *Onomasticon* is a Greek dictionary, consisting of ten books, composed and published in the mid to late 2nd century CE.¹ It displays features that clearly place it within the genre of onomasiological dictionaries. Though its macrostructure is not consistent, it generally organizes content by subject matters and takes as starting point notions rather than words. Its microstructure often adopts a format based on parts of speech and the semantic relations of synonymy and antonymy.² The author of the *Onomasticon*, Julius Pollux, was a rhetorician trained in Athens by Hadrianos from Tyros; around 180 CE, shortly after Commodus assumed the role of sole emperor in Rome, Pollux was appointed to the Chair of Rhetoric in Athens.³ Pollux is part of the Atticistic movement, which sought to impose the model of Attic language of the 5th and 4th centuries BCE on contemporary language use, and his *Onomasticon* serves in general the purpose of this movement.

The ten books of the *Onomasticon* were published at various times within an unknown long period. 177 CE is a *terminus post quem* for the publication of Book 3; the early years of 180's CE is a termi-

1 S. Chronopoulos and D. Spöri collaborated on this article: D. Spöri authored the XSLT script *pollux-sources-ds.xml*, while the XSLT script *pollux-titles.xml* was created by S. Chronopoulos in conjunction with GPT4.0. S. Chronopoulos designed the research, carried out the annotation of the digital edition, created the diagrams, and wrote the article. A preliminary version of the article has been presented by S. Chronopoulos in the Ringvorlesung *Klassikstudien im digitalen Zeitalter* at the University of Regensburg, organized by Sergiusz Kazmierski, to whom we owe valuable comments and remarks.

2 On the main structural features of the *Onomasticon*, see Tosi (2007); the onomasiological tradition in Greek lexicography is discussed thoroughly in Tolkieln (1933), 2437–2440 and 2448–2455; for *Onomasticon* as part of this tradition, see Matthaïos (2020), 369–371. On the general features of (modern) onomasiological dictionaries see Schmidt-Wiegand (2002), 738–752, Hüllen (2004), 331–347, and Alexander / Kay (2015); see also Chronopoulos (2016) §1.1–1.4 for the main features the *Onomasticon* shares with modern onomasiological dictionaries.

3 For the chronology of Pollux's carrier see Matthaïos (2013), 67–68 and 70–72, who following Avotins (1975) revises the Naechsters hypothesis that Phrynichus' *Eclogae* is partly a critical reaction to *Onomasticon* 1–7 and that *Onomasticon* 10 is a response to Phrynichus' critique.

nus *post quem* for the publication of Book 8.⁴ Thus we may assume the following approximate publication dates:

Books	Publication date
Books 1 and 2	prior to 177 CE
Books 3 to 7	between 177 and the early years of 180's CE
Books 8, 9, and 10	later than the early years of the 180's

Tab. 1: Approximate publication dates for the books of the *Onomasticon*.

Each book of the *Onomasticon* is relatively autonomous, furnished with a prologue in the form of an epistle addressed to Commodus. Despite Pollux not initially envisioning the *Onomasticon* as such a massive work and a cohesive whole, there are indications in the form of backward and forward cross-references from Book 3 onward suggesting the development of such a concept.⁵

All books of the *Onomasticon* share a fundamental characteristic: each is organized by the onomasiological principle. However, they substantially diverge in two aspects:

1. Respectively the variety of their content: There are books with minimal diversity/maximum coherence, listing vocabulary from only one or two related broad onomasiological fields; this type includes Book 2 (age stages of humans and parts of the human body), Book 4 (arts and sciences), Book 7 (trades and craft professions), Book 8 (court and political institutions), and Book 10 (everyday utensils). On the other hand, there are books with a high degree of diversity, listing vocabulary from several, not necessarily related, onomasiological fields; this type includes Books 1, 3, and 9. Finally, there are books that primarily consist of one broad onomasiological field but also contain a number of various small fields and other word lists that do not follow the onomasiological principle; this type includes Book 5 (hunting and varia) and 6 (symposium and varia).⁶

Books	Content coherence
Books 2, 4, 7, 8, 10	1–2 related broad fields
Books 1, 3, 9	several fields
Books 5, 6	1 broad field + varia

Tab. 2: Categorization of the books of the *Onomasticon* according to the coherence of their content.

2. Respectively the density of citations of sources in which specific linguistic elements are attested: One of the *Onomasticon*'s goals, as outlined in the prologues of Books 3 and 6, is to provide references to specific authors and their works, to document infrequently used terms and usages. It also aims to offer support for those terms whose acceptance according to Atticistic criteria is uncertain. Additionally, Pollux uses citations of individual authors, genre indications, dialectal adherence of linguistic elements, and attributions to specific speaker groups in two ways: they serve either as a caution to

4 See Matthaïos (2013), 71–72.

5 First backward cross-reference Poll. 3,96: ἃ δὲ τούτοις πρόσφορα τὸ πρὸ τούτου βιβλίον ἐν τοῖς ἱππασίμοις χωρίοις περιέχει pointing back to Poll. 1,189. First forward cross-reference Poll. 3,145: τὰ μὲν οὖν τῶν μουσικῶν ὀνόματα ἐν τοῖς περὶ μουσικῆς εἰρήσεται pointing to the next book, Poll. 4,56 sqq. In later books there are even some cases of targeted additions to earlier books, as for instance in Poll. 9,44 with cross-reference to Book 4,121: προσαρτιμητέον δὲ τοῖς δημοσίοις θέατρον, καὶ θεάτρον μέρος πρὸς τοῖς προειρημένοις κερκίδα (One must also add to the public places the *theatron*, and as part of the theater additionally to the part of the theater mentioned before the *kerkis*).

6 See Bethe (1913), 776–777 for a brief summary of the contents of each book; Bethe's edition includes at the end of the second volume a detailed list of the contents of each book.

readers to view these elements as potentially problematic by Atticistic standards or as descriptive and explanatory means. Simply reading through the *Onomasticon* leaves a clear impression of the uneven distribution of these citations, both between different books and within sections of the same book.

The transmitted form of the *Onomasticon* can be traced back to an edition by Arethas in the 10th century. This edition was, to some extent, an epitomized version of the source text it was based on, but it also included several additions.⁷ The process of epitomization affected the citations used by Pollux, and based on the trends observed in the extant manuscripts of the *Onomasticon*, it may have taken three forms: complete elimination of a citation, reduction of a citation that includes the author's name and the title of the cited work, or replacement of an individual author's citation with a citation of a genre-based group of authors. For example, the citation of Aristophanes' *Gerytades* in 7,7 is transmitted by manuscripts F, S, and A but is completely omitted by B and C.⁸ The citation of Pherecrates' *Mermykanthropoi* in 7,17 is fully transmitted by manuscripts F, S, and A, whereas manuscripts B and C omit the title. The citation of Amphis in 2,33 is transmitted by manuscripts F, S, and A (παρακόμους δὲ τοὺς κομῶντας Ἄμφις εἴρηκεν ὁ κωμικός), while manuscripts B and C simplify it to a citation of the group "comic poets" (παρακ. δὲ τοὺς κομ. ἔλεγον οἱ κωμικοί).⁹ Bethe's edition aims to reconstruct Arethas' edition by combining the readings of the manuscripts with the goal of attaining the most detailed reading in each case. Given this, it is difficult to arrive at any definitive conclusions about the original *Onomasticon* of Pollux. Nonetheless, the books of the *Onomasticon* present a highly diversified picture, and it seems plausible to assume that this diversity stems from the characteristics of each book in its original form.

The primary goal of this article is to quantify and accurately visualize the uneven distribution of citations across the books of the *Onomasticon* and, thus, allow for a better understanding of a key aspect that distinguishes the different books of this work and separate parts of the same book.

For this purpose, we have created a TEI/XML digital edition of Pollux's *Onomasticon*, based on Bethe's print edition, and have annotated it for structural parts and citations. We then processed the annotated edition to compile a list of cited sources, along with the references to the book and section in which each citation appears. We utilized Tableau Public to visualize the results, producing a bar chart for each book in the *Onomasticon*. The following three sections will discuss this process in detail and present the results. In the fourth section, we will identify and discuss four key insights derived from these visualizations.

Annotation of the digital edition

The text of the *Onomasticon* used for the digital edition is the text E. Bethe prints in his edition (1st volume: Books 1–5, 1900; 2nd volume: Books 6–9, 1931)¹⁰ without any critical marks or critical apparatus. The text, encoded in TEI/XML format, has been provided by the project *Open Greek and Latin* led by Gregory Crane. After further corrections we annotated this text to represent its structural units and the citations.¹¹

7 For the manuscript tradition of the *Onomasticon* see Bethe (1895) and Bethe (1900), II–XIX.

8 F = Parisinus Gr. 2646, S = Salmanticensis Hispan., both of the 15th century, A = Parisinus Gr. 2670 of the 15th century, C = Palatinus Heidelbergensis 375 of the 12th century and B = Parisinus Gr. 2647 of the 13th century.

9 See the apparatus in Bethe's edition and the citation text in K.-A.: Aristophanes fr. 190, Pherecrates fr. 130, and Amphis fr. 49.

10 At <https://archive.org/details/pollucisonomasti01polluoft> (1st vol.), <https://archive.org/details/pollucisonomasti02polluoft> (2nd vol.) (last access 13.06.2023).

11 At https://github.com/s8stchro/pollux-citations-dco/blob/main/diged_pollux_bethe-NamedEntities-for-dco.xml (last access 13.06.2023) the digital edition prepared for this article is available. A digitized text of Bethe's edition of the *Ono-*

Annotating the structural units of Pollux's *Onomasticon*

The division of the *Onomasticon* in ten books originates from Pollux himself. Modern editions employ three types of structural units beneath this level: title-bearing and enumerated chapters and sub-chapters, paragraphs, and enumerated columns or segments. Chapters and sub-chapters following the practice of the medieval manuscripts of *Onomasticon* contain material with a relatively high degree of cohesion. Paragraphs, like chapters, serve as a means of structuring the content according to the text's content. Enumerated columns or segments are units that either emerge from the printed typesetting of the *Onomasticon* or result from a segmentation of its text. This segmentation, although it generally follows the text's logical organization at the microlevel, is arbitrary and is performed to create smaller, citable units.¹²

Bethe's edition uses paragraphs (marked typographically either by an indentation of the first line or by a large space on the same line) and segment numbers printed in the margin to denote the beginning of a new segment somewhere in the line, adjacent to which the number is printed. The segmentation that Bethe adopts can be traced back to the edition of the *Onomasticon* by Lederlin / Hemsterhuis (Amsterdam, 1706);¹³ in that edition, the beginning of each segment, mainly at points in the text after punctuation, is clearly marked by a unique symbol. The collation between the Lederlin / Hemsterhuis and Bethe editions reveals that the latter contains some typos in the segment marking, and in some instances, the precise beginning of a segment is unclear.¹⁴

In the digital edition we prepared, we annotated the book level using a <div3> element, which bears an @n attribute, and we separated each book's prologue from its main body using additional <div4> elements. Inside each of these <div4> elements, we used the <ab> element to annotate the typographically marked paragraphs in Bethe's edition. We annotated the segments using a <milestone> element, which carries an @n and an @unit attribute. The @n attribute represents the number of each section, while @unit consistently carries the value *section*.

In cases of divergence concerning the starting point of a segment between the editions of Bethe and Lederlin / Hemsterhuis, we inserted two distinct <milestone> elements. The one marking the segment's beginning according to Lederlin / Hemsterhuis carries the additional attribute @edRef="#lh1706" and the one that represents the markings in Bethe's edition the attribute @edRef="#b1900" or @edRef="#b1931". In cases of uncertainty about the exact starting point of a segment according to Bethe we decided to place the <milestone>-element at the earliest logically plausible point or, if such a point exists now, before the first word of the line. For the purposes of the extraction of data from the TEI/XML file, the Lederlin / Hemsterhuis <milestone>s are ignored.

masticon without the critical sigla and the apparatus is now available at the site *poesialatina* (HTML): http://www.poesialatina.it/_ns/Greek/testi/Julius_Pollux/Onomasticon.html (last access 10.06.2023) and in the library of Max Plank Institut (XML): https://it-dev.mpiwg-berlin.mpg.de/svn/mpdl-project-content/trunk/texts/eXist/archimedes/el/pollu_onoma_091_el_1900.xml (last access 13.06.2023).

12 A characteristic case exemplifying the arbitrariness of this type of segmentation is the division of the long citation from Aristophanes' *Thesmophoriazusae b* (= fr. 332 K.-A.) in Book 7 in two segments, 7,95 and 7,96.

13 Available in digitized form at <https://mdz-nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:12-bsb11054287-8> (last access 13.06.2023).

14 Typos, e.g., in Poll. 2,61 where the text reads: ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ γὰρ τὴν πῆρωσιν μετὰ προσθήκης τῶν ὀφθαλμῶν λέγουσιν, ὡς ἄνευ προσθήκης ἄδηλον ὃν ποίου μέρους ἢ πῆρωσίς ἐστιν. ἀνάπηρος δ' ἐστὶν ὁ πᾶν τὸ σῶμα πεπηρωμένος, ὡς Ἰσαῖος ἐν τῷ κατὰ Ἀρεσαίχμου «κατέλιπεν ἐν τῷ χωρίῳ γέροντας καὶ ἀναπήρους».; Lederlin / Hemsterhuis mark the beginning of section 61 at the word ἀνάπηρος, Bethe prints the number 61 in the margin beside the line σῶμα πεπηρωμένος [...] κατὰ Ἀρεσαίχμου which does not seem to make much sense since it is difficult to find a point of logical pause; the same is true for the next section, Poll. 2,62. It is impossible to figure out with certainty the exact starting point of the section, e.g., Poll. 1,187; 1,206 (where the text printed by Bethe differs considerably from the one in Lederlin / Hemsterhuis' edition).

It must be noted that Bethe's enumeration of segments displays some gaps. Between the prologue of each book and the first segment of its main text, Lederlin / Hemsterhuis print an analytical table of contents of the book, based on indications of the manuscripts; these tables of contents were also included in the segment enumeration. Bethe follows Bekker (1846) and omits this table of contents from this point. Hence, in Bethe's version, in each book the prologue covers segments 1 and occasionally 2, and the first segment of the main text is numbered between 5 and 10, depending on the length of the table of contents in the Lederlin / Hemsterhuis edition. There are additional gaps where Bethe's text-critical decisions produce a text that diverges from older editions.¹⁵ For example, in segments 2,114–117, Bethe omits segments 115 and 116 as later additions, following manuscript B. Consequently, the text he prints jumps from segment 114 to 117. In rare cases, there are gaps in the segment enumeration due, obviously to typos, as, for instance in 6,191–193, where 6,192 has been omitted. These gaps mean that the final segment number in each book does not accurately reflect the actual number of segments the book contains.

Annotating citations in Pollux's *Onomasticon*

The annotation of the citations in the *Onomasticon* requires an exact definition of the elements to be annotated and a comprehensive understanding of the different forms in which these elements may appear.

We have divided the citations into two levels: the first level contains a general identification of the source, be it, for example, the name of an author, the identification of an author group, or the name of a collection of inscriptions. The second level contains a more precise identification of the specific work in which a linguistic element is to be found. This division is implied by Pollux himself in the prologue to Book 6, where he presents a hierarchy of citation information. It starts from the most general level, οἱ μάρτυρες (the witnesses), progressing to a more specific level, τὸ χωρίον ἐν ᾧ τοῦνομα (the reference to the passage in which the word appears), and ultimately ends at the level of the quotation of the passage itself (τὴν λέξιν αὐτήν).¹⁶

Annotating individual authors and groups of authors/speakers

On the first level, the most general identification of a source, we find different citation types that fall into two distinct categories:

1. Citation of individual authors.
2. Citation of groups of authors or speakers and citation of genres or collections of texts not connected with specific authors.

All individual authors mentioned in the *Onomasticon* are included in a <listPerson> (list of persons), all groups of authors/speakers and the genres and collections of texts are included in a <listOrg> (list of organizations). Both lists are placed in the <sourceDesc> within the file's header.

Each <person> entry within the <listPerson> possesses an @xml:id to reference individual authors in the file and a unique identifier. The identifier points to the author's CTS identifier provided by the Perseus Catalog. If no such identifier exists because the author is not included in the Perseus catalog, it points to the identifier provided by *wikiData*. In rare cases where no *wikiData* identifier exists, the identifier provided by the *Digital Athenaeus project* is used. For Sophocles Amphikleidou Sounieus, the proposer of a decree, we use the identifier provided by the database of the *Lexicon of Greek Personal Names (LGPN)*; for Pantoleon (mentioned among other authors of cookbooks in Poll. 6,71) we

15 Cf. the transposition of segments 149–150 just after segment 145 in Book 6, realized already in Bekker's edition.

16 For this hierarchy ("scala crescente di precisione") in the prologue to Book 6 of the *Onomasticon* see Tribulato (2018), 263–264.

use as identifier the URL pointing to the article of RE devoted to him.¹⁷ Identification problems arise for authors named Plato (in Poll. 1,42; 6,196; 6,200; 8,30 [2x]; 9,26; 9,139), Antiochos (Poll. 6,100), and Theodoros (Poll. 10,188). To document these problems in the file, at the points where the names of these persons appear, we include in the <listPerson> entries all possible identification candidates.

```
<person xml:id="theodoros_phok" sameAs="https://www.wikidata.org/wiki/Q65956732">
  <persName nymRef="Theodoros">
    <forename>Θεόδωρος</forename>
    <addName>ὁ Φωκαεύς</addName>
  </persName>
</person>
<person xml:id="theodoros_sam" sameAs="https://www.wikidata.org/wiki/Q3286634">
  <persName nymRef="Theodoros">
    <forename>Θεόδωρος</forename>
    <addName>ὁ Σάμιος</addName>
  </persName>
</person>
```

The <org>-entries in the <listOrg> include citations of genres or collections of texts not connected with specific authors, examples include as *παροιμία* (the proverb) and *Δημιόπρατα* or *Ἀττικαὶ στήλαι* (group of inscriptions documenting goods seized by public authority, and put up for sale);¹⁸ citations of authors or speakers grouped together on the basis of the genre of their works (e.g., οἱ ποιηταί), their chronology (e.g., οἱ παλαιοί, οἱ νῦν), their dialects (e.g., Δωριεῖς) or their adherence to the approved authors by Atticistic criteria (e.g., οἱ δόκιμοι); and adjectives that characterize a linguistic element as belonging particularly to a specific genre or a specific linguistic register, such as *διθυραμβῶδες* (characteristic for the *dithyramb*), *κωμικότερον* (suited for comedy and not for standard usage), or *ιδιωτικόν* (suited for non-formal speech).¹⁹

Each entry includes an @xml:id that is used to reference instances of authors, speaker groups, genres, or text corpora. The values of this @xml:id are determined based on a standardized vocabulary list, created using the material provided by the *Onomasticon*. This list is categorized into four basic groups (*undefined*, *Atticistic criteria/register*, *language/dialect*, *genre*), with an additional mixed category (*genre & dialect*). Entries in each category can either be simple, consisting solely of a term (e.g., *poetry*), or composite, consisting of a main term and subterms in hierarchical order, separated by a period (e.g., *poetry*, *poetry.comedy*, *poetry.comedy.new*). The vocabulary for these categories is presented in the table below.

undefined	Attic. criteria / register	Language / dialect	Genre (except inscriptions)	Genre & dialect	Inscriptions
undefined	canonical-authors	greek	poetry	poetry.comedy.sicilian	attic-decrees
	palaioi	latin	poetry.tragedy	poetry.doric	Demioprata/ attic stelae

17 *Perseus* Catalog: <https://catalog.perseus.org/> (last access 13.06.2023); *wikiData*: <https://www.wikidata.org> (last access 13.06.2023); *Catalog of Digital Athenaeus Project*: <https://www.digitalatheneus.org/tools/Catalog/> (last access 13.06.2023); *Lexicon of Greek Personal Names Database*: <http://clas-igpn2.classics.ox.ac.uk/> (last access 13.06.2023); *Paulys Realencyclopädie der classischen Altertumswissenschaft* digitized in *Wikisource*: https://de.wikisource.org/wiki/Paulys_Realencyclopädie_der_classischen_Altertumswissenschaft (last access 13.06.2023).

18 For these inscriptions as cited and used in *Onomasticon* see Pippin (1956).

19 Matthaios (2013) treats in detail the following groups of this category: οἱ νῦν (p. 81–95), οἱ πολλοί (p. 93 and 95–105), οἱ ἰδιῶται (p. 105–114), οἱ ποιηταί (p. 114–117) and οἱ παλαιοί (p. 117–124).

Digital Classics Online

	neoi	thracian	poetry.comedy	poetry.hymns. attic	Olympic-stele/ olymp- apographe
	hoi-nyn	mariandynian	poetry.comedy. old	prose.ionic	attic-law
	hoi-polloi	aethiopian	poetry.comedy. middle	prose.aeolic	law-of-king
	idiotes	ionic	poetry.comedy. new	prose.attic	attic-decrees
	women	byzantine	poetry.dithyramb		
		attic	poetry.orphica		
		attic.ancient	poetry.epigram		
		doric	prose		
		laconian	prose.oratory		
		tarantinian	prose.philoso- phy.stoa		
		doric.italic-si- cialian	prose.medicine		
		doric.sicilian	prose.medicine. old		
		sicilian	prose.platonic- corresp		
		cretan	proverb		
		aeolic	game		
		boeotian	prose.oratory		
		theban	prose.philosophy. stoa		
		thessalian	prose.medicine		
		argive	pros- e.medicine.old		
		sikyonian	prose.platonic- corresp		
		aegyptian	proverb		
			game		

Tab. 3: Normed vocabulary used for the @xml:id's values within <orgName>.

Authors who are cited in the *Onomasticon* as sources of linguistic or encyclopedic information are referenced in five different forms, for which we use the following annotation patterns:

Citation form	Annotation
1. Citations by name (e.g., Πλάτων).	<persName> and within it <forename>
2. Citations by name and an additional descriptor (e.g., Πλάτων ὁ κωμικός, ὁ Σολεὺς Κλέαρχος).	<persName> and within it <forename> and <addName>
3. Citations solely by a descriptor (e.g. ὁ Ἀθηναῖος σοφιστής, for Isocrates in Poll. 2,95).	<persName> and within it <addName>
4. Citations by an adjective formed from their name, such as ὀμηρικόν (Poll. 4,171; 6,97; 6,125; 9,52) and ξενοφώντειον (Poll. 1,112).	<persName> and within it <forename>
5. Citations by a referential phrase like “the same as mentioned before” (ὁ αὐτός) or a combination consisting of such a phrase and a descriptor (e.g., ὁ αὐτὸς ποιητῆς [the same poet as mentioned before] in Poll. 10,104). ²⁰	<persName> and within it <rs>

Tab. 4: Citation forms and annotation patterns for individual authors.

With regard to the descriptors involved in the second and third citation forms, it is crucial to note that they belong to different categories and serve distinct purposes. In addition to the descriptors typically used to identify individuals and distinguish between homonyms, such as genre descriptors and *ethnika*, the *Onomasticon* occasionally uses descriptors to signify that a particular author’s language use is influenced by the genre of their work or the dialect they employ. Consequently, this serves to alert users of the lexicon, either explicitly or implicitly. A case in point is the descriptor Ἴων καὶ ποιητῆς ἀνὴρ affixed to the name of the lyric poet Anacreon in Poll. 3,98. Anacreon is cited 13 times in the *Onomasticon*; in twelve of these citations, Pollux uses only his name, which indicates that the name alone is enough to identify the poet unmistakably. The descriptor in Poll. 3,98 is added in order to underscore the information that the form ἦσε (of the verb ἦδω/ἦδομαι) attested by Anacreon is a poetic and Ionic form not to be used by speakers who want to observe the Atticistic criteria.

For the purposes of the annotation, these distinct purposes are not taken into account; all descriptors used to apply some characteristic to an author or to refer to them are annotated by <addName> within the <persName> element.

In cases in which the content of an <rs> or <addName> element is discontinuous, we use the @prev, @next attributes. For example in:

<rs xml:id="ho-10-15" next="#au-10-15">ὁ</rs> δ' <rs xml:id="au-10-15" prev="#ho-10-15">αὐτὸς ῥήτωρ</rs>

In these cases as well as in cases in which <forename> and <addName> do not follow each other continuously in the text, we use the <join> element nested within the <persName>-element. This ensures that we annotate all elements used to cite an author and prevents the same citation from being read as two different citations. For instance:

²⁰ In two cases Pollux uses a citation consisting of the pronoun phrase ὁ αὐτός and the name of an author to indicate that he refers to the author also mentioned just previously (7,50: ὁ δ' αὐτὸς Ξενοφῶν and 7,160: ὁ δ' αὐτὸς Δείναρχος); in these cases we annotate only the name of the author.

Poll. 10,15: <rs xml:id="ho-10-15" next="#au-10-15">ὁ</rs> δ' <rs xml:id="au-10-15" prev="#ho-10-15">αὐτὸς ῥήτωρ</rs><persName ref="#isaios"><join target="#ho-10-15 #au-10-15"/></persName>

Poll. 10,11: <forename xml:id="pl-10-11">Πλάτων</forename> ἐν τῇ Ἑλλάδι εἴρηκεν <addName xml:id="ko-10-11">ὁ κωμικός</addName><persName ref="#platon_com"><join target="#pl-10-11 #ko-10-11"/></persName>

In cases of uncertain identification of an author, we provide the <persName> with two space-separated values in @ref, as for instance for Theodoros in Poll. 10,188:

ἐν γοῦν τῇ τοῦ νεὸ ποιήσει, ἦν ἢ <persName ref="#philon"><forename>Φίλων</forename></persName> ἢ <persName ref="#theodoros_sam #theodoros_phok"><forename>Θεόδωρος</forename></persName><note resp="bethe">(?)</note> συνέθηκε

For a proper understanding and evaluation of the quantitative results based on this annotation, it is important to note that in the *Onomasticon*, depending on the formulation, there is no 1:1 equivalence between a cited source and a linguistic element.

In several cases, the name of an author is cited only once, even though they are the source of more than one term or usage. For instance, in Poll. 5,96, Aristophanes is cited as the source both for *strophion* and *opisthosphendone* (καὶ πυλεῶνας παρὰ Καλλιμάχου καὶ κάλυκας παρ' Ὀμήρου καὶ Ἀνακρέοντος καὶ στρόφιον καὶ ὀπισθοσφενδόνην παρ' Ἀριστοφάνους = Ar. fr. 332,4 and fr. 664,1 K.-A.).

Conversely, there are also cases where the cited author is mentioned twice in a formulation that presents them as the source of only one linguistic element. For instance, in Poll. 10,41, for the reference to the same linguistic element – the usage of the word *knephallon* to denote the material used for stuffing cushions or pillows (see LSJ, s.v. κνέφαλλον) – Pollux cites the comedy *Pantaleon* attributed to Theopompus the comic poet and refers to the poet in two instances (= fr. 46 K.-A.), using in the first one his name (ἐν Πανταλέοντι Θεοπόμπου) and in the second one a descriptor (ὁ ποιητής). A characteristic instance of the same phenomenon appears in Poll. 1,78–79, where Menander is mentioned two times, once by his name and once by the pronoun αὐτοῦ:

τῶν δὲ οἰκιῶν πρόδομος καὶ δῶμα καὶ δωμάτιον καὶ κοιτῶν· εἰ γὰρ καὶ Μένανδρος αὐτὸ βαρβαρικὸν οἶεται, ἀλλ' Ἀριστοφάνης ὁ κωμωδοδιδάσκαλος τὰ τοιαῦτα πιστότερος αὐτοῦ, εἰπὼν ἐν Αἰολοσίκωνι «κοιτῶν ἀπάσαις εἰς, πύελος μί' ἀρκέσει».

In some cases, a citation of a group of authors annotated by <orgName> and an author citation annotated by <persName> are the cited sources of one and the same linguistic element. For instance, in Poll. 6,125, Aristophanes is cited as the source of the word *thymagroikos*, which is characterized as κωμικότερον (“more suitable for comedy rather than typical use”). In this case, Aristophanes’ name is annotated by <persName> and the characterization κωμικότερον by <orgName>.

A similar but not identical situation is the citation of a group of authors as the source for a linguistic element, followed by the citation of individual authors belonging to this group as sources for passages exemplifying the usage of the element in question. For instance, in Poll. 10,11–12, the source for the usage of the word *μαλακά* to denote household utensils in general (see LSJ s.v. μαλακός I.2) is cited as the group of the *neoterói* (here meaning: comic poets belonging to the period of Middle and New comedy);²¹ to document this information, Pollux cites Menander and Diphilus and quotes a passage from each, demonstrating the usage of the word in question.

21 See Nesselrath (1990), 80–81.

Finally, there is a small number of cases, in which either the author of a work is contested or it is not certain if the linguistic element under discussion appears in the work of a certain author or the work of another author bearing the same title. In some of these cases Pollux cites both authors using a formulation to express the identification problem. For instance, in 10,85 Pollux cites the poem Κεραμεῖς which is to be attributed either to an anonymous poet (τοῦ ποιήσαντος τοὺς Κεραμέας) or, according to some scholars, to Hesiod (οὓς τινες Ἡσιόδῳ προσνέμουσιν); in Poll. 10,170 he cites a work entitled Φυσικά, which may be either the *Physics* attributed to Aristoteles or the *Physics* attributed to Theophrastus (καὶ ἐν Ἀριστοτέλους δὲ ἢ Θεοφράστου Φυσικοῖς).

Annotating “titles” of works

On the second level of identification, we have citation types that can be considered as *titles*. These titles are references to specific sources without quotation marks. They include general references to an author’s works (e.g., 4,174: Σόφρων ἐν τοῖς γυναικείοις μίμοις), titles, such as drama titles or titles of platonic dialogues (e.g., 6,187: παρ’ Εὐριπίδῃ ἐν Ὁρέστη, 7,109: Σοφοκλῆς ἐν Ἡρακλεῖσκῳ σατυρικῷ; 7,63: Κράτης δ’ ἐν Σαμίοις; 10,48: ἐν Εὐθυδήμῳ Πλάτωνος), titles of rhetorical speeches (e.g., 2,152: Ὑπερείδης δ’ ἐν τῷ ὑπὲρ Λυκόφρονος), descriptive references to works (e.g., 7,34: Αἰσχίνης Τιμάρχου κατηγορῶν), references to book numbers (e.g., παρ’ Ἀλκαίῳ ἐν δευτέρῳ τῶν μελῶν), or references to specific parts of a work (e.g., 10,182: Θουκυδίδου εἰπόντος ἐν τῇ Πλαταϊκῇ πολιορκίᾳ).²²

In addition to these title citations, the *Onomasticon* sometimes cites works using a word or phrase that refers back to a previously cited title; for example τῷ αὐτῷ δράματι (Poll. 9,67) or ἐκεῖ (10,69).

All the titles mentioned in the *Onomasticon* are included in a <listBibl> (list of bibliography) within the <sourceDesc> section of the file’s header. Each title has a separate <bibl> element in this list, which contains an <author> and a <title> element. In the case of references to specific books or parts of a work, separate title entries are created. Each <title> entry includes an @xml:id that is used to reference instances of titles. Each <author> entry includes an @ref pointing to the @xml:id of the <person> within the <listPerson>.

The list of titles includes four special cases: Pollux cites four epigrams in 4,92, 4,102, 5,46, and 8,131. For one of these, the epigram for Hippaimon, we know the author, Peisandros of Rhodos, from other sources.²³ We have included the author in the <listPerson> and we refer to him in the annotation of the title, although Pollux does not mention him:

οὐ μὴν οὐδ’ ὁ Μάγνης κύων, τὸ Ἴππαιμόνος κτῆμα, ὁ Λήθαργος ἀνώνυμος, ὃς τῷ δεσπότη
 συντέθειται, καθάπερ μνηύει <title ref="#peisandros-hippaimon-epigr">τοῦπίγραμμα</
 title><note resp="bethe">(A P VII 304)</note>· <milestone n="47" unit="segment"/
 ><q><l>ἀνδρὶ μὲν Ἴππαιμών ὄνομ’ ἦν, ἵππῳ δὲ Πόδαργος</l><l>καὶ κυνὶ Λήθαργος καὶ
 θεράποντι Βάβης</l></q>

In the other three cases the authors of the epigrams are not known. We have created entries in the <listPerson> representing this fact, as, for instance:

```
<person xml:id="anonymus-anthem-epigr">
  <persName nymRef="Anonymus.Athemion-epigram">
    <forename>Anonymus</forename>
    <addName>author of the <title ref="#anthemion-epigr">"Anthemion epigram"</
  title></addName>
```

22 For the forms of the titles of classical works in antiquity see Lohan (1890) and Jacob (2000).

23 See the entry in Anth. Gr. 7,304: <https://anthologiagraeca.org/passages/urn:cts:greekLit:tlg7000.tlg001.ag:7.304/> (last access 13.06.2023). For the other three epigrams see: De Ste Croix (2004), 70–72 for the *Anthemion epigram* in 8,131; Della Bona (2017), 144–147 for the *Archias epigram*, and Reisch (1897), 391 for the *Bibasis epigram*.

```
</persName>  
</person>
```

In the `<bibl>` entry within the `<listBibl>` we refer to these entries, as for example:

```
<bibl xml:id="anthemion-epigr">  
<author ref="#anonymus-anthem-epigr"/>  
<title>ἐπίγραμμα</title>  
<note>Cited also by [Aristoteles] Athenaion Politeia 7.4.</note>  
</bibl>
```

Results and visualization

Our aim is to use the annotated edition to achieve an exact quantification and visualization of the uneven distribution of citations between the books and the sections of each book of the *Onomasticon*; on the basis of this quantification and visualization we attempt to formulate some interpretative hypotheses related to the composition of the *Onomasticon*.

The process of quantification and visualization consists of two distinct steps:

1. The preparation of the XSLT scripts to get CSV files with lists of citations in the *Onomasticon*.²⁴
2. The preparation of different visualizations based on the CSV files.

As a result of two XSLT scripts we get two CSV files with the following structure:

the file `pollux-sources.csv`, with the columns: *source*, *type*, *section-nr*, *book-nr*. The *source* column contains the value/values of the `@ref` of the `<persName>`s and the `<orgNames>`, the *type* column contains the values *individual* for `<presNames>` and *group* for `<orgNames>`, the following two columns locate the citation in segment and book. The script exports entries not only for each `<persName>` and `<orgName>` but also for each `<milestone>`, in which case, the columns *source* and *type* are empty.

the file `pollux-titles.csv`, with the columns: *title-ref*, *title-text*, *author*, *section-nr*, *book-nr*. The *title-ref* column contains the value/values of the `@ref` of the `<title>`s, the *title-text* column contains the title as it appears in its standard form in the entry within the `<listBibl>`, the *author* column contains the name/names of the author(s), and the two last columns locate the cited title in segment and book. The script exports entries not only for each `<title>` element but also for each `<milestone>`, in which case, the columns *title-ref*, *title-text*, and *author* are empty.²⁵

For the visualization of the data based on these two CSV files we used *Tableau Public*. The results are accessible under <https://public.tableau.com/app/profile/stylianos.chronopoulos/viz/pollux-distribution-sources-dco> (last access 13.06.2023). The method used for each diagram is discussed in the next section.

24 The XSLT scripts are available at: <https://github.com/s8stchro/pollux-citations-dco/blob/main/pollux-sources-ds.xsl> (last access 13.06.2023) and <https://github.com/s8stchro/pollux-citations-dco/blob/main/pollux-titles.xsl> (last access 13.06.2023).

25 The CSV files are available at: <https://github.com/s8stchro/pollux-citations-dco/blob/main/pollux-sources.csv> (last access 13.06.2023) and <https://github.com/s8stchro/pollux-citations-dco/blob/main/pollux-titles.csv> (last access 13.06.2023).

Visualizing and evaluating the uneven distribution of citations

The primary objective of the first two diagrams is to test the initial impression a reader might derive from the *Onomasticon* – the notably uneven distribution of citations across different books and within sections of the same book. The first diagram is a heatmap that displays the absolute number of citations in each segment across all ten books, providing a comprehensive and precise view of how each book differs from the others in terms of citation distribution. The second diagram consists of a series of stacked charts, one for each book of the *Onomasticon*. These charts detail the distribution of citations within segments and can even be used as starting points for close reading interpretations.

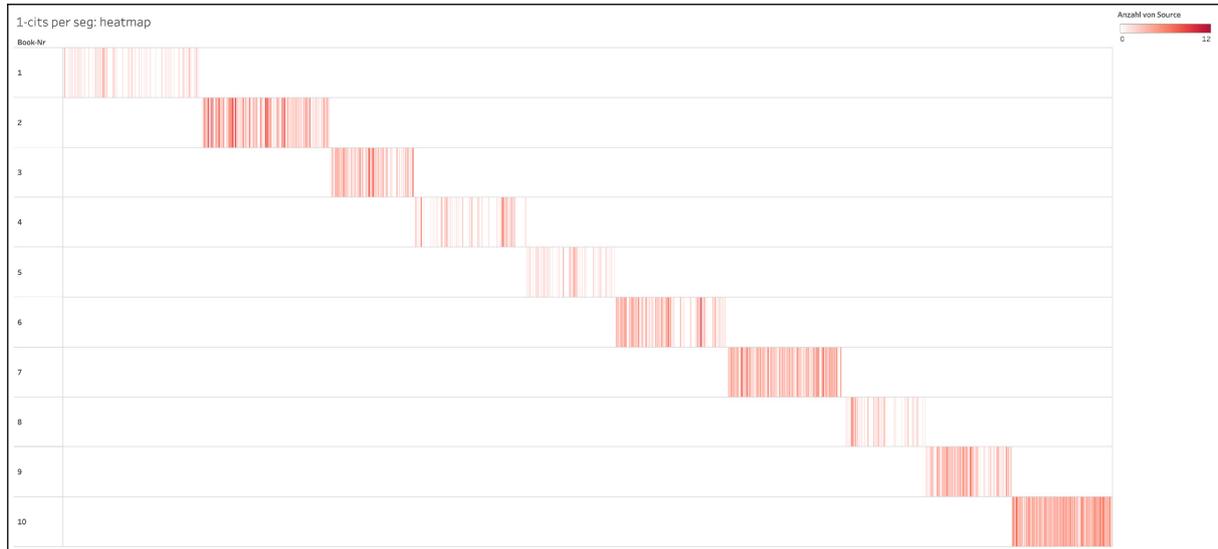


Fig. 1: Diagram 1, citations per segment in the ten books of the *Onomasticon*.

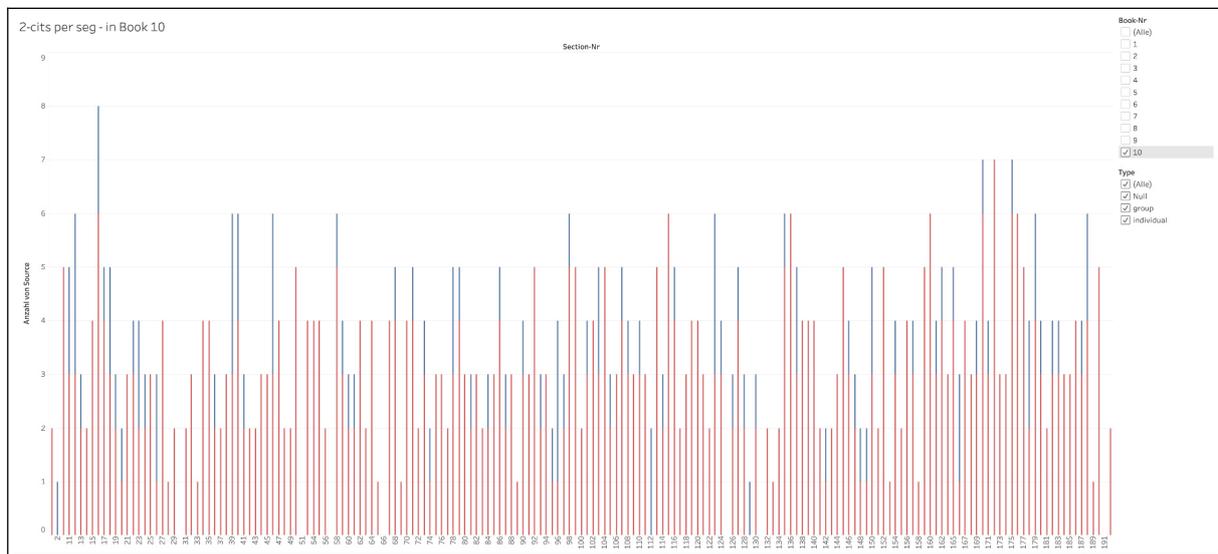


Fig. 2: Diagram 2, citations per segment in each book of the *Onomasticon* (here, e.g. the diagram of Book 10).

In addition to confirming the general impression of uneven citation distribution, these two diagrams suggest a classification for the books of the *Onomasticon* based on this criterion. Firstly, Books 1, 4, 5, and 8 display fewer citations and have a few, narrow clusters of segments with a relatively higher number of citations. Conversely, Books 2, 7, and 10 exhibit a noticeably higher number of citations with very few windows without any citations and a few windows with a higher citation number. Books 3 and 9 display a similar image, in which, though, the distribution seems to leave larger windows with no or few citations. Lastly, Book 6 presents a split image: its first part closely resembles the books of

the second group with a high number of citations and very few segments without citations, whereas its latter half mirrors the characteristics of the first group with fewer citations and large areas without citations.

Books	Number of citations – distribution
Books 1, 4, 5, 8	few citations, many and large areas without citations
Books 2, 7, 10	plenty of citations, but few areas without citations
Books 3 and 9	plenty of citations, more areas without distribution
Book 6	split image

Tab. 5: General impression of the number of citations and their distribution in the books of the *Onomasticon*.

The split image of Book 6 can be directly correlated to its mixed content (see above, Tab. 2); the first part, dedicated to the onomasiological field *symposium*, displays a relatively higher number of citations and a relatively even distribution. The second part, in contrast, displays the converse trend. The diagram indicates that the transition between the two parts occurs around segment 106. Indeed, the section on the *symposium* actually ends at segment 112.

It appears impossible to draw such a correlation for the other books. For example, Book 2 and Book 8 fall into the same category concerning their content coherence (1–2 broad onomasiological fields), yet they belong to opposite categories with respect to the number of citations and the evenness of their distribution. However, the differentiation of Books 3 and 9 from Books 2, 7, and 10 may be partially attributed to their content diversity. While the former possess a high degree of coherence, the latter present a more varied content.

The third diagram is a box-and-whisker plot, which factors in the number of segments in each book to calculate the average number of citations per segment. Given the variable lengths of the books, this calculation provides a more accurate picture than the raw number of citations per book.

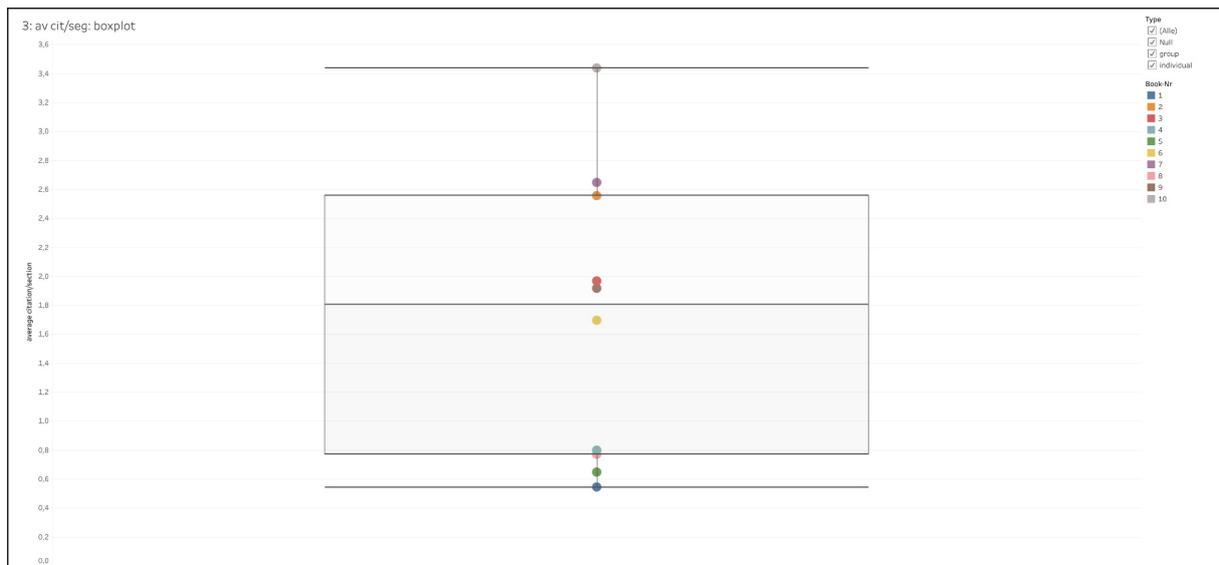


Fig. 3: Diagram 3, average citations per segment in the ten books of the *Onomasticon*.

This diagram reinforces the impressions gained from the previous two and offers further precision. Books 10, 7, and 2 are situated in the upper whisker: Book 10, with an average of 3.42 citations per segment, stands out as a clear outlier, while Books 7 and 2 are situated near each other, either outside or on the edge of the interquartile range. In contrast, at the lower end of the chart, Books 4, 8, 5, and 1

can be found near each other, again either outside or on the edge of the interquartile range. Lastly, within the interquartile range are Books 3, 9, and 6, situated near the median line; Books 3 and 9 are very close to each other above the median, whereas Book 6 stands alone,²⁶ slightly below the median.

The general image described above regarding the properties of each book, particularly the number and distribution of citations, undergoes a slight shift when considering the diversity of the cited authors and groups. The fourth diagram contrasts the previous box-and-whisker plot with a new one, which calculates and visualizes the average number of unique citations per segment.

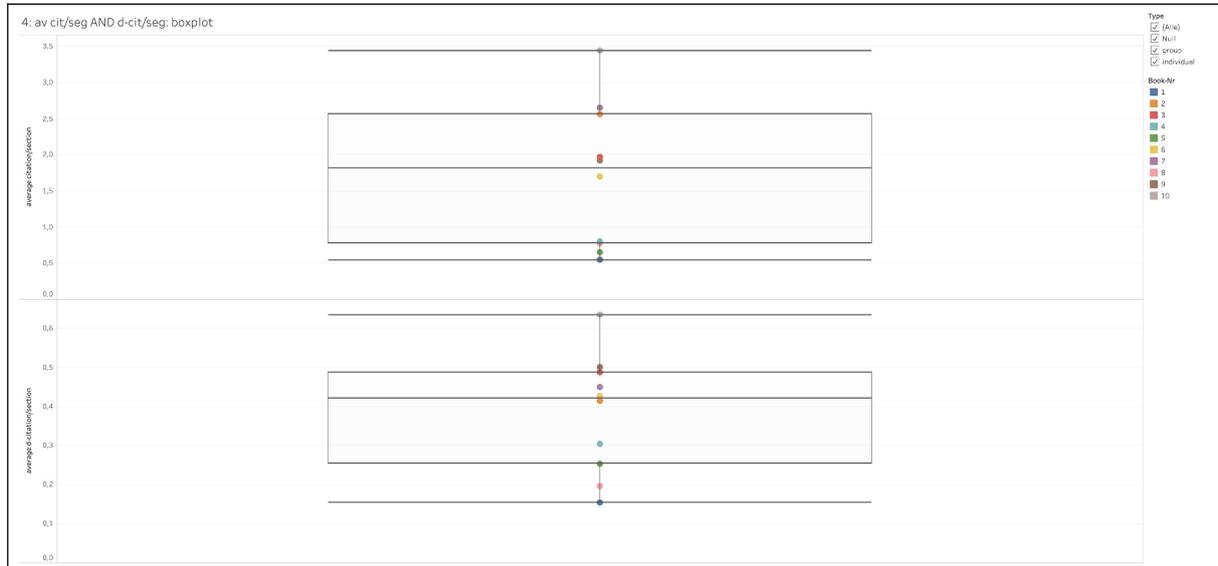


Fig. 4: Diagram 4, average citations per segment in comparison to average unique citations per segment in the ten books of the *Onomasticon*.

In this comparison, Book 10 and Book 1 notably stand out as outliers at the top and bottom of the plot, respectively: Book 10 exhibits the greatest variety, while Book 1 exhibits the least. Books 4, 5, 8, and 1 are more closely grouped. The noticeable shift is in the position of Books 2, 7 and 9. Book 9 and Book 3 are close to or on the edge of the interquartile range; conversely, Books 7 and 2 are placed close to the median line. Book 6 moves slightly above the median line, almost overlapping with Book 2.

To summarize thus far: concerning the number of citations, distribution, and variety, the first and last books of the *Onomasticon* sit at the two extremes. Book 2 features a high number of citations, which are distributed fairly evenly across the entire book. However, it often cites the same sources multiple times, with its variety of citations aligning with the median. Similarly, Book 7 possesses an equally high number of citations but a lesser degree of variety. Books 3 and 9 display similar characteristics to each other: a count of citations near the median line and a relatively high degree of variety, especially for Book 9. Generally, Books 4, 5, and 8 present relatively low citation counts and a limited degree of variety. Finally, for both measures, Book 6 remains very close to the median line.

Visualizing and evaluating the relation between citations of individuals and groups

The distinction between individual authors and collective sources introduces an additional metric: the group-to-individual ratio. This metric could provide further insights about variations in citation use across the *Onomasticon*'s books. In terms of group citations, genre groups make up a significant majority in Books 1–5,²⁷ and a notable portion in the remaining books (see Diagram 5 below). Often, these group citations provide a broad source identification instead of a specific one. In this context,

²⁶ For a close reading study of Book 6 signaling its special place in the corpus of the *Onomasticon* see Venuti (2000).

group citations represent, to a considerable extent, a trend towards generalization, while individual author citations imply a trend towards specificity.

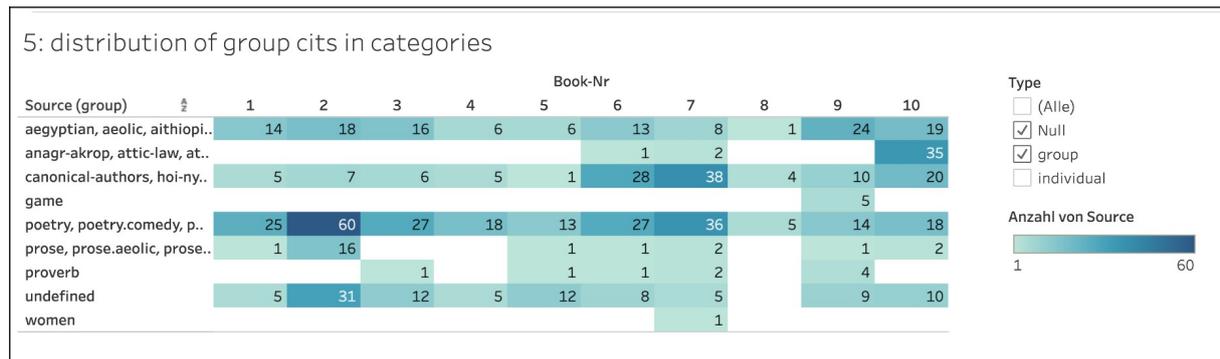


Fig. 5: Diagram 5, distribution of the citations of groups in the ten books of the *Onomasticon*.

The sixth diagram presents the absolute number of group and individual citations per book via a stacked chart. The seventh diagram is a highlight table displaying the books according to the group sources to individual sources ratio in descending order.²⁸

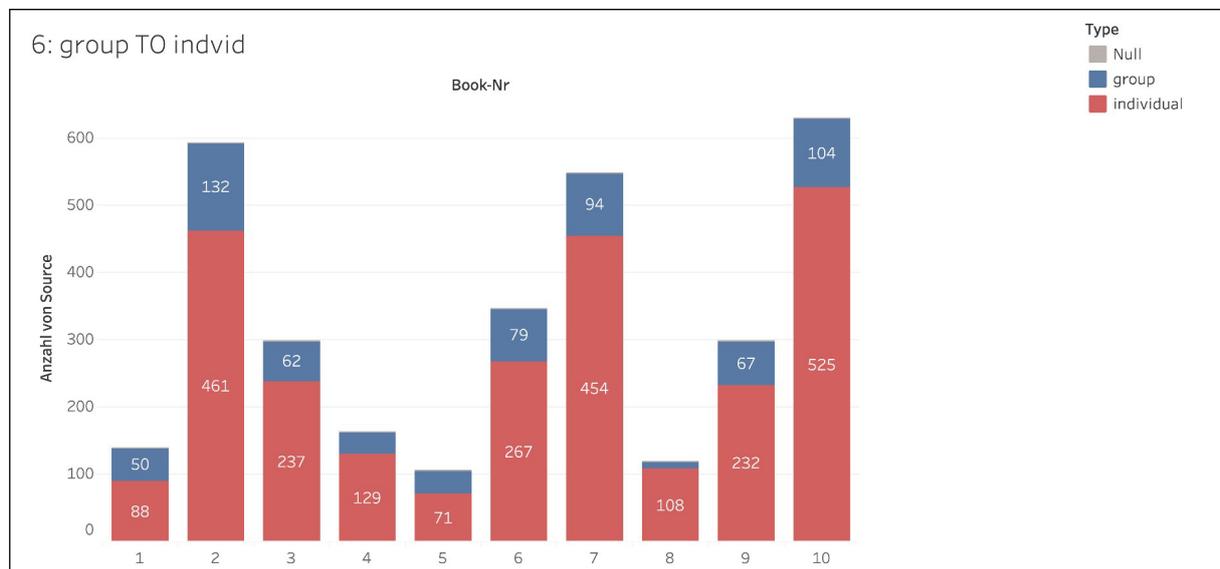


Fig. 6: Diagram 6, group citations in comparison to individual citations in each book of the *Onomasticon*.

27 In Book 2 most of the cases of *undefined speakers* refer actually to some medicine writers or representatives of a specific medical school.

28 We have preferred here this type of chart and not the box-and-whisker plot because several values overlap and the visualization would not be clear.

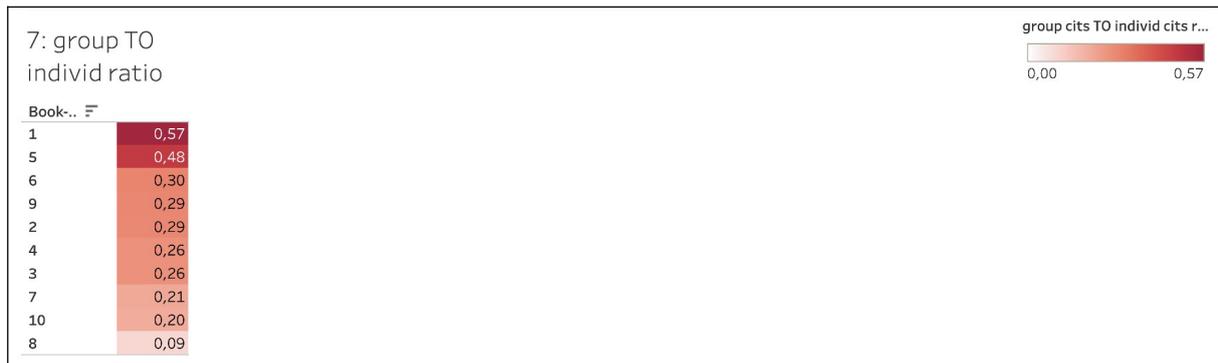


Fig. 7: Diagram 7, average group citation to individual citation ratio in each book of the *Onomasticon*.

The results do not align with the tendencies suggested by the previous measures concerning the clustering of the books. Book 1, with its fewer citations, displays a relatively large number of group citations in comparison to its total citation count and emerges as an upper outlier in the plot. Conversely, in contrast, Book 8, which also has a minimal number of citations, seems to avoid group citations and stands out as a lower outlier. Books 2–4 and 6–10 display a noticeable similarity with respect to this metric, falling within the interquartile range or very close to it. Finally, Book 5 is more closely aligned with Book 1 than any other book; its placement in the plot can be explained similarly to that of Book 1.

It must be noted that in each of the Books 2–4 and 6–10 the group-to-individual ratio is due to different reasons. For example, in Book 2 besides a considerable portion of genre-based groups we observe also a high number of undefined speakers. On the other hand, in Book 10 the frequent citation of inscriptions contributes significantly to the relatively high ratio.

Visualizing and evaluating the relation between citations of individuals/groups and citations of titles

The final metric we introduce is based on the citations of titles in the *Onomasticon*. We calculate the average number of titles cited in a book, divide this number by the average number of individual authors cited (excluding group citations), and plot the ratio of these measures in a box-and-whisker plot.

The diagram provides a clear picture: the median line is positioned near the bottom of the plot, and the difference between the outlier Book 1 and Books 2, 3, 5, and 8 is notably small. Book 6 is also close to this group, positioned just above the median line. Book 4 appears to be a special case, located at the hinge marking the upper half of the interquartile box. Books 7, 9, and 10 are situated at the upper hinge of the interquartile box, within the first third of the upper whisker, and at the upper extreme of the plot, respectively. It seems that starting from Book 7 – with the exception of the citation-poor Book 8 – the *Onomasticon* progressively uses more titles, perhaps in pursuit of greater precision.

The placement of Book 4 can serve as an illustrative example of how these measures should be combined with a close reading to draw conclusions. Book 4 features relatively few citations (as evidenced by its placement in diagram 3). The subsequent diagram, which depicts the distribution of title citations across the book, reveals a notably high concentration in the segments around 110 and 174. In the former case, titles of dramas are cited in a section presenting vocabulary related to dramatic choruses, offering specific examples of particular theatrical phenomena. In the latter case, within a section about measures and weights (4,166–175), it's evident that the book exhibits a high concentration of citations in general, including the citation of titles (especially in the section about weights, 4,171–176). It is plausible to suggest that Pollux employs a secondary source here that strongly documents its material.

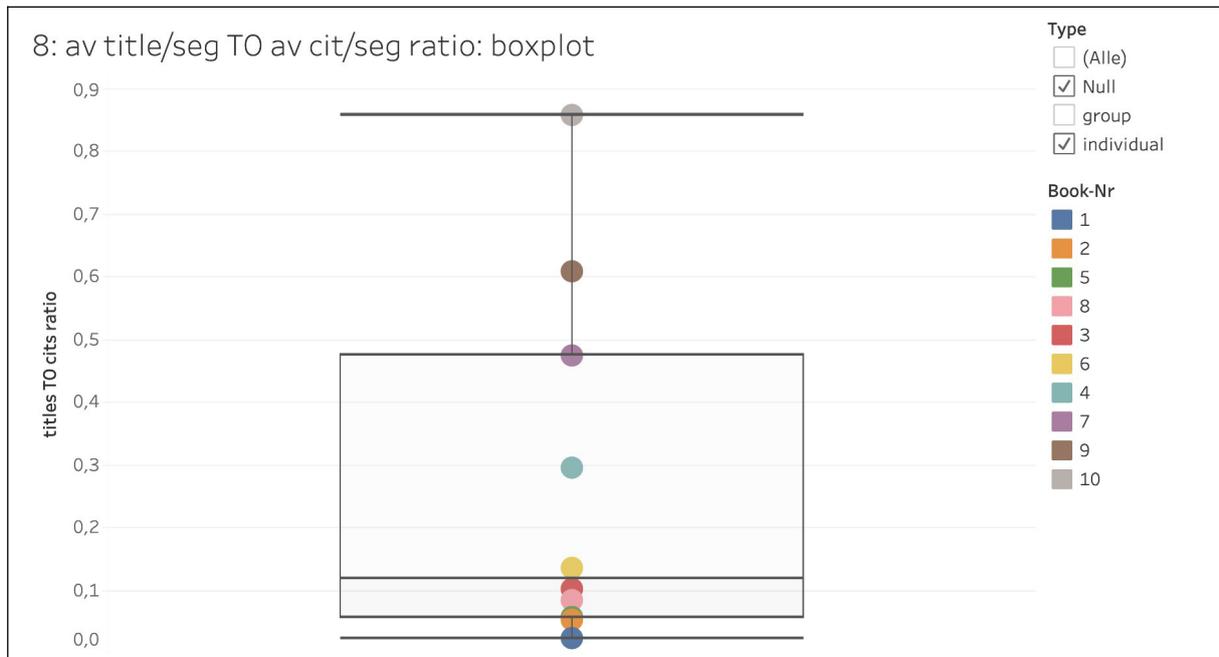


Fig. 8: Diagram 8, average title per segment to citation per segment ratio in each book of the *Onomasticon*.

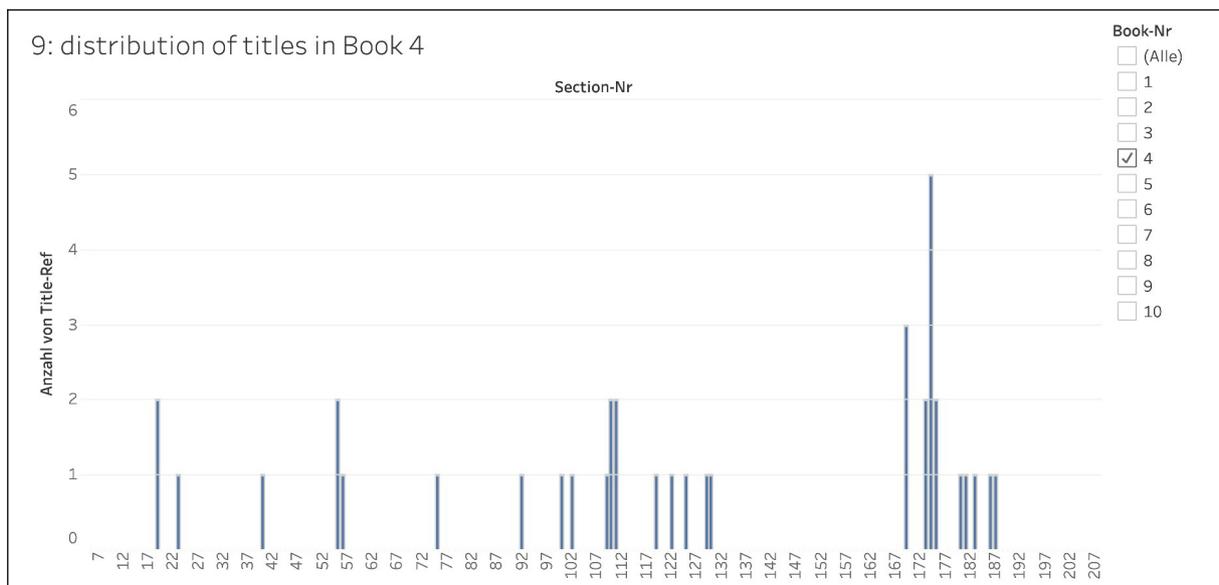


Fig. 9: Diagram 9, distribution of titles in Book 4 of the *Onomasticon*.

Concluding remarks

In this article, we sought to comprehend a particular phenomenon in the ten books of the *Onomasticon*, namely, the citation of sources. We employed distant reading methods; however, the production of the results we present in diagrams required an intensive close reading of the *Onomasticon* to accurately annotate the cited sources. Based on these results and the preceding discussion, we propose the following conclusions:

1. The first and the last book of the *Onomasticon* represent two extremes in terms of content coherence (Book 1 discusses various fields – Book 10 addresses only one broad field), number of citations and precision of citations (Book 1 has very few and imprecise citations – Book 10 displays the opposite).

2. Book 2 aligns closely with Book 10 in these aspects and diverges significantly from Book 1. It seems that after Book 1 (and its success?), Pollux genuinely began to conceptualize the project of a multi-volume onomasiological dictionary with a higher level of precision and documentation. Consequently, he re-evaluated his approach to dealing with primary and secondary sources, aiming for better documentation.

3. Beginning with Book 6, and especially in Books 7, 9, and 10, we observe a consistent progression towards more citations and greater precision. Book 8 is an outlier in this progression; it is noteworthy that Pollux admits in the prologue of this book that he did not have adequate time to prepare it properly.²⁹

4. The split picture of Book 6 can be used as an indication of a general tendency in the *Onomasticon*: large and coherent onomasiological fields display more citations than smaller or very small fields. It is interesting to attempt further to prove if this correlation exists systematically.

29 For the prologue of Book 8 see Tribulato (2018), 276–277; Tribulato remarks that Pollux’s statement he did not produce a work of the quality he desired due to lack of time is a *topos*; on the other hand, the differentiation between this book and Books 6 and 7 concerning the use of citations indicates that the *topos* is actually used to present rhetorically a real fact.

Sources

Text editions

Bekker (1846): I. Bekker (ed.), *Iulii Pollucis Onomasticon*, Berlin 1846.

Bethe (1900–1931): E. Bethe (ed.), *Pollucis Onomasticon*, Leipzig 1900 (1st vol.), 1931 (2nd vol.), 1937 (3rd vol.).

Kassel / Austin (K.-A.): R. Kassel / C. Austin (eds.), *Poetae Comici Graeci I–VIII*, Berlin 1983–2022.

Lederlin / Hemsterhuis (1706): J. H. Lederlin / T. Hemsterhuis, *Ἰουλίου Πολυδεύκου Ὀνομαστικὸν ἐν βιβλίοις δέκα = Iulii Pollucis Onomasticum, graece et latine*, Amsterdam 1706.

References

Alexander / Kay (2015): M. Alexander / Ch. Kay, *Diachronic and Synchronic Thesauruses*, in: P. Durkin (ed.), *The Oxford Handbook of Lexicography*, Oxford 2015, 439–456.

Avotins (1975): I. Avotins, *The Holders of the Chairs of Rhetoric at Athens*, *Harvard Studies in Classical Philology* 79 (1975), 313–324.

Bethe (1895): E. Bethe, *Die Ueberlieferung des Onomastikon des Julius Pollux*, *Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, philologisch-historische Klasse*, Göttingen 1895, 322–348.

Bethe (1918): E. Bethe, *Iulius Pollux*, *RE X.1*, Stuttgart 1918, 773–779.

Chronopoulos (2016): S. Chronopoulos, *Logical Categories and the Parts of Speech System as Structuring Devices in Pollux' Onomasticon*, *CHS Research Bulletin* 5 (2016), http://nrs.harvard.edu/urn-3:hln.essay:ChronopoulosS.Logical_Categories_and_Parts_of_Speech_as_Structuring_Device_s.2016 (last access 13.06.2023).

Della Bona (2017): M. E. Della Bona, *Agoni poetico-musicali nella Grecia antica*, Pisa 2017.

De Ste. Croix (2004): G. E. M. De Ste. Croix, *Athenian Democratic Origins and Other Essays*, New York 2004.

Hüllen (2004): W. Hüllen, *A History of Roget's Thesaurus. Origins, Development and Design*, Oxford 2004.

Lohan (1890): E. Lohan, *De librorum titulis apud classicos scriptores Graecos nobis occurrentibus*, Marburg, 1890.

Matthaios (2013): S. Matthaios, *Pollux' Onomastikon im Kontext der attizistischen Lexikographie. Gruppen 'anonymer Sprecher' und ihre Stellung in der Sprachgeschichte und Stilistik*", in: Ch. Mauduit (ed.), *L'Onomasticon de Pollux: aspects culturels, rhétoriques et lexicographiques*, Lyon 2013, 67–140.

Nesselrath (1990): H.-G. Nesselrath, *Die attische Mittlere Komödie. Ihre Stellung in der antiken Literaturkritik und Literaturgeschichte*. Berlin 1990.

Pippin (1956): A. Pippin, *The Demioprata of Pollux X*, *Hesperia* 25 (1956), 318–328.

Tribulato (2018): O. Tribulato, *Le epistole prefatorie dell' 'Onomasticon' di Polluce: Frammenti di un discorso autoriale*, *Lexis* 36 (2018), 247–283.

Reisch (1897): E. Reisch, *Bibasis* 2, *RE III.1*, Stuttgart 1897, 390–391.

Schmidt-Wiegand (2002): R. Schmidt-Wiegand, Die onomasiologische Sichtweise auf den Wortschatz, in: D. A. Cruse (ed.), *Lexicology. An International Handbook on the Nature and Structure of Words and Vocabularies*, Berlin 2002, 738–752.

Tolkiehn (1933): J. Tolkiehn, *Lexikographie*, RE XII.2, Stuttgart 1933, 2432–2482.

Tosi (2007): R. Tosi, Polluce: Struttura Onomastica e Tradizione Lessicografica, in: C. Bearzot / F. Landucci (ed.), *L' "Onomasticon" Di Giulio Polluce. Tra Lessicografia e Antiquaria*, Milano 2007, 3–16.

Figure references

Fig. 1: Diagram 1, citations per segment in the ten books of the *Onomasticon*, <https://public.tableau.com/views/pollux-distribution-sources-dco/1-citspersegheatmap> (last access 13.06.2023).

Fig. 2: Diagram 2, citations per segment in each book of the *Onomasticon* (here, e.g. the diagram of Book 10), <https://public.tableau.com/views/pollux-distribution-sources-dco/2-citsperseg> (last access 13.06.2023).

Fig. 3: Diagram 3, average citations per segment in the ten books of the *Onomasticon*, <https://public.tableau.com/views/pollux-distribution-sources-dco/3avcitsegboxplot> (last access 13.06.2023).

Fig. 4: Diagram 4, average citations per segment in comparison to average unique citations per segment in the ten books of the *Onomasticon*, <https://public.tableau.com/views/pollux-distribution-sources-dco/4avcitsegANDd-citsegboxplot> (last access 13.06.2023).

Fig. 5: Diagram 5, distribution of the citations of groups in the ten books of the *Onomasticon*, <https://public.tableau.com/views/pollux-distribution-sources-dco/5distributionofgroupcitsincategories> (last access 13.06.2023).

Fig. 6: Diagram 6, group citations in comparison to individual citations in each book of the *Onomasticon*, <https://public.tableau.com/views/pollux-distribution-sources-dco/6groupTOindvid> (last access 13.06.2023).

Fig. 7: Diagram 7, average group citation to individual citation ratio in each book of the *Onomasticon*, <https://public.tableau.com/views/pollux-distribution-sources-dco/7groupTOindvidratio> (last access 13.06.2023).

Fig. 8: Diagram 8, average title per segment to citation per segment ratio in each book of the *Onomasticon*, <https://public.tableau.com/views/pollux-distribution-sources-dco/8avtitlesegTOavcitsegratioboxplot> (last access 13.06.2023).

Fig. 9: Diagram 9, distribution of titles in Book 4 of the *Onomasticon*, <https://public.tableau.com/views/pollux-distribution-sources-dco/9distributionoftitlesinBook4> (last access 13.06.2023).

Author contact information³⁰

Dr. Stylianos Chronopoulos
Independent researcher
Metsaion 2, Thessaloniki, Greece
E-mail: schronopoulos@gmail.com

³⁰ The rights pertaining to content, text, graphics, and images, unless otherwise noted, are reserved by the author. This contribution is licensed under CC BY 4.0.

NEUES SEHEN – Aktuelle Ansätze der Digitalen Archäologie in der Objekt- und Bildwissenschaft

Elisabeth Günther, Sascha Schmitz

Einführung

Die Konferenz *NEUES SEHEN. Aktuelle Ansätze der Digitalen Archäologie in der Objekt- und Bildwissenschaft*, organisiert von Elisabeth Günther und Sascha Schmitz an der Universität Trier (20.–22.05.2022), war den Potenzialen digitaler Anwendungen und Methoden bei der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit archäologischen (Bild-)Objekten gewidmet.

In den Blick genommen wurden im Rahmen der Tagung innovative Projekte im Bereich der Bild- und Objektwissenschaft, sodass nicht das Sammeln, der Umgang und die Auswertung großer Datenmengen im Mittelpunkt standen, wie sie etwa bei entsprechender Dokumentation von (Groß-)Grabungen anfallen, sondern die Potenziale und Herausforderungen digitaler Methoden und Ansätze beim Studium einzelner Objekte, Bilder, Monumente. Gerade in diesem Bereich archäologischer Forschung, der bislang vor allem traditionellen Methoden verpflichtet ist, stellen sich besondere Herausforderungen, etwa was die Adaption neuer Techniken (z.B. neuester Hardware für Computerspiele) und Programme (z.B. Anpassung von Annotations-Tools oder 3D-Viewern für die Rekonstruktion antiker Objekte) an archäologische Fragestellungen betrifft. Nicht zuletzt werden hierdurch methodische Herausforderungen besonders sichtbar, die bei dem Aufeinandertreffen qualitativer Fragestellungen und den genuin auf großen Datensätzen beruhenden – und damit vorrangig quantitativen – Ansätzen der Informatik bzw. der Digital Humanities entstehen. Die kritische Diskussion wissenschaftlicher Methodiken in ihrer Anwendung auf Fragen der Rekonstruktion, Modellierung und Simulation ist daher unabdingbare Voraussetzung für diesen Bereich archäologischer Forschung.

Zugleich besteht hier besonders großes Entwicklungspotenzial für neue Denkansätze in den verschiedenen archäologischen Fächern, welche der zunehmenden Digitalisierung und Virtualisierung von Forschung, Lehre sowie Alltagswelt Rechnung tragen. Es ist daher kein Zufall, dass in den letzten Jahren innovative Projekte im Bereich der archäologischen Bild- und Objektwissenschaft entstanden sind, die in der Regel zugleich Pionierarbeit leisten – inhaltlich, methodisch und auf die technische Umsetzung bezogen – und somit einen wichtigen Beitrag dazu leisten, wie Archäologie in den nächsten Jahrzehnten gestaltet und verstanden werden wird.

Der Workshop hat sich der Aufgabe verschrieben, diese Projekte in der Fachöffentlichkeit sichtbarer zu machen, unterschiedliche Forschungsfragen und Ansätze zusammenzubringen und gemeinsam zu diskutieren, wie die archäologischen Fächer im sogenannten ‚Digitalen Zeitalter‘ aussehen können und wie die zum gegenwärtigen Zeitpunkt beginnenden Veränderungen und Transformationen in der Archäologie (und in den Geisteswissenschaften insgesamt!) mitgestaltet werden können. Insofern kann der Titel *NEUES SEHEN* durchaus als Anspielung auf die gleichnamige Stilrichtung der Fotografie verstanden werden, die in den 1920er Jahren entstand. Dank neuer technischer Möglichkeiten löste sich die Fotografie von der Malerei, experimentierte mit Licht und Schatten, Kompositionslinien, Ein-

zelformen, und bildete so eine neue Ästhetik heraus.¹ Die Parallelen zur aktuellen Situation sind augenfällig, denn auch die digitale Archäologie ist mit (immer) neuen Techniken und Methoden konfrontiert, die einerseits herausfordern, andererseits jedoch auch neue Perspektiven ermöglichen und somit großes Innovationspotenzial in sich tragen. ‚NEUES SEHEN‘ kann daher ebenso verstanden werden als ‚neues SEHEN‘, als eine neue Form des Sehens, die durch die eben genannten Faktoren stimuliert wird, aber auch als ‚NEUES sehen‘, nämlich als das potentielle Resultat solcher Perspektivwechsel in einem extrem dynamischen Forschungsfeld.

Den hier skizzierten Fragen näherte sich die Tagung in vier Bereichen an:² (1) Mustererkennung, (2) 3D-Modellierung, (3) Digitalität in der universitären Lehre und (4) im inter-institutionellen Austausch zwischen Universität, Museum und Denkmalpflege mit Schwerpunkt auf der bedeutenden Aufgabe der Wissensvermittlung. Neben der Vorstellung der Einzelprojekte standen vor allem die gemeinsamen Diskussionen während der Round-Tables im Mittelpunkt.

Dem intensiven, anregenden Austausch, welcher die Tagung auszeichnete, soll in Form dieser Publikation Rechnung getragen werden: Anstelle eines klassischen Tagungsbandes wurden, getrennt nach den oben genannten Themenbereichen, vier längere Gespräche mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern im Nachgang der Tagung geführt. Diese orientierten sich an mehreren Kernfragen, die auch in den Diskussionsrunden der Tagung thematisiert worden waren, und boten daher die Gelegenheit, einzelne Aspekte der digitalen Bild- und Objektwissenschaft aus unterschiedlichen Perspektiven zu beleuchten, dabei konkrete Herausforderungen und Lösungsmöglichkeiten anzusprechen sowie allgemeinere Fragen zu diskutieren. Hierdurch entstanden vier in ihrem Charakter sehr unterschiedliche Gespräche via Zoom, die aufgezeichnet, transkribiert und geringfügig überarbeitet wurden. Vorgeschaltet mit jeweils einer kurzen Einleitung mit Vorstellung der Diskutanten und den Abstracts zu den Tagungsbeiträgen erscheinen diese nun als vierteilige Reihe in den Digital Classics Online (DCO) und stoßen hoffentlich eine breitere Diskussion über die Potenziale des Digitalen in den archäologischen Disziplinen an: Teil 1/4: *Digitale Archäologie in der universitären Lehre*, Teil 2/4: *3D-Modellierung und digitale Rekonstruktion*, Teil 3/4: *Bildmustererkennung und Einsatz von KI* und Teil 4/4: *Interinstitutionelle Zusammenarbeit und Wissensvermittlung*.

1 B. Joos, Das „Neue Sehen“. Extreme Perspektiven in der Photographie, in: B. Salmen (Hrsg.), *Blicke, Durchblicke, Ausblicke in Kunst und Volkskunst*, Mulchau 2000, 84–90.

2 Das Tagungsprogramm: <https://www.uni-trier.de/universitaet/fachbereiche-faecher/fachbereich-iii/faecher/klassische-archaeologie/forschung-und-projekte/tagungen-und-kongresse/tagung-neues-sehen> (abgerufen am 12.12.2022).

Autoreninformation³

Dr. Elisabeth Günther
Universität Heidelberg
Institut für Klassische Archäologie und Byzantinische Archäologie
Marstallhof 4
69117 Heidelberg
E-Mail: elisabeth.guenther@zaw.uni-heidelberg.de

Sascha Schmitz, M.A.
Goethe-Universität Frankfurt
Institut für Archäologische Wissenschaften
Campus Westend, Hausfach 7
Norbert-Wollheim-Platz 1
60323 Frankfurt
E-Mail: Sa.Schmitz@em.uni-frankfurt.de

³ Die Rechte für Inhalt, Texte, Graphiken und Abbildungen liegen, wenn nicht anders vermerkt, bei den Autoren. Alle Inhalte dieses Beitrages unterstehen, soweit nicht anders gekennzeichnet, der Lizenz CC BY 4.0.

##=DIGITAL CLASSICS ONLINE=##

NEUES SEHEN – Aktuelle Ansätze der Digitalen Archäologie in der Objekt- und Bildwissenschaft. Teil 1/4: Digitale Archäologie in der universitären Lehre

Elisabeth Günther, Clemens Brünenberg, Carsten Mischka,
Doris Mischka, Fabian Stroth

Abstract: The conference *NEUES SEHEN. Aktuelle Ansätze der Digitalen Archäologie in der Objekt- und Bildwissenschaft* (*NEUES SEHEN. Current approaches to object and image studies in digital archaeology*), held at the University of Trier, 20.–22.05.2022, explored the potential of digital tools and methods applied to archaeological objects and imagery. This first part deals with the role that digital tools and methods play – and should play – in academic teaching (session 3 of the conference), with the technical and didactic challenges one has to face in the seminar room, and with the question how teaching and research in digital archaeology will shape our discipline in the (very near) future.

Einleitung: Herausforderungen und Potenziale digitaler Anwendungen in der universitären Lehre

Elisabeth Günther

Dieser erste Teil der vierteiligen Beitragsreihe setzt sich damit auseinander, welche Rolle digitale Anwendungen und Methoden in der universitären Lehre spielen bzw. spielen sollten (Sektion 3 der Konferenz), vor welche technischen und didaktischen Herausforderungen die Lehrenden gestellt werden, und wie Forschung und Lehre im Bereich der Digitalen Archäologie die archäologischen Fächer in naher Zukunft prägen werden.

Digitale Archäologie in der universitären Lehre

Der hiermit vorgelegte erste Teil dieser Reihe widmet sich dem Einsatz digitaler Methoden und Anwendungen in der universitären Lehre. Dass die Digitale Archäologie in die universitäre Lehre integriert werden muss – in der Regel wesentlich stärker als bislang praktiziert – liegt auf der Hand. Denn zum einen ist die Entwicklung der archäologischen Fächer und deren (neue) Methoden bzw. Anwendungen und Techniken auch in der Lehre abzubilden, um den wissenschaftlichen Nachwuchs entsprechend zu befähigen, zum anderen bietet die Einbettung des Digitalen in die Lehre (und Hochschuldidaktik) großes Potenzial, breit gestreute Kompetenzen zu vermitteln, welche den Absolventinnen und Absolventen auch abseits einer archäologisch-wissenschaftlichen Karriere von großem Nutzen sein können. Nicht zuletzt ist ein wissenschaftlich fundierter, kritischer Umgang mit dem Digitalen, sei es mit dem Funktionieren einer Datenbank, der Visualisierung von Datenmengen oder der allseits diskutierten Künstlichen Intelligenz (KI), eine wichtige Grundlage, um an den aktuell geführten gesellschaftlichen und politischen Debatten teilnehmen zu können – Digitale Archäologie kann hier durchaus einen Beitrag leisten.

Der Zwang zur Onlinelehre in den Jahren 2020 und 2021, der sogenannten ‚Corona-Zeit‘, hat einen wichtigen Beitrag zur Etablierung digitaler Lehr- und Lernformate geleistet, auch wenn nicht alle Neuerungen verstetigt wurden und nach wie vor Diskussionsbedarf besteht. Der Einsatz von Videokonferenzen für Seminare, die sogenannte ‚asynchrone‘ Lehre in Form aufgezeichneter Vorlesungen, die verstärkte Unterstützung traditioneller Lehrformate mit Onlinetutorien und online verfügbaren Lernmaterialien¹ können als eine Experimentierphase verstanden werden, in der sich nach und nach herauskristallisiert, welche Formen digitaler Lehre eine sinnvolle Ergänzung zur Präsenzuniversität darstellen. Zugleich hat sich gezeigt, dass digitale Lehre kein Selbstläufer ist, dass die traditionellen Angebote, nämlich Vorlesungen, Seminare und Übungen, nicht eins zu eins ins Digitale übertragen werden können. Digitale Lehre stellt grundlegend andere Anforderungen an Dozentinnen und Dozenten sowie Studentinnen und Studenten² und erfordert andere didaktische (und teilweise auch pädagogische) Konzepte: Sie ist weitaus mehr als Onlinelehre, also die reine Übertragung von Lehrveranstaltungen im digitalen Raum. Die Folgen der neu entstandenen Angebote – ob online oder hybrid, ob Lehrveranstaltung oder öffentliches Kolloquium – für die weitere Entwicklung der Universität und der Geisteswissenschaften im Allgemeinen und der archäologischen Disziplinen im Besonderen sind noch nicht abzusehen und bedürfen einer ausführlichen Diskussion, auch interdisziplinär. Dies wird im unten abgedruckten Gespräch aufgegriffen, auch wenn digitale Lehr-/Lernformate nur ein Teilaspekt der digitalen Archäologie in der universitären Lehre sind.

Die Vermittlung digitaler Anwendungen und Methoden hat durch die digitale Lehre insgesamt Aufschwung erhalten; hier seien einige Beispiele genannt. So sind virtuelle Ausstellungsformate stärker in das Blickfeld geraten, und Aspekte des digitalen Kuratierens und der Wissensvermittlung über Videos, Social Media, Blogs, Podcasts, Interaktive Karten, sowie interaktive virtuelle Räume in die Lehre integriert worden und erweiterten sowie bereicherten studentische Ausstellungsprojekte.³ Des Weiteren wurden Onlinetutorials verstärkt zur Vermittlung digitaler Anwendungen, etwa von GIS-Programmen, genutzt, wie es auch im Rahmen des Gesprächs angesprochen wird. Daneben steht die Einbindung von 3D-Modellen in die Lehre, wie sie mittlerweile über Open-Access-Repositoryen (etwa Sketchfab⁴) verfügbar sind; oder von eigens erstellten Modellen – etwa über SfM (Structure from Motion), einem Verfahren, das ein 3D-Modell aus Fotos errechnet, die von einem Objekt angefertigt wurden –, die im Rahmen eines Seminars etwa mit einem mobilen Endgerät von den Studentinnen und Studenten in detail betrachtet und diskutiert werden können. Noch immersiver ist die Verwendung einer Virtual Reality (VR)-/Augmented Reality (AR)-Brille, die allerdings die Verfügbarkeit der entsprechenden Hard- und Software voraussetzt. Die unterschiedlichen Spielformen werden durch die Projekte der am unten abgedruckten Gespräch beteiligten Sprecherinnen und Sprecher abgebildet.

Zu unterscheiden ist hierbei prinzipiell zwischen Virtual Reality (VR), der virtuellen Realität, die sich in einem rein virtuellen Umfeld bewegt, Augmented Reality (AR), der erweiterten Realität, in der vir-

1 Die freilich bereits zuvor existierten; genannt sei hier das viel genutzte eManual Alte Geschichte der Universität Hamburg (Prof. Dr. Werner Rieß): <https://emanualaltegeschichte.blogs.uni-hamburg.de/> (abgerufen am 13.12.2022).

2 In Absprache mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Tagung wurde festgelegt, jeweils die weibliche und männliche Sprachform zu verwenden. In den Gruppeninterviews kann es hierbei, abhängig von der Aussageabsicht, zu Abweichungen und damit (scheinbaren) Uneinheitlichkeiten kommen.

3 So etwa die virtuelle studentische Ausstellung der Klassischen Archäologie der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg *Kreuz und quer: Lebensgeschichten antiker Objekte* zum Thema Objektbiographie (Leitung: Prof. Dr. Corinna Reinhardt): https://www.klassischearchaeologie.phil.uni-erlangen.de/kreuzundquerausstellung_210128/index.html (abgerufen am 13.12.2022); die virtuelle Ausstellung des Landesmuseum Württemberg zu römischem Glas (*Faszination Glas*): <https://artsandculture.google.com/story/FgVxR4tDzmzPSA> (abgerufen am 13.12.2022); digitaler Bildungsspaziergang via App durch die Heidelberger Altstadt als Teil der Ausstellung *Heinrich Schliemann und Heidelberg. Eine Spurensuche* (Leitung: Dr. Polly Lohmann): <https://rollpodest.hypotheses.org/1583> (abgerufen am 13.12.2022).

4 Siehe beispielsweise die 3D-Modelle römischer Inschriften des Museum Kärnten auf Sketchfab: <https://sketchfab.com/kaernten.museum> (abgerufen am 13.12.2022).

tuelle Objekte in der realen Umgebung platziert werden, die dann durch Umschreiten von unterschiedlichen Seiten betrachtet werden können, und Mixed Reality (MR), in der virtuelle und erweiterte Realität überblendet werden und ein Kontinuum bilden. Besonders vielversprechend ist hierbei die Möglichkeit, mit den virtuellen Objekten in einer Weise interagieren zu können, wie es mit einem realen archäologischen Objekt oder Bauwerk nicht möglich wäre – etwa dieses beliebig zu bewegen oder zu zerschneiden, um ein Profil oder einen Grundriss sichtbar zu machen. Die möglichen Fragestellungen dieser Anwendungen liegen in einer objektzentrierten Wissenschaft wie der Archäologie klar auf der Hand: Inwieweit wird hier NEUES sichtbar? Inwieweit können neue Formen des SEHENS zu neuen Perspektiven führen? Zugleich werden die Herausforderungen, die in dem Verlust materieller Eigenschaften und der Marginalisierung des Originalobjekts liegen, deutlich.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Gruppeninterviews bzw. Gesprächs zeichnen sich durch besondere Expertise in der Vermittlung digitaler Methoden und Anwendungen in der universitären Lehre aus. Bauforscher Dr.-Ing. Clemens Brünenberg ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Klassische Archäologie an der Universität Darmstadt und ist an mehreren Forschungsprojekten beteiligt, u.a. als Principal Investigator am BMBF-finanzierten Forschungsprojekt *ΦΩΣ 4D – Werkzeug zur Afordanz-basierten Tageslichtanalyse in antiken Häusern mittels Simulation* (Leitung der Arbeitsgruppe Historische Bauforschung).⁵ Von 2019 bis 2022 leitete er das DFG-finanzierte Forschungsprojekt *Augmented Reality als Rekonstruktionswerkzeug der Bauforschung. Interdisziplinäre Methodenentwicklung in den Mixed Realities am Beispiel der römischen Weltkulturerbestätten Triers*, das er im Rahmen des Workshops präsentierte (Abstract Nr. 1).

Prof. Dr. Doris Mischka ist Professorin für jüngere Urgeschichte mit Schwerpunkt Neolithikum und Ältere Metallzeiten am Institut für Ur- und Frühgeschichte der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.⁶ Neben zahlreichen anderen Projekten widmet sie sich der Erforschung der Landschaftsarchäologie des spätneolithischen und kupferzeitlichen Rumäniens. Die Ergebnisse der seit einigen Jahren im Gebiet der Cucuteni-Kultur durchgeführten Feldbegehungen und Gradiometerprospektionen sind in die Gestaltung einer ‚Virtuellen Sammlung‘ eingeflossen, die von Dr. Carsten Mischka, Lehrbeauftragter und technischer Mitarbeiter des Instituts, systematisch auf- wie ausgebaut wurde (Abstract Nr. 2). Sein Schwerpunkt in Lehre und Forschung liegt nicht nur in der Vermessungs- und Ausgrabungstechnik (insbesondere Gradiometerprospektion, Bodenradarprospektion) sowie GIS (inklusive Onlinetutorien), sondern auch in SfM und 3D-Visualisierung.⁷

Dr. Fabian Stroth ist Juniorprofessor für Byzantinische Archäologie an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.⁸ Neben Projekten zur frühbyzantinischen Architektur Konstantinopels geht er in der Einbettung von dreidimensionalen Bildgebungsverfahren in die universitäre Lehre neue Wege (Projekt *MARBLE – Mixed and Augmented Reality in Blended Learning Environments*, Abstract Nr. 3). Der anwendungsorientierte Einsatz von Augmented Reality im archäologischen Seminarraum – und darüber hinaus – wird anhand byzantinischer Architektur ausgelotet, um neue didaktische Konzepte zu entwickeln.

Die Moderatorin Dr. Elisabeth Günther war Akademische Rätin a.Z. im Fach Klassische Archäologie der Universität Trier. Seit April 2023 ist sie als Akademische Rätin am Institut für Klassische Archäologie und Byzantinische Archäologie der Universität Heidelberg tätig.⁹ Sie war und ist an mehreren in-

5 https://www.archaeologie.architektur.tu-darmstadt.de/klarch/team_klarch/team_klarch_details_30720.de.jsp (abgerufen am 13.12.2022).

6 <https://www.uf.phil.fau.de/das-team/prof-dr-doris-mischka/> (abgerufen am 13.12.2022).

7 <https://www.uf.phil.fau.de/das-team/dr-carsten-mischka/> (abgerufen am 13.12.2022).

8 <https://www.byzanz.uni-freiburg.de/Personen/fabian-stroth> (abgerufen am 13.12.2022); Miznazi / Stroth (2022); Lohfink et al. (2022).

9 <https://www.uni-heidelberg.de/fakultaeten/philosophie/zaw/klarch/mitarbeiter/guenther.html> (abgerufen am 21.04.2023).

terdisziplinären wie internationalen Lehrprojekten zur Erstellung einer Onlineausstellung mit interaktiven Karten beteiligt.¹⁰

Abstracts der Projekte der Sprecherinnen und Sprecher

Abstract 1: Augmented Reconstruction. Entwicklung einer feldbasierten 3D-Rekonstruktion zur interdisziplinären Zusammenarbeit in Bauforschung und Archäologie

Dr.-Ing. Clemens Brünenberg (Fachgebiet Klassische Archäologie, TU Darmstadt)

Dreidimensionale Bestands- und Rekonstruktionsmodelle vergangener Gebäudezustände werden in den Altertumswissenschaften und insbesondere in der archäologischen Bauforschung spätestens seit dem ‚second digital turn‘ als heuristisches Werkzeug begriffen. Über ihre lange solitär verstandene Funktion als Vermittler bestimmter visueller Vorstellungen hinaus tragen diese Modelle entscheidend dazu bei, unser Verständnis zu Bauabläufen, Bauphasen, Raumgestaltung oder konstruktiven Zusammenhängen bis hin zu Detaillösungen vergangener Bauten zu klären. Während die Dokumentation und Analyse stets direkt am eigentlichen Untersuchungsobjekt, den baulichen Überresten, durchgeführt wird, ist der Entstehungsprozess der Rekonstruktionsmodelle trotz der engen inhaltlichen Aussagekraft und Beziehung mit dem realen Objekt jedoch in aller Regel von diesem losgelöst.

Mit diesem Beitrag werden die Ergebnisse des seit November 2019 an der TU Darmstadt laufenden Projektes vorgestellt, in dem durch die technischen Möglichkeiten der Augmented Reality (AR) genau dieser Entstehungsprozess der Rekonstruktionsmodelle erstmals direkt mit dem Untersuchungsobjekt verbunden wird. Dabei steht in der ersten Stufe des Projektes nicht die Erstellung ‚fertiger‘ Rekonstruktionsmodelle im Vordergrund, vielmehr dient das digitale Anwendungswerkzeug ‚Augmented Reconstruction‘ zur Umsetzung und Visualisierung von Arbeitshypothesen, architektonischen Möglichkeiten und ersten Rekonstruktionsansätzen vor Ort. Einen integralen Bestandteil dieses innovativen Ansatzes stellt die Vernetzung aller am Rekonstruktionsprozess beteiligten Personen am Objekt dar. So ist es beispielsweise möglich, der rekonstruierenden Person weitere Expertinnen und Experten wie Denkmalpfleger, Architektinnen, Historiker oder Archäologinnen hinzuzuschalten. Die Ergebnisse dieser kollaborativen Arbeit finden unmittelbar in der Rekonstruktion ihre Umsetzung. Ziel des in Kooperation mit der Hochschule Mannheim und dem Rheinischen Landesmuseum Trier durchgeführten Projektes ist die Entwicklung eines digitalen Arbeitswerkzeuges zur methodischen Anwendung dieses neuen Ansatzes. Die Erprobung und Entwicklung des Werkzeuges erfolgt am Beispiel der UNESCO-Welterbestätte der römischen Barbarathermen in Trier.

Link zum Projekt: <https://www.archaeologie.architektur.tu-darmstadt.de/augrec> (abgerufen am 04.05.2023).

10 Studentische numismatische Ausstellung *Machtszenarien – Scenarios of Power* 2019 am Institut für Klassische Archäologie der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und am Institute for the History of Ancient Civilizations, Northeast Normal University, Changchun, China, gemeinsam mit Prof. Dr. Sven Günther: <https://www.klassischearchaeologie.phil.fau.de/ausstellungen/machtszenarien-scenarios-of-power-eine-numismatische-ausstellung/welcome-to-our-international-exhibition-of-roman-coins/> (abgerufen am 13.12.2022), s. hierzu Günther / Günther (2021). Zu weiteren Digitalprojekten von Elisabeth Günther s. Günther / Günther (2022a); Günther / Günther (2022b); Günther (2022).

Abstract 2: Präsentation, Immersion und Analyse – Nutzungsabhängiger Wandel des digitalen Objektes im virtuellen Institut der Ur- und Frühgeschichte Erlangen

Dr. Carsten Mischka, Prof. Dr. Doris Mischka, Dr. Marcel Weiß (Institut für Ur- und Frühgeschichte, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)

In der Archäologie verschiebt der stetige technische Fortschritt den Fokus mittlerweile von der technischen Erfassung eines Objektes hin zur Nutzung des digitalen Modells. Per Structure from Motion (SfM) und 3D-Scan können Studierende mittlerweile problemlos archäologische Objekte digitalisieren, und die moderne Grabungstechnik liefert digitalisierte Umgebungen vom Grabungsschnitt bis hin zu per Drohne gescannten ganzen Landschaften.

Doch wie können diese Daten nutzbar gemacht werden? Das virtuelle Institut der UFG (Ur- und Frühgeschichte) Erlangen geht dabei verschiedene Wege, je nach Zielgruppe. Zwei Objekte zeigen die drei hauptsächlichsten Anwendungsbereiche.

Die *Venus von Drăgușeni*, eine Keramikstatuette aus der Cucuteni-Periode Rumäniens, steht für einen massiven Vorteil, den die Objektdigitalisierung für museale Bereiche mit sich bringt: die Unabhängigkeit vom geographischen Raum. Das Original befindet sich im Historischen Museum Botoșani (Rumänien) und wurde von Erlanger Studierenden während eines Feldpraktikums per SfM erfasst. Nun ist sie Teil eines eigenen Raums der ‚virtuellen Sammlung‘ mit Schwerpunkt Rumänien. Dort wird sie im Kontext mit den Feldarbeiten des Erlanger Institutes am Fundort sowie überregionalen Forschungsergebnissen zur Cucuteni-Kultur präsentiert, gemeinsam mit weiteren 3D-Modellen von Ausgrabungsfunden, Befundsituationen, Info-Filmen und -Postern. Dabei ist ein und dasselbe Objekt in zwei digitalen Varianten verfügbar:

Das hochauflösende Modell (s.u. im Abschnitt Gruppeninterview Abb. 2) wird in einem animierten Film gezeigt – hoch detailliert, aber nicht interaktiv. Alternativ ist die Statuette als Objekt für die erweiterte Realität (UFG-AR) abrufbar. Hier muss zwar ein Lowpoly-Modell (niedrigere Auflösung) eingesetzt werden, um eine schnelle Verfügbarkeit über das Internet zu gewährleisten, dafür kann der Nutzer aber direkt mit dem Objekt interagieren – es beliebig groß im eigenen Wohnzimmer platzieren, drehen, von allen Seiten beobachten oder auch um dieses herumgehen (s.u. im Abschnitt Gruppeninterview Abb. 7).

Die AR-Implementierung der Objekte hat einen weiteren Vorteil, der gerade in Zeiten von Distanzunterricht oder Home-Office stark an Bedeutung gewonnen hat: Verschiedene Personen können gleichzeitig dasselbe Objekt betrachten und mit ihm interagieren. Beispielsweise können alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer eines Kurses bei sich zu Hause ein Keilmesser und eine Blattspitze aus allen Blickwinkeln untersuchen und sich über Unterschiede und Gemeinsamkeiten dieser Werkzeugtypen austauschen. Dies ginge noch nicht einmal im Präsenzunterricht an echten Objekten, da diese ja jeweils nur einmal existieren.

An einem solchen Keilmesser wird die Verbindung von Immersion und Analyse gezeigt. Das mittelpaläolithische Steinwerkzeug aus der Sesselfelsgrötte (Altmühltal, Bayern) ist eines von vielen Objekten der Schausammlung des Erlanger UFG-Institutes. Es wurde beim MPI Leipzig per Laserscan digitalisiert. Während die Lowpoly-Variante der Präsentation und Lehre dient, ist das hochauflösende Modell Teil einer aufwendigen morphometrischen Analyse mittelpaläolithischer Steinartefakte aus zahlreichen unterschiedlichen Sammlungen. In dieser werden Dutzende von 3D-Modellen miteinander verglichen, um Informationen über Typochronologie, aber auch die nutzungsbedingten morphologischen Zwänge zu gewinnen. Die Herausforderung dieser Methodik besteht darin, nicht nur wie bisher den Werkzeugumriss zu betrachten, sondern die Objekte in ihrer vollständigen räumlichen Auswertung vergleichend zu analysieren – mit bereits faszinierenden Ergebnissen. Nach der

Präsentation und der Immersion steht nun also am anderen Ende der Skala die Nutzung des 3D-Modells zur Gewinnung völlig neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse.

Link zum Projekt: <https://www.uf.phil.fau.de/abteilungen/das-virtuelle-institut/> (abgerufen am 05.04.2023).

Abstract 3: Zu den Potenzialen und Grenzen von ‚Pure Mixed Reality‘ für die Vermittlung von Architekturgeschichte in der Hochschullehre

JProf. Dr. Fabian Stroth (Byzantinische Archäologie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg)

Während sich die Feldarchäologie und Denkmalpflege intensiv der mittlerweile zur Verfügung stehenden digitalen Werkzeuge für die Forschung bedient und 3D-Datensätze in erheblichem Umfang produziert, ist die archäologische Hochschullehre noch immer geprägt von einer Reduktion ihrer dreidimensionalen Untersuchungsgegenstände auf die Abbildung in zweidimensionalen Bildgebungsverfahren (vom Glasdiagramm bis zur Bildschirmpräsentation).

Technologien wie Virtual und Augmented Reality (VR/AR) halten Potenziale bereit, die hinsichtlich einer didaktischen Einbindung in die objektbezogene Hochschullehre bei Weitem noch nicht vollständig erkannt oder ausgeschöpft sind. Neueste AR-Technologie erlaubt es, Artefakte nicht bloß in ihrer räumlichen Komplexität zu befragen, sondern nun auch als Gruppenszenario zu visualisieren. Für die archäologische Hochschullehre sind damit völlig neue Bedingungen geschaffen. Bisher werden dreidimensionale Bildgebungsverfahren vornehmlich in anwendungsorientierten sowie technisch und naturwissenschaftlich ausgerichteten Studiengängen erprobt. Für die Geisteswissenschaften in Deutschland stehen nur selten Infrastrukturen zur Verfügung, die es Studierenden dieser Fächer erlauben, mit AR-Technologien in Berührung zu kommen, sie zu erproben und deren Potenziale und Grenzen als Erfahrungswissen zu reflektieren. Hier setzt das Forschungsprojekt *MARBLE – Mixed and Augmented Reality in Blended Learning Environments* an, das seit 2020 an der Abteilung für Byzantinische Archäologie der Universität Freiburg durchgeführt wird. Ziel des Projektes ist es, die Implementierung dreidimensionaler Bildgebungsverfahren in die raum- und objektbezogene Hochschullehre nicht bloß als technische, sondern in erster Linie als didaktische, curriculare und strukturelle Forschungs- und Entwicklungsaufgabe zu begreifen, entsprechend zu entwickeln und zu evaluieren.

In *MARBLE* ist es möglich, dass Studierendengruppen spätantike Katakomben oder mittelalterliche Architektur im ‚virtual fieldtrip‘ interaktiv in kleinen Teams besuchen (forschendes Lernen). Reliefs und Architektur können im Seminarraum umschritten werden, was offene Experimental- und Befragungsanordnungen begünstigt (konstruktivistische Didaktik). Überdies können Räume und Orte besucht werden, die z.B. aufgrund konservatorischer Fragilität nur schwer oder gar nicht zugänglich sind (z.B. Höhlenmalerei). Durch eine Reihe von Tools können die Studierenden mit den Modellen interagieren. So erlaubt etwa ein Clipping-Tool das Anlegen von Schnitten und Rissen im räumlich projizierten Modell, wodurch das Verständnis der etablierten 2D-Darstellungen in Architekturhandbüchern verbessert werden soll.

Die oben beschriebenen Ziele werden mit Methoden und Werkzeugen der Augmented Reality realisiert. Hardware zur Darstellung von AR-Szenarien, wie die im Projekt verwendete Microsoft HoloLens 2, basieren auf Durchsicht-Displays, welche die direkt vom Auge der Betrachterinnen und Betrachter wahrgenommene Umgebung mit virtuellen Inhalten anreichern können. Nicht-reale Objekte erscheinen direkt im Kontext der realen Umgebung. Die für den didaktischen Anspruch des Projektes besonders wichtige Interaktion der gleichzeitig teilnehmenden Studierenden kann so mit den virtuellen Inhalten kombiniert werden, wodurch die Vorteile analoger und digitaler Lehre optimal zusammenwirken.

Im Vortrag spreche ich über das innovative mediendidaktische Lehrveranstaltungsdesign in *MARBLE*, das die Potenziale von virtuellen Technologien und Entwicklungen didaktisch begründet sinnvoll in der geisteswissenschaftlichen Hochschullehre umsetzt. Es handelt sich um ein über Augmented Reality hinausgehendes Pure-Mixed-Reality-Szenario (PMR), dessen Mehrwert insbesondere in der Ermöglichung authentischer Lernerfahrungen durch die Vereinigung des Physischen mit dem Vorstellbaren sowie in der Interaktivität mit dem digitalen Objekt, aber auch der Lernenden untereinander besteht. Damit setzt das Projekt ganz bewusst nicht auf Virtual Reality, da hier die Lernenden weitgehend isoliert im virtuellen Raum agieren. PMR bietet durch die Ausweitung des Aufgaben- und Tätigkeitsspektrums auf gemeinsames Agieren im Raum ein Erfahrungslernen, das in dieser Dimension bisher nicht möglich war. Das didaktische Design ist dabei vor allem von drei Ansprüchen geprägt: Lernerorientierung, Kompetenzorientierung und Forschendes Lernen. Durch MR/AR werden auch Lernformen realisierbar, die in besserem Maße die Förderung von Lernzielen auf höheren Taxonomiestufen ermöglichen.

Link zum Projekt: <https://www.byzanz.uni-freiburg.de/Forschung/marble> (abgerufen am 05.04.2023).

Gruppeninterview zur Sektion *Digitale Werkzeuge und Einsatz in der Lehre*

Sprecherinnen und Sprecher:

Elisabeth Günther (Universität Heidelberg), Moderation

Clemens Brünenberg (Technische Universität Darmstadt)

Carsten Mischka (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)

Doris Mischka (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)

Fabian Stroth (Albert-Ludwigs-Universität Freiburg)

Elisabeth Günther:

Ich möchte alle Anwesenden herzlich zu unserem Gespräch begrüßen. Wir beginnen direkt mit der ersten Frage: Welches Potenzial bieten digitale Methoden und Anwendungen für den Einsatz in der universitären Lehre in den archäologischen Fächern?

Doris Mischka:

Die digitalen Methoden und Anwendungen bieten ein großes Potenzial in der Lehre. Ich möchte zunächst zwei positive Beispiele nennen:

Erstens unsere Online-GIS-Kurse, die als Youtube-Video-Tutorials über die Website unseres Instituts frei zu Verfügung stehen.¹¹ Geo-Informationssysteme (GIS) gehören seit 30 bis 40 Jahren zum Handwerkszeug von Archäologinnen und Archäologen, nicht nur in Forschung und Lehre, sondern vor allem in der Bodendenkmalpflege und auf archäologischen Feldmaßnahmen. Bevor die Videos zur Verfügung standen, wurde in den Seminaren neben Fragestellung und Methodik viel Zeit mit dem Vorführen und Nachvollziehen der Software-Anwendung aufgewendet. Mithilfe der Videos kommen die Studierenden nun bereits gut vorbereitet in die Präsenzstunde. Das Durcharbeiten der Videos und das Nachvollziehen der Anwendung mit den ebenfalls bereitgestellten Daten erfolgt in der jeweils eigenen Arbeitsgeschwindigkeit und mit den nötigen Wiederholungen im Vorfeld der Präsenzveranstaltung, so dass die unterschiedlichen Kenntnisstände und technischen Fähigkeiten der Studierenden bereits weit-

11 <https://www.youtube.com/playlist?list=PL3IDZRPeg4v-Fhbfx6qC4gYjT0wZ2kXtL> (abgerufen am 10.12.2022).

gehend angeglichen sind. Die praktischen Schwierigkeiten jedes Einzelnen in Bezug auf lokale Rechereinstellungen oder die unterschiedlich schnelle Auffassungsgabe sind im Vorfeld eliminiert. Außerdem ist die Nacharbeit eines Kursinhalts in eine Vorbereitung zum Kurs umgewandelt worden, die deutlich lieber von den Studierenden angenommen wird; sie können Pausen einschieben und Teile so lange wiederholen, bis alles funktioniert und so auch die große Informationsdichte von sehr neuen, komplizierten Inhalten gut verarbeiten. Aus dem Gesagten folgt, dass im Präsenzteil ‚nur‘ noch die letzten technischen Schwierigkeiten ausgeräumt werden müssen und die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sich ansonsten voll auf die inhaltlichen, methodischen und theoretischen Aspekte oder die Fragen nach den Gründen für die Anwendungen dieser oder jener Algorithmen konzentrieren können.



Abb. 1: Screenshot eines Raums in der virtuellen Sammlung des Instituts für Ur- und Frühgeschichte der Universität Erlangen-Nürnberg. Sichtbare interaktive Elemente: Bildschirme mit erklärenden Videos, Poster mit Chronologietabellen, Situationsfotos und Ergebnisbilder, Fundobjekte als 3D-Scans, begehbare 3D-Scan einer Ausgrabungsfläche.

Zweitens die Einbindung studentischer Arbeiten in unsere virtuelle prähistorische Sammlung. Dieser Punkt ist mir erst auf dem Workshop *NEUES SEHEN* in Trier bewusst geworden. Schon vor Beginn der Covid-19-Pandemie haben wir mit der digitalen Erfassung von Objekten aus unserer Prähistorischen Sammlung¹² begonnen (vgl. Abstract Nr. 2). Um diese ausstellen zu können, wurden auch Museumsräume digital erstellt (Abb. 1). Diese Räume sind frei von den üblichen Zwängen echter Räume: Bauliche Gestaltung, Beleuchtung, Temperatur sind virtuell wählbar, und es besteht keine Gefahr für die archäologischen Funde. Darüber hinaus bietet aber eine virtuelle Ausstellung die Möglichkeit, die Zusammenhänge z.B. von der Untersuchung eines Fundplatzes mittels geophysikalischer Prospektion und Ausgrabungen über die Befund- und Fundbearbeitung bis hin zur wissenschaftlichen Deutung und ihrer Präsentation darzustellen. Alle Arten von digitalen Medien, z.B. Filme, Bilder, 3D-Modelle, sind integrierbar. Ein besonderer Anreiz für unsere Studierenden ist es nun, dass die Ergebnisse ihrer Seminararbeiten, z.B. aus dem Kurs zum Fotografieren oder dem Kurs zur Erstellung von 3D-Modellen ausgewählter Sammlungsobjekte, oder aus ihren BA- und MA-Arbeiten inklusive der fachlichen Hintergrundrecherche zum Objekt in die virtuelle Ausstellung integriert werden können (Abb. 2). Das heißt, unsere Studierenden haben auf der einen Seite den Anreiz, ihre Aufgabe möglichst so gut umzu-

¹² Zur prähistorischen Sammlung: <https://www.uf.phil.fau.de/abteilungen/sammlung/> (abgerufen am 13.12.2022). Zur virtuellen Sammlung: <https://www.uf.phil.fau.de/abteilungen/das-virtuelle-institut/projekt-virtuelle-sammlung/> (abgerufen am 13.12.2022) sowie https://www.ufg.phil.fau.de/vr_sammlung_20210715/index.htm (abgerufen am 13.12.2022).

setzen, dass das Ergebnis in die virtuelle Ausstellung eingebaut werden kann, und auf der anderen Seite geht die investierte Arbeit nicht verloren.

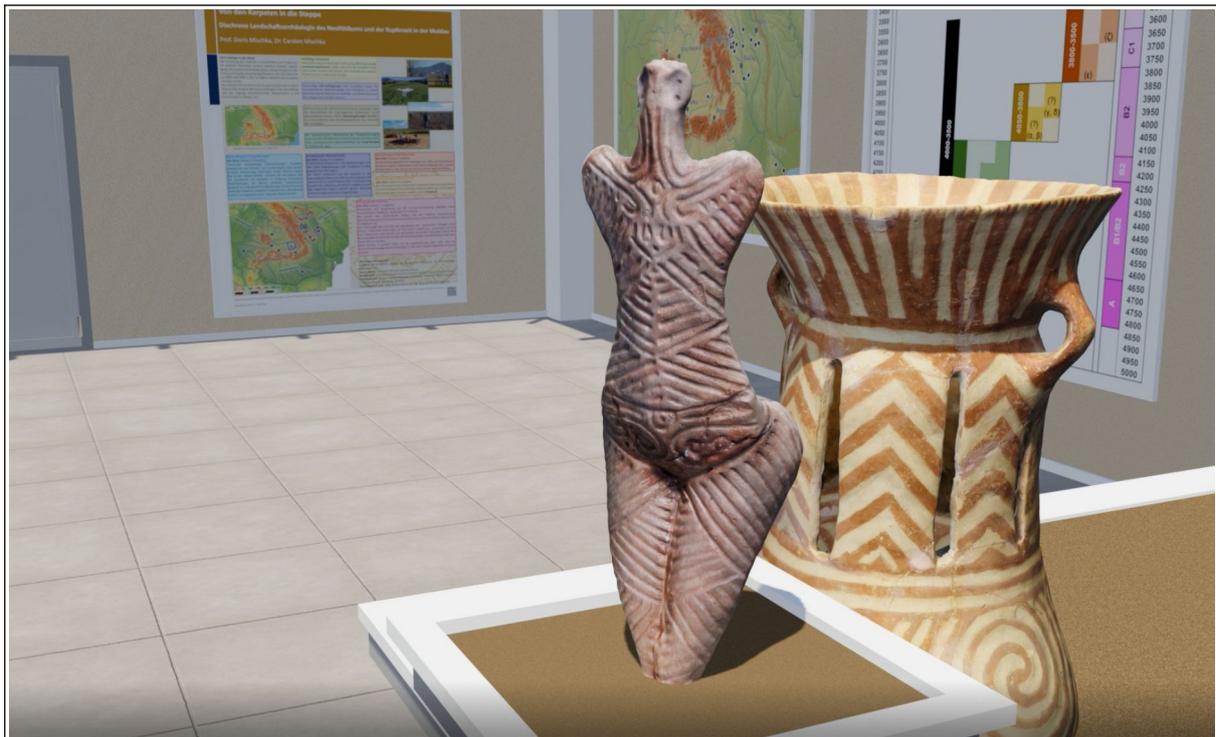


Abb. 2: Hoch auflösendes 3D-Modell der *Venus von Drăgușeni* im Virtuellen Museum, präsentiert in einem Full-HD-Video mit fest gescriptetem Betrachtungspfad.

Fabian Stroth:

Die eingangs gestellte Frage ist für mich insofern spannend, als es ja ein großes Feld an Potenzialen digitaler Methoden gibt, die sich gar nicht speziell oder spezifisch für die Archäologie anbieten, sondern ganz allgemein Potenziale für die Hochschullehre darstellen. Da gibt es viele Schnittmengen mit anderen Disziplinen, und die sollte man auch nutzen. Weiterhin halte ich es bei diesem Thema für wichtig, zwischen digitaler Lehre und dem, was wir in den zwei ersten Covid-19-Jahren an Notfalllehre erfahren haben, zu unterscheiden. Natürlich wurde während des Distanzunterrichtes notgedrungen viel mit digitalen Geräten gearbeitet, doch hatte das mit den eigentlichen didaktischen Potenzialen digitaler Lehre nicht viel zu tun. Digitale Lehre an den Hochschulen bedeutet ja eben nicht, dass alle zu Hause in ihren Kinderzimmern hocken und sich nur als kleine Briefmarken am Bildschirm sehen. Digitale Lehre hat, wenn sie gut gemacht ist, große Potenziale für das soziale Lernen, was nach meiner Einschätzung ein zentraler Aspekt jedes geisteswissenschaftlichen Studiums sein sollte.

Es gibt aber zwei Aspekte, aus denen sich für die Archäologien im Speziellen Potenziale ergeben. Das eine ist, dass die Archäologie eine materiale Kulturwissenschaft ist. Das heißt, wir beschäftigen uns mehrheitlich mit Dingen, mit Objekten, mit Artefakten, und je nach archäologischer Disziplin sind diese in der Regel ja nicht in den Universitäten vorhanden. Für die Byzantinische Archäologie etwa gilt, dass unsere Untersuchungsgegenstände sehr weit weg sind, und es ist sehr aufwendig, die Originale zu sehen; sei es auf archäologischen Stätten oder in Museen im In- und Ausland. Da kann man nicht immer einfach hin. Und da bieten beispielsweise digitalisierte Museumssammlungen, die man sich möglicherweise über ein modernes Verfahren auch als 3D-Projektionen auf den Seminartisch holt, spannende Potenziale. Ja, das waren im Grunde schon die beiden Punkte, die haben sich jetzt vermischt. Also materiale Kultur- und Dingwissenschaft und Distanz zu den Objekten, da liegt viel Potenzial für die digitale Lehre.

Elisabeth Günther:

Zum Thema ‚3D-Projektionen auf den Seminartisch holen‘: Ihr praktiziert das ja im Seminar bereits. Würdest du das etwas erläutern? Wie genau setzt ihr diese Modelle ein?

Fabian Stroth:

In der Abteilung für Byzantinische Archäologie der Universität Freiburg erproben wir dreidimensionale Bildgebungsverfahren im Projekt *MARBLE (Mixed and Augmented Reality in Blended Learning Environments)*¹³ (vgl. Abstract Nr. 3). Ausgangspunkt ist die oben genannte Feststellung, dass wir zwar mit raumbezogenen und objektbezogenen Fragen an Themen wie Architektur herantreten, unseren traditionellen Medien zur Visualisierung des Materials aber eine Limitierung in 2D innewohnt. So drucken wir etwa Grundrisse und Pläne in Büchern ab und werfen Powerpoint-Präsentationen (früher Di-as) an die Wand. Das heißt, die Konfrontation mit dem Objekt erfolgt im Seminarraum letztgültig immer in der zweiten Dimension. Diese Verflachung oder ‚artificial flatness‘ kann ja durchaus als Kulturtechnik beschrieben werden, und selbstredend geht es uns nicht darum, die etablierten Verfahren zu ersetzen. Es gibt aber neue Technologien, die es uns erlauben, das Dreidimensionale zurückzuholen. Das ist ein Bedürfnis, das in der Archäologie ja eine ganz alte Tradition hat. Man denke an die frühen Korkmodelle von Pompeji oder an Gipsabgüsse, also den Wunsch, den Untersuchungsgegenstand in umschreitbarer Form vor sich zu haben. Mit der (fatalen) Erfindung der Fotografie ist dieses initiale Medienkonzept der Archäologien für über 100 Jahre zurückgedrängt worden. Jetzt aber haben wir die Möglichkeiten, beispielsweise über Augmented Reality (AR) und ähnliche Verfahren, z.B. eine Architektur wieder auf den Seminartisch zu holen. Meine Studierenden in Freiburg bekommen einen Kirchenbau gewissermaßen als Hologramm auf den Tisch projiziert und können dann mit virtuellen Tools am Modell arbeiten (Abb. 3). Ein Clipping-Tool etwa erlaubt es, im räumlichen Modell Querschnitte, Längsschnitte und Grundrisse anzulegen (Abb. 4). Mit einem Foto-Tool schicke ich sie auf Bildersuche in die Katakomben. Das aktive Handeln und das in der Immersion erfahrene räumliche Sehen kann – so unsere Hoffnung – übertragen werden auf die traditionellen Darstellungen, wie Grundriss, Querschnitt und Foto, mit denen die Studierenden ja auch weiterhin mehrheitlich konfrontiert sein werden.



Abb. 3: Studierende erproben die VR-Brille des Projekts *MARBLE*.

13 <https://www.byzanz.uni-freiburg.de/Forschung/marble> (abgerufen am 13.12.2022).

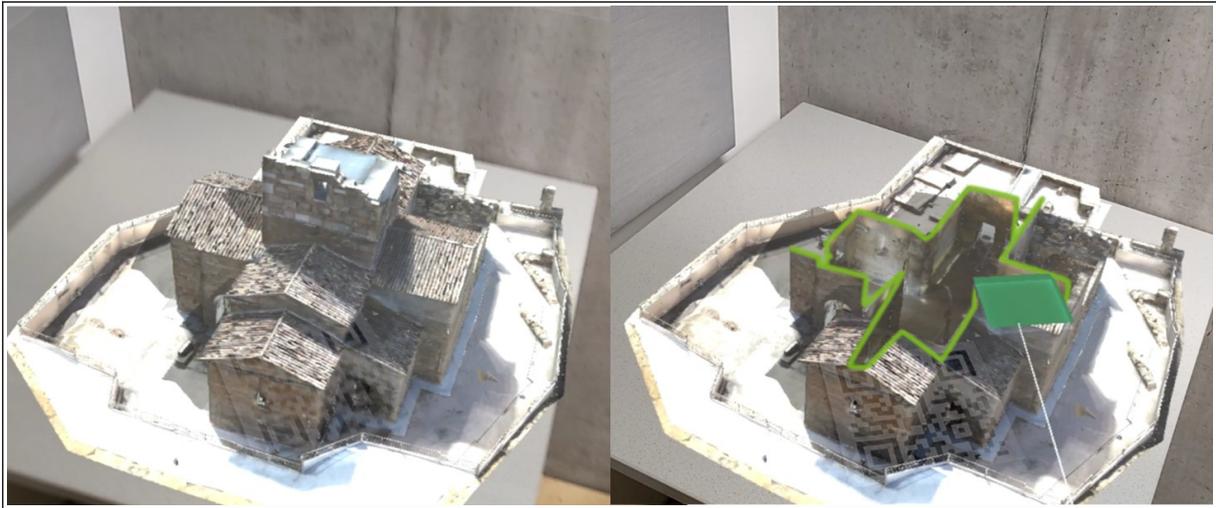


Abb. 4: Vollständiges Architekturmodell (links); ‚geöffnetes‘ Modell mithilfe des Clipping-Tools (rechts).

Clemens Brünenberg:

Ich habe gleich mehrere Anknüpfungspunkte an beide vorigen Redebeiträge. Ich würde kurz vorausschicken, dass ich in diesem Part die Perspektive der Archäologie noch um die der historischen Bau- forschung erweitern würde, da das meine Expertise ist. Da habe ich konkreter etwas zu sagen als zur Lehre in der Archäologie. Das Objekt oder das Problem, das Fabian Stroth gerade geschildert hat, ist aber letztendlich das Gleiche. Auch bei uns sind die Objekte meistens weit weg. Egal ob Ingelheim oder Türkei: Es ist immer eine Reise, und das Objekt ist immobil. Das ist natürlich ein Problem. Des- wegen würde auch ich gerne erst mal die letzten zwei von Covid-19 geprägten Jahre ausklammern, auch wenn man sie nicht genau trennen kann, da einige Entwicklungen vorher schon losgetreten wur- den. Nur die Geschwindigkeit, das wurde ja gerade thematisiert, ist natürlich jetzt deutlich erhöht wor- den in dem, was jetzt erst mal wirklich Digitalisierung betrifft. Aber was in der Lehre bei uns, die sehr stark architekturbezogen ist, ein großes Potenzial bietet – neben der AR, die gerade schon angespro- chen wurde –, ist die Möglichkeit, Gebäude auch in VR zu erleben. Das hat letztendlich denselben Hintergrund wie das, was Fabian Stroth gerade schon sagte: Wir wollen aus dem Zweidimensionalen eines Bildschirms wieder in den Versuch eines 3D-Modells kommen, auch wenn VR natürlich auch nicht wirklich 3D ist. Das wissen wir alle. Aber da sehen wir hier immer noch sehr großes Potenzial, vor allem in der Lehre für Architekturstudierende, die wir an der TU Darmstadt haben, nämlich den Studierenden letztendlich auch vergangene Architektur näherzubringen.

Das ist der eine Punkt, den wir tatsächlich schon seit einigen Jahren in der digitalen Lehre und in digi- talen Methoden verfolgen, nämlich hier auch Mixed-Reality-Anwendungen in der Lehre von Studie- renden erstellen zu lassen, damit sie einerseits Einblick in die Technik bekommen und andererseits na- türlich auch den Mehrwert entweder der Rekonstruktion oder des digitalen Bauaufmaßes bekommen. Dass sich neueste Technik und Methodenentwicklung gerade in meinem Projekt *Augmented Recon- struction*¹⁴ wiederfinden (vgl. Abstract Nr. 1), kann für die Studierenden von großer Hilfe sein. Damit ist es vor Ort nicht mit dem digitalen Aufmaß erledigt, sondern die so wichtigen ersten Analyse- und Denkprozesse finden mit der Erstellung erster 3D-Modelle und Skizzen nun auch am Gebäude statt (Abb. 5).

14 <https://www.archaeologie.architektur.tu-darmstadt.de/augrec> (abgerufen am 13.12.2022).



Abb. 5: Blick durch die HoloLens 2. Über die App *Augmented Reconstruction* können am Baubestand einfache Rekonstruktionen erstellt werden. Die Modelle sind dabei achsunabhängig transformierbar.

Der andere Punkt, den ich vorhin ganz spannend fand, ist die Verschachtelung zweier Dinge, nämlich eigentlich digitaler Methoden – GIS wurde angesprochen –, die mit Tutorials nochmal digital aufbereitet wurden, was in diesen letzten zwei Jahren wirklich einen großen Schub bekommen hat und wo wir gesehen haben: Das ist wirklich sehr, sehr wichtig, das müssen wir auch über die postpandemische Phase, wenn wir sie denn mal erreichen, hinaus aufrechterhalten. Tatsächlich sollte das natürlich noch weiterverwendet werden, was ja auch nicht ein ganz neues Konzept ist. Vielleicht da auch noch mal eine Nachfrage, ob das jetzt tatsächlich in den letzten zwei Jahren entwickelt wurde oder vorher. Es gibt ja das Prinzip des ‚inverted classroom‘, dass letztendlich genau diese Tutorials vorher aufgenommen werden, und, was ja anklang, man dann sehr vertieft über besprochene Inhalte oder Methoden sprechen kann. Ich sehe eins zu eins einen Vorteil darin, dass das Lerntempo der verschiedenen Studierenden angepasst werden kann. Das Potenzial müssen wir weiterhin auch nutzen.

Und eine letzte Sache noch zu den Ausstellungen: Die Barrierefreiheit ist ein wichtiger Punkt, der gerne mal, ich will nicht sagen: unterschätzt wird, aber er wird quasi mitgeliefert. Man ist unabhängig von Öffnungs- und Schließzeiten der Sammlungen und kann sie immer anschauen. Das ist ein sehr, sehr großer Vorteil.

Carsten Mischka:

Zu diesen beiden letzten Aspekten würde ich gerne etwas sagen. Also zum einen zu den Online-Tutorien: Das ist eigentlich pandemieunabhängig. Es dient der effektiveren Nutzung der Lernzeit der Studierenden, vor allem aber auch der Arbeitszeit der Dozentinnen und Dozenten. Das hat definitiv schon vor Covid-19 begonnen, hat damit natürlich Fahrt aufgenommen, aber letztendlich war schon vorher klar, dass der Weg in diese Richtung führt.

Zum anderen: Barrierefreiheit. Da habe ich in der Tat komplett andere Erfahrungen gemacht. Das Rechenzentrum unserer Universität hat uns von Anfang an klar gemacht, dass die Rechtslage eindeutig ist: Was wir machen, dürfen wir eigentlich nicht! Universitätsinstitute sind Institutionen öffentlichen Rechtes, daher müssen alle unsere Webangebote barrierefrei sein. Interaktive und virtuelle Inhalte sind allerdings nicht barrierefrei, weil sie nicht für beispielsweise eingeschränkt Sehende und Hörende zugänglich sind. Diese Menschen schließen wir aus, und damit dürfen wir unsere interaktiven, virtuellen

Räume oder 3D-Modelle mit AR-Funktion nicht so einfach als offizielles Universitätsangebot online stellen. Erst mit zusätzlichen Textbeschreibungen und – bei beispielsweise interaktiven Rundgängen – Adress- und Anfahrtsbeschreibungen (interessant bei virtuellen Räumen) kommen wir hier aus der Illegalität heraus.

Doris Mischka:

Ich wollte einen kleinen Punkt von Clemens Brünenberg aufgreifen, nämlich das Thema immobile Architektur, und ergänzen: Das betrifft eigentlich auch die, sagen wir mal mobilen Kleinfunde, z.B. unsere Faustkeile oder Steingeräte im Allgemeinen. Für die Analyse von Steingeräten ist die genaue Betrachtung z.B. der schlagtechnischen Details wichtig. In einem normalen Seminar mit ca. 15 Studierenden können die kleinen Steinartefakte nicht von allen gleichzeitig in die Hand genommen werden, was aber notwendig ist, um die oft schlecht erkennbaren Merkmale zu sehen. Die Funde müssen manchmal gegen das Licht gehalten und gedreht werden, um herstellungstechnische Details richtig erkennen zu können. Hier sind AR-Modelle sehr hilfreich. Es ist möglich, ein 2 cm kleines Steinartefakt vielleicht in 2 m Größe auf dem Seminartisch erscheinen zu lassen, so dass alle Kursteilnehmer darum herumlaufen und sich über ihre Beobachtungen austauschen können. Oder jeder hat sein eigenes AR-Modell auf dem eigenen Mobilgerät und kann es sich genau ansehen (Abb. 6 und 7).¹⁵ Das war vor der Digitalisierung der Objekte so nicht möglich. Das Objekt wanderte durch die Reihen des Seminars und die gleichzeitige Betrachtung war dadurch limitiert.

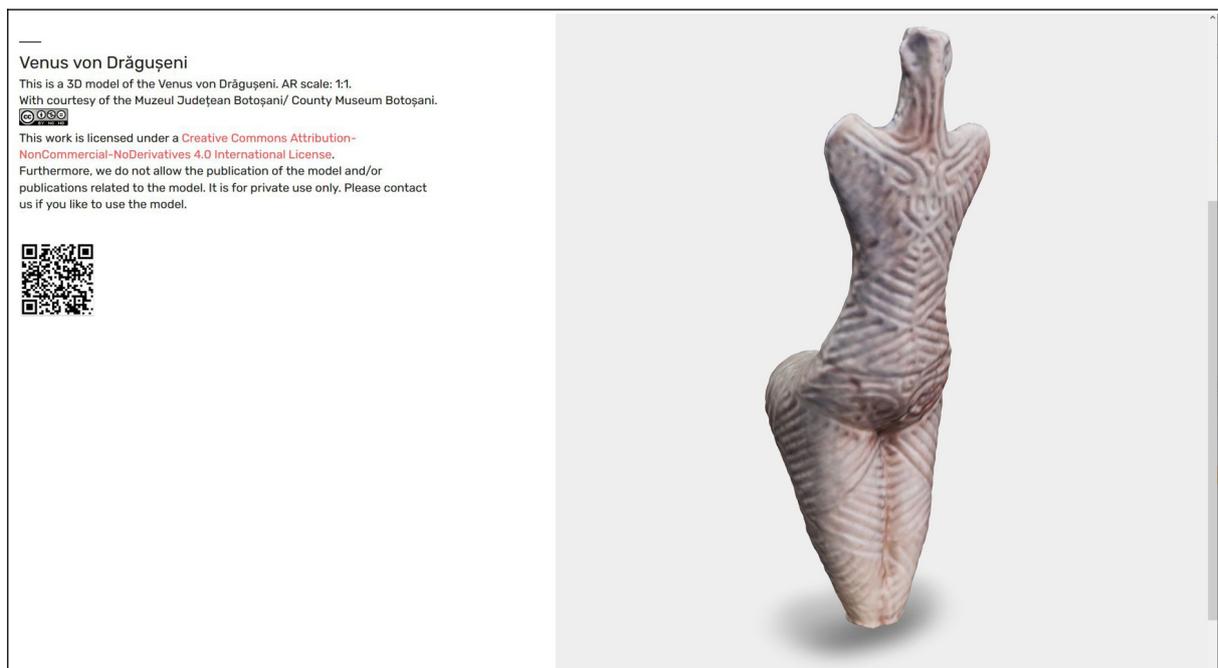


Abb. 6: Niedrig aufgelöstes 3D-Modell der *Venus von Drăgușeni* im UFG-AR-Bereich der Homepage des Instituts für Ur- und Frühgeschichte der Universität Erlangen-Nürnberg. Am Computer kann hier die Blickrichtung individuell gesteuert werden. Der QR-Code führt zur AR-Variante für mobile Endgeräte.

15 Vgl. auch <https://www.ufg.phil.fau.de/AR-Draguseni/index.html> und <https://www.uf.phil.fau.de/abteilungen/das-virtuelle-institut/ufg-ar/> (abgerufen am 13.12.2022).



Abb. 7: Studenten mit Smartphone beim Vergleich des niedrig aufgelösten 3D-Modells der *Venus von Drăgușeni* in AR mit einer übergroßen Rekonstruktion einer anderen Frauenstatuette auf einer Exkursion im Bucovina-Museum Suceava, Rumänien.

Noch eine Ergänzung zu den Lehrvideos, z.B. zum genannten GIS-Tutorial. Es gibt inzwischen zahlreiche Anfragen von außerhalb der Universität, u.a. von angehenden Grabungstechnikern oder Kolleginnen und Kollegen aus den Bodendenkmalämtern und auch aus dem Ausland. Hier besteht noch die Sprachbarriere, weshalb wir uns entschieden haben, im nächsten Schritt auch englische Untertitel anzubieten. Damit wird die Nutzbarkeit der digitalen Anleitungen international.

Wenn der Gedanke weitergeführt wird, wobei ich selber hier noch nicht am Ende meiner Überlegungen bin, könnte man – extrem formuliert – durch die Digitalisierung und digitale Lehre die Universität als Standort und Ort der Zusammenkunft abschaffen. Die permanente Raumnot und andere wirtschaftliche Zwänge der Universitäten wären dann gleich gelöst. Während der frühen Covid-19-Zeit war es natürlich spannend, weil man sich von dem Fokus auf die eigene Universität gelöst hat und sich z.B. aus archäologischen Kolloquien der ganzen Welt Vorträge anhören konnte – gemäß den eigenen Interessen und Schwerpunkten. Auch unser Kolloquium wurde regelmäßig von auswärtigen Studierenden sowie Fachkolleginnen und -kollegen besucht. Mit der wiederaufgenommenen Präsenzlehre wünschen sich einige zumindest hybride Veranstaltungen zurück, damit sie die Möglichkeiten weiter nutzen können. Wenn man hierüber weiter nachdenkt, stellt man sich natürlich die Frage: Wie suchen sich, sagen wir mal, Studierende ihre Kurse und Lehrveranstaltungen aus? Sie befinden sich an einem festen Ort, möchten aber gerne global Veranstaltungen ‚anzapfen‘ zu Themen, die sie interessieren. Und da stellt sich natürlich die Frage, inwiefern sind sie noch an den Standort gebunden oder an den einen Professor, in dessen Projekte sie sozusagen hineinwachsen und somit auch in dessen Themengebiete? Man kann also letztlich hinterfragen, ob die universitären Schwerpunkte noch wichtig sind.

Fabian Stroth:

Da würde ich unbedingt und vehement widersprechen. Ich glaube, dass das eine das andere nicht ersetzt, da das Vermitteln von Fachwissen das Aufgabenspektrum der Universität in den Geisteswissenschaften nicht ansatzweise abdeckt. Das Studium ist ja kein Ausbildungsberuf – für den aber vermutlich das Gleiche gilt. Gerade in den Softskills der Lehre, dem, was ich als ‚social learning‘ umschreiben habe, müssen die Universitäten Verantwortung übernehmen. Wir müssen die Studierenden herausbegleiten aus dieser ‚Covid-19-Netflix-Mentalität‘, wo Seminare angeklickt werden. Denn das war nach meiner Einschätzung das hässliche Gesicht von Digitalisierung. Ich halte es für unersetzbar, dass sich Studierende sowie Dozierende in echten Seminarräumen begegnen, alle gemeinsam am Institutsleben partizipieren und akademischen Austausch bzw. akademische Diskussionskultur üben. Wie lässt sich gut argumentieren? Wie führt man höflich und gezielt ein Gegenargument? Wie lerne ich eine andere Meinung zu akzeptieren? Das alles sind Dinge, die sich im Videochat nur sehr bedingt vermitteln lassen. Jenseits der fachlichen Expertise hat eine Universität ja auch einen gesellschaftlichen Auftrag; früher hätte man das vielleicht Herzensbildung genannt – der Begriff ist nicht mehr so en vogue, wird aber für unsere Gesellschaft von morgen essenziell bleiben. Eine Universität, die sich als rein digitaler Lernraum begreift, würde das Kind mit dem Bade ausschütten. Das wäre nicht nur schade, sondern fatal.

Doris Mischka:

Das sehe ich ganz genauso. Es ist extrem wichtig, die Studierenden wieder in Präsenzveranstaltungen zu bekommen, wieder in soziale Interaktionen zu treten und dynamische Lerngruppen zu bilden und dadurch die Passivität, die sich in der frühen Covid-19-Zeit ausgebildet hat, wieder aufzubrechen. Die ersten Präsenzveranstaltungen in der jüngsten Covid-19-Phase haben uns vor Augen geführt, was Präsenzlehre hier unschlagbar macht, und das sind vor allem die sozialen Aspekte. Aber auch in den Praxisanteilen: Man kann sich ein Video nach dem anderen ansehen, z.B. zum Aufbau eines Tachymeters, aber man ist trotzdem nicht befähigt, dieses Gerät zügig aufzubauen. Das ist einfach etwas anderes.

Elisabeth Günther:

Ich vermute mal, da sind wir uns alle relativ einig. Das ist, glaube ich, nicht die Frage. Aber trotzdem beschäftigt man sich natürlich damit: Wie verändert sich die Universität? Wie verändert sich Universität in anderen Zeiten, aber auch in anderen Formen der Vermittlung? Wenn wir jetzt vermehrt Onlineformate anbieten, obwohl wir alle eigentlich Präsenzlehre bevorzugen, wird sich das wahrscheinlich auch verstetigen. Sicher ist das in der einen oder anderen Situation auch angemessen, z.B. für internationale Seminare und die Vermittlung digitaler Anwendungen und Tools.

Trotzdem stellt sich mir die Frage: Was ist dann das Verhältnis zwischen digitalen Angeboten und Präsenz? Wie gestaltet sich das Ganze? Ich könnte mir tatsächlich vorstellen, dass durch diese Vielfalt der Onlineangebote vielleicht noch verstärkt das Bedürfnis der Studentinnen und Studenten besteht, mit der jeweiligen Dozentin bzw. dem Dozenten persönlich zu sprechen. Dass man eventuell stärker als bisher Anhaltspunkte geben muss und Kriterien, wie sich die Studentinnen und Studenten in einer Vielfalt digitaler Angebote orientieren können.

Carsten Mischka:

Ich habe mich ein wenig daran geübt. Du sagtest, dass die Studierenden durch diese ganzen Onlineangebote verstärkt den Willen haben, mit den Dozentinnen und Dozenten, dem Professor, der Professorin usw. zu reden. Ich glaube, die Gefahr ist, dass genau das Gegenteil passiert, und dass wir versuchen sollten, Onlineangebote für die Lehre von reiner Wissensvermittlung zu trennen. Wir können die digitalen Methoden gut zur Vermittlung von Wissen einsetzen, das ist aber nur ein Teil von dem, was universitäre Lehre in sich vereinigt. Universitäre Lehre ist mehr, das ist Persönlichkeitsbildung, das ist Methoden begreifen. Das geht in persönlichen Gesprächen, im persönlichen Kontakt deutlich besser. Wenn wir das entkoppeln, also wenn wir nur noch bzw. im Übermaß die Betreuung

der Studierenden auf Videos, auf Tutorien und in virtuelle Räume auslagern, dann führt das zu immer mehr Berührungsängsten der Studierenden mit dem ‚echten‘ Dozenten. Zumindest an einer Stelle habe ich das jetzt beim Wiederbeginn der Präsenzveranstaltungen festgestellt, wo Drittsemester zum ersten Mal auf mich in persona trafen. Da sind jetzt Ängste gewachsen! Früher war das so: Man kam an das Institut, die Dozentinnen und Dozenten waren im selben Raum, ganz nah, und alles war gut. Jetzt sind das nur noch sprechende Kacheln, die man vielleicht im Internet gegoogelt hat. Man weiß nichts über niemanden, man kennt sich nicht. Ich glaube, dort bauen wir eher Ängste auf, als dass in den Studierenden der Wille wächst, mit uns zu reden. Das ist, glaube ich, eine Gefahr.

Clemens Brünenberg:

Da habe ich tatsächlich zum Glück andere Erfahrungen gemacht. Zwar ist das natürlich sehr individuell, je nachdem auch individuell bei den Studierenden, wie der persönliche Umgang aus der Kachel in die Präsenz übertragen wird – alle, die man vorher nur aus der Kachel kannte, habe ich auch noch nicht gesehen, muss ich dazu sagen. Aber wenn man die Studierenden nun wieder im Gebäude sieht, sind die Flurgespräche im Großen und Ganzen sehr, sehr umgänglich, sie sind sehr nahbar. Trotzdem ist es nicht schlecht, auch jetzt noch Zoom-Sprechstunden anzubieten. Zoom war manchmal ein sicherer Raum für beide Parteien, und das hat unseren Studierenden gar nicht schlecht getan – auch die Vorbereitung hat nicht darunter gelitten.

Zu der Frage, wie man die Studierenden jetzt an die verschiedenen Onlineformate heranführen muss: Das wiederum läuft bei uns an der TU Darmstadt schon sehr lange, auch in hybridem Format. Die Einführung ins wissenschaftliche Arbeiten erfordert natürlich den kritischen Umgang mit Onlineressourcen. Das ist hoffentlich, muss ich gestehen, schon sehr, sehr lange Teil der universitären Lehre und nicht erst jetzt seit Neuestem. Also zumindest bei uns ist es so, auch im hybriden Format, dass die Studierenden online verschiedene Übungen machen und diese dann letztendlich im ‚inverted classroom‘ mit den Lehrenden besprechen, die das Ergebnis dann auch einschätzen können.

Elisabeth Günther:

Bislang haben wir vor allem über die digitale Verfügbarkeit von Lerninhalten gesprochen. Deswegen würde ich vorschlagen, dass wir jetzt noch über einen weiteren Aspekt sprechen, genauer die Frage: Wie können bestimmte Anwendungen auch in die Lehre integriert werden? Wo ist es sinnvoll, den Studierenden bestimmte Tools, Anwendungen usw. zu vermitteln? Und in welcher Form können wir das machen? Wo kommt es zu ‚Reibungsverlusten‘? Denn in dem Moment, in dem wir Tools – seien es GIS, Blender oder andere Programme – oder den Umgang mit neuer Technik – wie VR-Brillen, 3D-Scannern, etc. – in die Lehre integrieren wollen und müssen, haben wir natürlich das Problem, dass wir den Inhalt nicht mehr auf die gleiche Weise vermitteln können, weil schlicht die Zeit dafür fehlt. Welche Lösungen, gerne ganz konkret, seht ihr für dieses Dilemma?

Fabian Stroth:

Ich finde das ist eine sehr gute Frage. Ein Schlüssel, der die Effektivität und die Umsetzbarkeit von solchen digitalen Impulsen in die Hochschullehre entscheidend gestaltet, ist einer, der oft zu kurz kommt, wenn man darüber redet. Das ist Didaktik. Ich glaube, dass man Digitalisierung und Didaktik von Anfang an auf Augenhöhe denken muss. Es geht nicht, dass man mit irgendwelchen tollen technischen Geräten so eine Art Bratensoße anrührt und die gießt man über seine Seminare und dann schmeckt das alles noch leckerer.

Wir alle hier Anwesenden wurden akademisch ja vor allem mit zwei klassischen Lehrformaten sozialisiert. Das ist zum einen die Vorlesung und zum anderen das Seminar. Bei der Vorlesung spricht eine Professorin allein, und es gibt null Prozent Lerneraktivierung. Ein akademisches Heiligtum, aber ein didaktisches Debakel, bei dem die Studierenden eineinhalb Stunden zum Schweigen verdonnert werden. In den Archäologien und Kunstgeschichten geschieht das Ganze wegen der Bildprojektionen zudem in verdunkelten Räumen, was für den Biorhythmus der Lernerinnen und Lerner auch nicht gerade

förderlich ist. Das zweite Format war das Seminar, dort wurde die Dozentin bzw. der Dozent durch Studierende ersetzt, und so hörte man jede Woche ein Referat, also wieder Frontalunterricht, dessen Qualität ja nach Motivation der Kommilitoninnen und Kommilitonen nun auch noch erheblich schwanken konnte.

Die rege geführte Debatte um Digitalisierung sollte an den Hochschulen auch als Chance für einen didaktischen Aufbruch genutzt werden. Wir müssen noch mehr über flexible und dadurch passgenaue Lehr-/Lernformate sprechen. Welche Inhalte sind z.B. geeignet, um in einem Video vorausgeschickt zu werden? Was sind Inhalte und Vermittlungsformate, die erst in der Präsenzgruppe richtig zünden können? Was ist geeignet für das Selbststudium, was wird gelesen, gehört, gesehen usw. Da wird sich die Universität als Lernraum noch deutlich mehr bewegen müssen.

Das zweite ist der Begriff des Reibungsverlustes, den du in der Frage angesprochen hast. Das finde ich einen spannenden Begriff, weil Reibung für Lehr-/Lernprozesse ja auch positiv verstanden werden kann. Reibung kostet Kraft, erzeugt aber Wärme. Und das würde ich so auch beim Thema Digitalisierung mitdenken. Wenn die Studierenden Zeit verlieren, weil sie erst ein Gerät oder eine Software kennenlernen müssen, dann kann ich diese Zeit natürlich als Verlust empfinden, oder aber ich ändere die Perspektive und vermittele neben den archäologischen Inhalten eben auch Grundkompetenzen und Erfahrungswissen zu bestimmten Technologien. Wenn meine Studierenden bei uns eine Augmented-Reality-Brille aufsetzen (Abb. 8), ist es in der Regel das erste Mal in ihrem Leben, dass sie eine AR-Erfahrung machen. Das hält die Teilnehmerinnen und Teilnehmer unserer Studien jedoch nicht davon ab, sich in einem Vorab-Fragebogen, den wir ausfüllen lassen, bereits sehr meinungsstark zu dieser Technik zu äußern. Ein wichtiger Aspekt für uns ist daher die Vermittlung von Erfahrungswissen, das eben nicht nur die Potenziale, sondern explizit auch die Grenzen und Probleme solcher Anwendungen erfahrbar macht. Es ist in unseren Seminarsitzungen oft eine Mischung aus Begeisterung und Ernüchterung, wenn die Studierenden die Grenzen dieser Technologien ‚am eigenen Leib‘ erfahren.

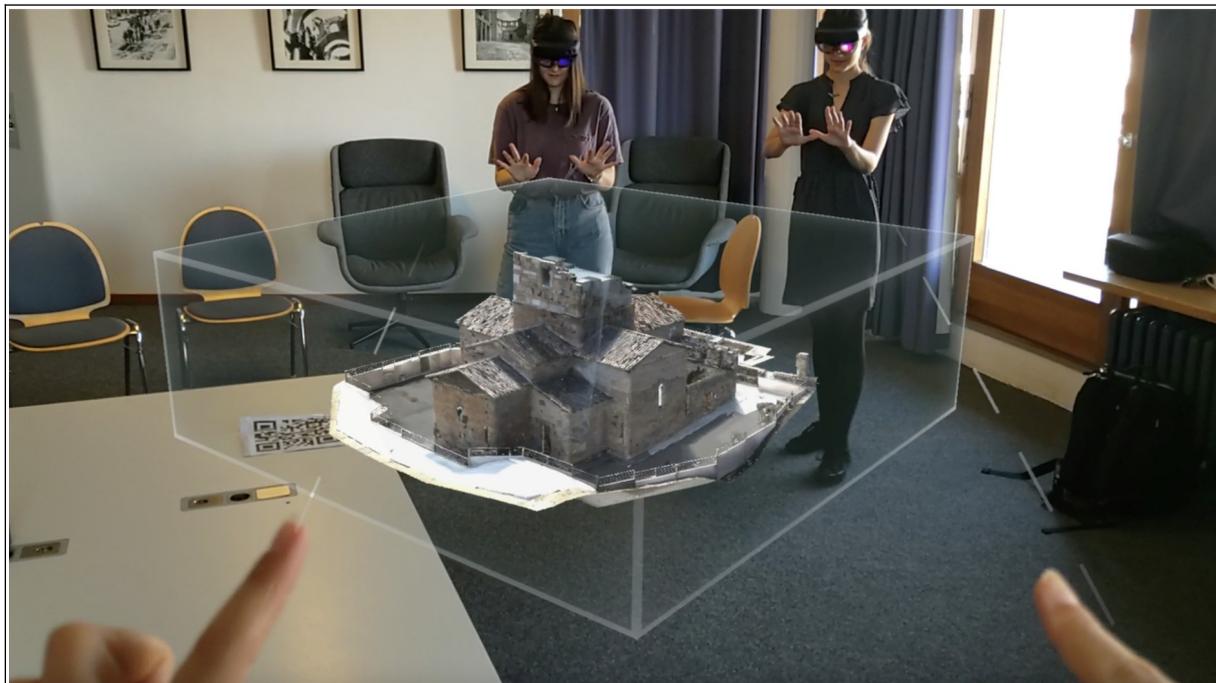


Abb. 8: Studierende der Byzantinischen Archäologie erproben die AR-Anwendung.



Abb. 9: Entwicklung der Menüführung der *MARBLE*-App.

Diese Reibungsverluste können ja auch eine Art Kettenreaktion auslösen. Wie steht es um die physische Lernraumgestaltung? Wie sollen Seminarräume zukünftig aussehen? Die Bestuhlung in einem Hörsaal sieht in der Regel ja noch immer aus wie vor 100 Jahren und steht einer Interaktion des Plenums letztlich entgegen. Wie verträgt sich die kosten- und energieintensive Digitalisierung mit dem Ziel der Nachhaltigkeit usw.? Das alles sind spannende Fragen, und ich würde dafür plädieren, diese ‚Reibungsverluste‘ innovativer Didaktik – und nichts anderes sollte Digitalisierung m.E. sein – anzunehmen und Lerner-orientiert zu gestalten.

Carsten Mischka:

Da bin ich jetzt wieder, glaube ich, der Advokat des Bösen. In der Tat ist das natürlich eine unglaublich spannende Frage, und Reibungsverluste haben schon lange vor dem Einstieg in virtuelle Welten, 3D-Objekte oder gar Online-Lehre eingesetzt. Folgendes Szenario: In einem Seminar über Keramik in Gräbern führe ich eine multivariate Analyse zur Auswertung der Grabinhalte ein. Ich sage den Studierenden: „Machen wir mal noch schnell eine Seriation“ o.Ä. Dann will ich ihnen eigentlich zeigen, wie man das Seriationsergebnis interpretiert, die Technik ist an dieser Stelle ja nur untergeordnetes Mittel zum Zweck. Wenn ich ihnen zeigen möchte, wie ein multivariates Analyseverfahren funktioniert, dann stecke ich da sehr viel Fachinhalt und Theorie hinein. Das Werkzeug selbst, das wird schnell benutzt. Da sollte man nicht viel Zeit in die Anwendung investieren müssen. Der Reibungsverlust entsteht allerdings dann, wenn ich feststelle, dass ich den Studierenden erst irgendwie beibringen muss, wie ein Tabellenkalkulationsprogramm funktioniert oder wie man Daten im Editor eingibt. Diese Reibungsverluste, nein, die erzeugen bei mir keine Energie. Sie sind aber auch Folge von Mängeln bei mir – dem Dozenten – selbst, insbesondere bei der Didaktik. Aber wer von uns ist denn ein ausgebildeter Didaktiker? Natürlich gehe ich in meine Veranstaltung mit dem Bild der Studentin oder des Studenten, wie ich ihn gerne hätte, wie ich mir vorstelle, dass er sein sollte. Nur ist er meistens nicht so. Und das ist nicht seine Schuld, meine Lehrveranstaltung hat ihn einfach auf dem falschen Vorwissensstand abgeholt. Und dann? Dann kommt es zu solchen Reibungsverlusten. Ja, wir sollten vielleicht deutlich

mehr Didaktik – wenn man es so nennen kann – und nicht noch mehr Computer in unserer Lehre hereinholen.

Clemens Brünenberg:

Effektivität und Reibungsverluste, Sinn der Digitalität wurden ja schon angesprochen, aber das, was gerade anklingt, das finde ich sehr, sehr wichtig, nämlich die Vermittlung digitaler Methoden. Ein Beispiel, das wir alle fünf hier gut kennen: Was bei uns in der Lehre standardmäßig gelehrt wird, ist digitales Bauaufmaß, also per SfM. Die Anwendung selbst ist schnell erlernt. Da ist aber der Ansatzpunkt, finde ich, noch nicht erfüllt. Da kommen zwei Sachen dazu. Die Didaktik ist die eine, die andere ist, dass die Lehrenden – so einfach es klingt – die Anwendung verstanden haben müssen. Und zwar nicht, wo wir klicken, sondern was dahintersteckt. Das halte ich für einen sehr, sehr essenziellen Punkt. Die Lehrenden müssen hierzu die Anwendung nicht programmieren können. Aber sie müssen verstanden haben, welche Routinen dahinterstehen, damit die Anwendung effektiv vermittelt werden kann und damit etwas bei den Studierenden hängenbleibt. Damit sie den Sinn dahinter verstehen. Und das ist auch bei SfM ein wichtiger Punkt. Ich muss verstehen, welche Algorithmen dahinterstecken, und im besten Falle den Studierenden vermitteln, dass die Anwendung nicht von selbst läuft, sondern dass Prozesse im Hintergrund laufen, die auch Fehler produzieren können. Dass also digitale Anwendungen nicht perfekt sind. Ähnliches gilt bei der 3D-Rekonstruktion, also vollkommene Zustimmung. Man muss hierfür mehr lernen als Volumenkörper übereinander zu stapeln. Und dann ist Effektivität letztendlich nicht das, was ich erst ganz kurz dachte bei der Frage – nämlich: Wie kann ich die Lehre mit meinen Forschungsprojekten und organisatorischen Dingen usw. unter einen Hut bringen, sondern dass der Stoff letztendlich bei den Studierenden hängenbleibt. Und da sind Reibungsverluste immer da.

Doris Mischka:

Wir müssen zwischen Zeitinvestition und Reibungsverlusten auf Seiten der Studierenden und auf Seiten der Dozierenden unterscheiden. Gerade bei letzteren ist Zeit ein essenzieller und limitierender Faktor. Die vergleichsweise aufwendige digitale Umsetzung von Kursinhalten kann nur mittel- bis langfristig realisiert werden. In der Archäologie wandelt sich auch der Kenntnisstand laufend, sei es durch neue Ausgrabungsergebnisse oder durch gewachsenes Wissen beim Dozenten, so dass einmal digitalisierte Kurse nicht zwingend eine langfristige Arbeitersparnis darstellen, die einen hohen Produktionsaufwand akzeptabel erscheinen ließen. In meinem üblichen Tagesablauf ist nicht viel Platz für die Umsetzung.

Gelegentlich bin ich dem Vorwurf ausgesetzt, wir als Archäologinnen und Archäologen würden ja schließlich keine Techniker ausbilden. Früher habe man als Studentin oder Student auf der Grabung das entsprechende ‚Handwerk‘ quasi nebenbei erlernt, es sei nicht die Aufgabe der Universität, dies zu vermitteln. Meiner Meinung nach hat sich unsere Ausbildung und das Selbstverständnis von universitärer Lehre aber gewandelt. Wir gewinnen unsere Primärdaten auf Grabungen und anderen Feldmaßnahmen; es sind die wichtigsten Daten, auf denen alle weiteren wissenschaftlichen Überlegungen fußen. Wir haben hier daher die Verantwortung. Ich muss daher alle notwendigen technischen Aspekte auch in der Lehre vermitteln und dazu gehört für mich auch das Digitale. Das eigentlich Problematische besteht jedoch darin, dass in der gegebenen Zeit für das Studium das archäologische Grundwissen sehr stark auf der Strecke bleibt. Zudem möchte ich an der Universität zur Interpretation der Daten kommen und zur Diskussion mit den Studierenden darüber, wie die Ergebnisse zu deuten sind. Dafür habe ich aber zu wenig Zeit, denn ich muss sie erst einmal auf den Level bringen, dass ich mit ihnen darüber reden kann. Genau das sind die Reibungsverluste.

Und wir müssen die Reibungsverluste auf studentischer Seite vermitteln und klar machen, dass nicht alles, nachdem es einmal gesehen oder gemacht wurde, auch beherrscht wird. Routinen und Methoden, sei es auf der Grabung oder in der Bibliothek, müssen trainiert werden. Als Dozentin muss ich dann entscheiden, welche Aufgaben ein Student eigenständig übernehmen kann und wo ich unterstüt-

zen muss. Wenn es z.B. um ein SfM-Modell geht, das auf der Grabung erstellt werden soll, dann kann sich das der Student nicht einfach selbst beibringen – es muss in den gesamten Ablauf passen. Was ich bei den Studierenden sehe, ist, dass sie zunächst mit Begeisterung 3D-Modelle erstellen. Aber wenn es dann darum geht, herauszufinden, wie alt das Objekt ist, worum es sich überhaupt handelt oder wie es z.B. in die Sammlung gekommen ist, dann fallen die Defizite auf. Die klassische Recherchearbeit auch jenseits des Internets wird nur zu einem Bruchteil beherrscht. Und da sehe ich ein Hauptproblem, nämlich wie wir auch diese Kompetenzen vermitteln.

Carsten Mischka:

Die Frage, die sich hier stellt, ist: In welchem Maße ist es unsere Aufgabe, bestimmte Anwendungen und (digitale) Techniken zu vermitteln, wo wir die Zeit gerne für wissenschaftliche Inhalte nutzen würden? Zu überlegen ist, ob wir nicht bestimmte Aufgaben an die Informatik oder an diesen unglücklichen Hybriden, die sogenannten ‚Digital Humanities‘, auslagern.

Es wird mitunter gesagt, es sei effektiver – das ist wieder dieses Wort –, wenn Universitäten, die zudem über begrenzte finanzielle Mittel verfügen, diese Expertise einkaufen. Dann können wir Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler uns mit der Auswertung beschäftigen und müssen keine Arbeit darin investieren, unsere Studierenden in digitale Techniken einzuarbeiten. Es ist ein unguter Gedanke, und man macht sich ungern abhängig. Aber wäre es nicht letztlich ein logischer Gedanke, dass wir so etwas auslagern? Irgendwo ist doch die Menge an Wissen begrenzt, die wir dem Studenten oder der Studentin in der vorgegebenen Studienzeit vermitteln können. Wie also lösen wir das Problem? Sind diese sogenannten ‚Schnittstellenfächer‘ hilfreich oder nicht?

Elisabeth Günther:

Ich denke auch: Das eine ist die Vorstellung, dass wir all diese neuen Methoden, Anwendungen, Techniken, etc. in die Lehre integrieren, denn es ist ja die Zukunft der Archäologie, sich auch in dem digitalen Bereich weiterzuentwickeln. Das andere ist die konkrete Umsetzung des Ganzen. Wer soll das machen? Wann soll man das machen, und wie kann man das in einen Studiengang einpassen? Denn abgesehen davon, dass die Menge an Stoff in einem Semester begrenzt ist, ist auch die Zahl an Lehrveranstaltungen und Modulen in einem Studiengang begrenzt. Das heißt: Wo wir auf der einen Seite entsprechende Übungen und zusätzliche Tutorials anbieten, muss auf der anderen Seite wieder Zeit weggeschnitten werden, die wir aber zum einen für herkömmliche Methodiken, zum anderen für Fachinhalte benötigen. Denn ohne Fachwissen können auch die Ergebnisse der Anwendungen, wie Doris Mischka ausgeführt hat, überhaupt nicht diskutiert werden. Hinzu kommt, dass viel Zeit für die Betreuung der Studentinnen und Studenten notwendig ist. Das wird auch durch die Tutorials nicht aufgefangen. Außerdem stellt sich die Frage, ob ein freiwilliges Tutorial überhaupt angenommen und genutzt würde.

Das sind alles wirklich grundlegende Fragen, die wir uns in den archäologischen Fächern stellen und an die wir uns heranwagen müssen.

Doris Mischka:

Eine Lösung für diese Probleme bestünde in der Abschaffung des achtsemestrigen Studiums. Die Studiendauer sagt nichts über die Kompetenz eines Studenten oder einer Studentin aus. Im Gegenteil: Wenn sich er oder sie nach abgeschlossenem Studium bewirbt, dann steigern sich die Chancen auf eine Anstellung mit der Menge der angeeigneten Kompetenzen.

Clemens Brünenberg:

Ich würde mich da anschließen.

Elisabeth Günther:

Ich auch. Aber ich fürchte, dass wir die Studiendauer nicht ändern können. Ebenso wenig die Einstellung vieler Studentinnen und Studenten, die nur ECTS-Punkte sammeln möchten. Es ist sehr schwierig, sie dafür zu gewinnen, sich etwas freiwillig anzueignen. Sie realisieren noch nicht, wie wichtig es ist, zusätzliche Kompetenzen und Fähigkeiten – und Wissen! – zu erwerben, und dass sich dadurch nicht zuletzt ihre Berufschancen verbessern. Aber vielleicht gibt es dafür eine Lösung?

Clemens Brünenberg:

Eine etwas ketzerische Frage: Was soll eigentlich am Ende eines Studiums herauskommen? Das ist die Frage, die wir uns stellen müssen. Die kann ich natürlich nicht lösen und schon gar nicht interdisziplinär. Aber Fakt ist das Problem, das wir im Alltag haben, jenseits der Lehre, nämlich für unsere Forschungen: Wenn wir auf Feldkampagnen gehen, brauchen wir Studierende, die bestimmte Fähigkeiten haben. Also muss ich es vorher eigentlich den Studierenden beibringen, denn ich kann mich nicht darauf verlassen, dass sie sich diese im Vorfeld eigenständig aneignen. Außerdem brauchen sie das Wissen spätestens für den Beruf oder die Promotion.

Und jetzt die ketzerische Frage aus Sicht der fachfremden Person, die Architektur studiert hat und dann in der archäologischen Bauforschung eine Doktorarbeit geschrieben hat. Das Fachwissen hierfür habe ich mir während der Promotion angeeignet. Es hat geklappt. Zu sagen: Wir sollen die wissenschaftlichen Inhalte weglassen, das geht nicht. Aber die methodische Vermittlung wegzulassen und dann das später einzufordern, ist ein ernsthaftes Problem.

Fabian Stroth:

Das, was Clemens Brünenberg da anspricht, ist ein zwar heikler, aber sehr wichtiger Aspekt; die Frage nämlich, wie sich innovative Didaktik auf die Curricula unserer Disziplinen auswirkt. Mit Transformationen kennen sich Archäologinnen und Archäologen im Übrigen ja gut aus, und wir wissen, dass Transformation nicht nur Veränderung bedeutet, sondern eben auch Verlust. Es kann keine Transformation geben, bei der etwas Neues hinzukommt, ohne dass etwas Altes wegfällt. Das mag eine schmerzvolle Erkenntnis sein, aber ich glaube tatsächlich, dass die digitale Transformation im Hochschulwesen nur gelingen kann, wenn wir Konsequenzen für die Vermittlungsziele der jeweiligen Studiengänge akzeptieren. Der vielbeschworene ‚shift from teaching to learning‘ umschreibt ja genau diese Tendenz weg von der Lehrenden-zentrierten Wissensvermittlung hin zu einer Studierenden-zentrierten Lehre, bei der das Lernen als aktiver Prozess im Zentrum steht. Im Gegensatz zur reinen Wissensvermittlung geht es vielmehr darum, Probleme zu lösen und das erworbene Wissen auch zielgerichtet anwenden zu können. Gerade mit Blick auf die vielfältigen Berufsfelder, in denen unsere Studierenden später tätig sein müssen, halte ich das doch für eine sehr zeitgemäße Anpassung der Studienziele. In der Lernpsychologie spricht man von sogenanntem Trägern Wissen, also Kenntnissen, die zwar abstrakt vorhanden sind, aber eben nicht auf neue Situationen übertragen und angewendet werden können. Natürlich muss die Vermittlung von Fachwissen auch weiterhin zentraler Bestandteil jedes guten Archäologiestudiums bleiben, aber wenn eine digital gestützte konstruktivistische Didaktik den Anteil Trägern Wissens verringern könnte, wäre das doch wünschenswert.

Elisabeth Günther:

Ich gebe dir da ganz recht. Nur die Kernfrage, zu der wir letztendlich in unserem Gespräch gekommen sind, ist natürlich: Wie wird sich die Archäologie oder wie werden sich die Archäologien entwickeln? Denn diese neuen Aspekte, die kommen natürlich dazu. Und inwieweit wollen wir an dem altherwürdigen Ideal des universitären Studiums im ureigensten Sinne festhalten? Ich verstehe die Archäologie als Altertumswissenschaft und als eng mit den historischen Wissenschaften verbunden. D.h. das kritische Hinterfragen der Quelle (des Objekts, des Bildes), kritisches Denken und Diskutieren sind für mich der Kern unserer Wissenschaft. Aber dieses genaue Hinschauen und die Auseinandersetzung mit den Details, das benötigt viel Zeit. Und diese Zeit sollten wir uns nehmen und sie nicht zugunsten an-

derer Kompetenzen, so wichtig sie sein mögen, wegschneiden. Es gibt ja durchaus im englischsprachigen Bereich Tendenzen, Narrative in den Vordergrund treten zu lassen, die aber eigentlich gar nicht mehr an der Quelle festgemacht und belegt werden können. Das halte ich für sehr problematisch. Vielleicht können uns die Möglichkeiten der Digitalen Archäologie hier ja neue Wege eröffnen, auch um die Archäologien fit zu machen für die Anforderungen, die unsere heutige Zeit an sie stellt.

Doris Mischka:

Meine Haltung zu dem Thema ist auch ambivalent, sehr ambivalent. Auf der einen Seite bin ich der Meinung – und unser Fach ist vielleicht eins der letzten, in dem das noch so ist –, dass wir von der Erhebung der Primärdaten bis zur wissenschaftlichen Publikation alles in der Hand behalten sollten, um das volle Forschungspotenzial nutzen zu können. Auf der anderen Seite wird z.B. aktuell besonders in den Digital Humanities ein starker Schwerpunkt rein auf das Digitale gesetzt. Aber das Fachliche kommt sehr oft völlig zu kurz. Dies hängt damit zusammen, dass der fachliche Teil nur durch ein längeres Studium erreicht werden kann oder in der Lehre z.B. durch Arbeit in Tandems – beispielsweise durch eine Fachwissenschaftlerin zusammen mit einem Informatiker – aufgefangen werden kann. Da müssen wir irgendwie den goldenen Mittelweg finden.

Elisabeth Günther:

Ich würde unser Gespräch gerne angesichts der fortgeschrittenen Zeit an diesem Punkt beschließen. Ich denke, unsere Diskussion hat gezeigt, dass die Frage nach dem Einsatz digitaler Methoden und Anwendungen in der Lehre zu wirklich tiefgehenden Fragen führt, danach, wie Lehre und Forschung in unseren archäologischen Fächern in der Zukunft zu gestalten sind. Sie hat auch gezeigt, wie wichtig es ist, dass wir uns darüber austauschen und dass die angesprochenen Fragen und Herausforderungen ins Bewusstsein der Fachwelt gebracht werden. Denn die (Ver-)Änderungen – und da sind wir uns, denke ich, einig – kommen oder geschehen gerade jetzt. Wie Fabian Stroth zu Recht hervorgehoben hat, müssen wir diese aktiv mitgestalten, auch um dafür zu sorgen, dass in den Studiengängen diejenigen Inhalte, Kompetenzen etc. vermittelt werden, die uns wichtig sind. Nicht zuletzt, um die Stärke, die Besonderheiten der archäologischen Fächer und ihren Nutzen für die Gesellschaft zu bewahren.

Ich bedanke mich herzlich für das anregende Gespräch.

Literaturverzeichnis

- Joos (2000): B. Joos, Das „Neue Sehen“. Extreme Perspektiven in der Photographie, in: B. Salmen (Hrsg.), Blicke, Durchblicke, Ausblicke in Kunst und Volkskunst, Mulmau 2000, 84–90.
- Günther (2022): E. Günther, Map of Things. West-östliche Narrative über die antiken Seidenstraßen, *Junges Forum für Sammlungs- und Objektforschung* 6 (2022), 56–65.
- Günther / Günther (2021): E. Günther / S. Günther, Interaktiv, international, interkulturell. Das Ausstellungsprojekt „Machtszenarien – Scenarios of Power – 无处不在的权力, Roles and Actions of Roman Emperors“, *Geldgeschichtliche Nachrichten* 316 (2021), 218–223.
- Günther / Günther (2022a): E. Günther / S. Günther, Mit Plinius dem Älteren im antiken Rom – Ein internationales Digital Mapping Projekt, in: P. Reinhardt / L. Scheuermann (Hrsg.), *Geschichtswissenschaften in Pandemiezeiten. Beiträge zur Digitalen Wissensvermittlung und Public History*, *Abhandlungen der Arbeitsgemeinschaft Alte Geschichte und EDV*, Gutenberg 2022, 171–188.
- Günther / Günther (2022b): E. Günther / S. Günther, Augustus in Saigon!? Die Rezeption westlicher Antike in der kolonialen Bilderwelt und post-kolonialen Gesellschaft Vietnams, *Gymnasium* 129 (2022), 453–490.
- Miznazi / Stroth (2022): D. Miznazi / F. Stroth, Innovative Archaeological Learning Using Mixed Reality, in: CHNT Editorial board (Hrsg.), *Proceedings of the 27th International Conference on Cultural Heritage and New Technologies in Vienna, November 2022*, Heidelberg 2023, https://chnt.at/wp-content/uploads/2022/09/ID028_MIZNAZI.pdf (abgerufen am 06.05.2023).
- Lohfink et al. (2022): M. Lohfink / D. Miznazi / C. Müller / F. Stroth, Learn Spatial! Introducing the MARBLE-App – A Mixed Reality Approach to Enhance Archaeological Higher Education, *2022 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)*, 2022, 435–440.

Abbildungsnachweise

- Abb. 1: C. Mischka.
- Abb. 2: C. Mischka.
- Abb. 3: F. Stroth.
- Abb. 4: F. Stroth.
- Abb. 5: C. Brünenberg.
- Abb. 6: C. Mischka.
- Abb. 7: C. Mischka.
- Abb. 8: F. Stroth.
- Abb. 9: F. Stroth.

Autoreninformation¹⁶

Dr.-Ing. Clemens Brünenberg
TU Darmstadt
Klassische Archäologie
El-Lissitzky-Straße 1
64287 Darmstadt
E-Mail: brueningenberg@klarch.tu-darmstadt.de

Dr. Elisabeth Günther
Universität Heidelberg
Institut für Klassische Archäologie und Byzantinische Archäologie
Marstallhof 4
69117 Heidelberg
E-Mail: elisabeth.guenther@zaw.uni-heidelberg.de

Dr. Carsten Mischka
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Institut für Ur- und Frühgeschichte
Kochstraße 4/18
92054 Erlangen
E-Mail: carstenmischka@gmail.com

Prof. Dr. Doris Mischka
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Institut für Ur- und Frühgeschichte
Kochstraße 4/18
92054 Erlangen
E-Mail: doris.mischka@fau.de

JProf. Dr. Fabian Stroth
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Archäologische Wissenschaften
Abt. Byzantinische Archäologie
Platz der Universität 3
Kollegiengebäude III, Raum 3501
79098 Freiburg
E-Mail: fabian.stroth@archaeologie.uni-freiburg.de

¹⁶ Die Rechte für Inhalt, Texte, Graphiken und Abbildungen liegen, wenn nicht anders vermerkt, bei den Autoren. Alle Inhalte dieses Beitrages unterstehen, soweit nicht anders gekennzeichnet, der Lizenz CC BY 4.0.

NEUES SEHEN – Aktuelle Ansätze der Digitalen Archäologie in der Objekt- und Bildwissenschaft. Teil 2/4: 3D-Modellierung und digitale Rekonstruktion

Elisabeth Günther, Sascha Schmitz, Rosemarie Cordie, Ute Kelp, Anja Klöckner, Alarich Langendorf, Katharina Meinecke, Jürgen Süß

Abstract: The conference *NEUES SEHEN. Aktuelle Ansätze der Digitalen Archäologie in der Objekt- und Bildwissenschaft* (*NEUES SEHEN. Current approaches to object and image studies in digital archaeology*), held at the University of Trier, 20.–22.05.2022, explored the potential of digital tools and methods applied to archaeological objects and imagery. This second part is devoted to the potential and challenges of 3D modelling (session 2) as a tool for archaeological reconstruction in research and teaching as well as to its visualization and presentation to the public, e.g. in museums or on heritage sites.

Einleitung: Möglichkeiten und Herausforderungen der 3D-Modellierung in Lehre, Forschung und Wissensvermittlung

Sascha Schmitz und Elisabeth Günther

Bei dem vorliegenden Beitrag handelt es sich um den zweiten Teil einer Beitragsreihe, die aus der Tagung *NEUES SEHEN. Aktuelle Ansätze der Digitalen Archäologie in der Objekt- und Bildwissenschaft*, organisiert von Elisabeth Günther und Sascha Schmitz (20.–22.05.2022 an der Universität Trier)¹, entstanden ist und den Potenzialen digitaler Anwendungen und Methoden bei der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit archäologischen (Bild-)Objekten gewidmet war.² Gegenstand dieses zweiten Beitrags sind die Möglichkeiten und Herausforderungen der 3D-Modellierung in Forschung und Lehre sowie die Potenziale, die digitale Modelle für Wissenschaft und Wissensvermittlung bereithalten (Sektion 2 der Konferenz) und die insbesondere in der Anfangszeit der Verwendung digitaler 3D-Modelle in der Archäologie im Fokus standen.

So war der Einsatz eines 3D-Multimediasystems zur Vermittlung der *Colonia Ulpia Traiana* im Rahmen der Landesausstellung *Fundort Nordrhein-Westfalen – Millionen Jahre Geschichte* in den Jahren 2000 und 2001 der Anlass für ein im Jahr 2000 in Köln abgehaltenes Kolloquium, das die Entwicklung im Bereich ‚virtuelle Archäologie‘ seit Mitte der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts zum Gegenstand hatte. Wie auch die beiden Vorgängerkolloquien, auf die Peter Noelke im Vorwort des Kolloqui-

1 <https://www.uni-trier.de/universitaet/fachbereiche-faecher/fachbereich-iii/faecher/klassische-archaeologie/forschung-und-projekte/tagungen-und-kongresse/tagung-neues-sehen> (abgerufen am 07.05.2023).

2 Der erste Teil der Beitragsreihe setzte sich mit dem Einsatz digitaler Techniken, Anwendungen und Methoden in der universitären Lehre auseinander, s. DCO 9 (2023), 54–77. Teil drei wird den Möglichkeiten der Mustererkennung in der automatischen Erkennung und Auswertung von Bildern, Teil vier der interinstitutionellen Zusammenarbeit und Wissensvermittlung im Bereich der digitalen Archäologie zwischen Universität, Museum und Denkmalpflege gewidmet sein.

umsbandes Bezug nimmt, hatten die hier vorgestellten Projekte die Vermittlung archäologischer Informationen an eine breite Öffentlichkeit zum Schwerpunkt.³ Zu Recht wies Anita Rieche in diesem Rahmen darauf hin, dass Dokumentation, Lehre und Vermittlung bereits seit den Ursprüngen der Archäologie durch andere Medien als die Originale erfolgten. Texte, Zeichnungen, Abgüsse und Fotografien stellten das Fach auch in der Vergangenheit durch ihre sich entwickelnde Verfügbarkeit immer wieder vor Herausforderungen.⁴ Die im Fach fortschreitende Digitalität lässt sich in diese Entwicklung einreihen und bringt doch, wie seine Vorgänger, seine ganz eigenen Probleme mit sich, wie z.B. Lizenzen.

Manche in diesem Zusammenhang aufgeworfene Frage hat auch gut 20 Jahre später nichts an Aktualität eingebüßt. Durch immer leistungsfähigere Computer, die freie Verfügbarkeit von 3D-Modellierungssoftware wie *Blender*⁵ und die enormen Möglichkeiten der Verbreitung und des Austauschs von Informationen, Vorlagen und Anleitungen über das Internet und die Sozialen Medien, stehen heute Unmengen an (dreidimensionalen) Bildern zur Verfügung. Dieses heterogene Material, erschaffen von Wissenschaftlern, professionellen 3D-Designern oder interessierten Laien, prägt das Bild der Gesellschaft von der Vergangenheit – unabhängig davon, ob seine Verwendung im Rahmen von Wissensvermittlung oder bloßer Unterhaltung beabsichtigt war. Hatte die Wissenschaft früher noch weitestgehend die Kontrolle über die Bilder und führte die Diskussion um deren Gestalt und Wirkung intern, muss sie sich heute bemühen, Teil der Entwicklung zu bleiben, und sich fragen, inwiefern sie den durch Filme und digitale Spiele vorgegebenen Sehgewohnheiten zu folgen bereit ist.

Dementsprechend ist der durch Anita Rieche in ihrem damaligen Ausblick formulierten Feststellung, dass die Frage des ‚Ob‘ beim Einsatz digitaler Medien in der Vermittlung bereits nicht mehr relevant sei, sicher zuzustimmen. Die Frage des ‚Wie‘, über die einzig eine Einflussmöglichkeit verbleibe, ist hingegen heute vielleicht schwerer zu beantworten als damals. Konnte sie noch feststellen, dass 3D-Rekonstruktionen überwiegend nur durch aufwändige Installationen in Museen präsentiert werden können und nicht transportabel seien, stellt sich dies durch die zuvor skizzierte Entwicklung heute gänzlich anders dar.⁶ Speziell das hier vorgestellte, auf archäologische Wissensvermittlung ausgerichtete Projekt *ARGO – Augmented Archaeology* (Abstract Nr. 4) führt deutlich vor Augen, wie mobil die 3D-Rekonstruktionen unter Verwendung der besuchereigenen Smartphones inzwischen geworden sind.⁷

Während es zunehmend einfacher wird, in drei Dimensionen zu modellieren und zu rekonstruieren, hat in den 2010er Jahren die Menge an dreidimensionalen Daten, mit denen in der Archäologie gearbeitet wird, auch durch neue Methoden der 3D-Dokumentation,⁸ massiv zugenommen. Dies ist sicher nicht nur der Freude am Ausprobieren der neuen technischen Möglichkeiten geschuldet, vielmehr war der Wunsch, dreidimensionale Objekte auch in drei Dimensionen zu dokumentieren, sei es im Fall von Gelände durch Höhenschichtenpläne oder im Falle von Plastik durch Abgüsse, auch schon früher gegeben. Ist die Verwendung von Laserscannern und ähnlichen Methoden⁹ noch mit einem hohen finanziellen und technischen Aufwand verbunden, so bietet die 3D-Fotogrammetrie mithilfe von Structure from Motion (SfM) inzwischen kostengünstigere Möglichkeiten, um 3D-Daten aus Fotos zu generie-

3 Rieche / Schneider (2002), 1–2.

4 Rieche (2002a).

5 <https://www.blender.org/download/> (abgerufen am 09.02.2023).

6 Rieche (2002b), 126.

7 Siehe zu weiteren aktuellen Ansätzen die Beiträge in Quick (2021).

8 Siehe grundsätzlich die Beiträge in Remondino / Campana (2016) sowie die ‚Hintergrundinfos‘ in Pasch / Kieburg (2019).

9 Für Anwendungsbeispiele zum Bereich Laserscanning siehe: Gerlach et al. (2019); Schreg et al. (2019); Schwaiger / Scheifinger (2019); Trinks / Klein (2019); Döhl (2016).

ren.¹⁰ Auch in diesem Bereich trägt die Verfügbarkeit von Open-Source-Software wie *Meshroom*¹¹ zu einer weiteren Verbreitung bei. Derartige Methoden fanden in den hier vorgestellten Projekten *Hellenistische Plastik digital: Die Rekonstruktion der ‚Beißergruppe‘* (Abstract Nr. 1), *ARGO – Augmented Archaeology* (Abstract Nr. 4), sowie *Römische Grabdenkmäler des Treverergebietes im Kontext* (Abstract Nr. 2) zur 3D-Dokumentation und zur Gewinnung von Vorlagen und Bausteinen für Rekonstruktionen Verwendung.

Letzteres Projekt sieht zudem die Analyse der 3D-Rekonstruktionen als Mittel zur Beantwortung weiterführender Fragestellungen, konkret zur Sichtbarkeit der Monumente, vor. Die Verwendung von 3D-Modellen als Analysetools gewinnt in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung. Verbreitet sind bereits Analysen der Beleuchtung rekonstruierter Gebäude.¹² Ein neuerer Ansatz ist die Analyse von Klängen.¹³ In erster Linie als Hilfsmittel zur Erarbeitung einer Rekonstruktion werden 3D-Modelle in den Projekten *Die Visualisierung der ‚Westkirche‘ von Assos* (Abstract Nr. 3) und *Hellenistische Plastik digital: Die Rekonstruktion der ‚Beißergruppe‘* (Abstract Nr. 1) genutzt, worin eine neue Methode zum Vergleich verschiedener Varianten in der Rekonstruktion antiker Plastik entwickelt wurde.

Allen vorgestellten Projekten gemein ist das Experimentieren mit Methoden zur Visualisierung von Unsicherheiten. Diese wurden auch in Diskussionen während des Workshops und im nachfolgenden Gespräch besonders thematisiert. Verschiedene Ansätze wurden vorgestellt und erörtert, die sich für die Vermittlung an ein Fachpublikum, aber auch an die interessierte Öffentlichkeit eignen. Konstatieren lässt sich ein verbreitetes Bedürfnis, hier bessere Lösungen zu finden, was zukünftig neue Entwicklungen erwarten lässt.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer¹⁴ des Gesprächs haben sich in unterschiedlichen Bereichen der Digitalen Archäologie und der archäologischen Disziplinen mit 3D-Modellierung auseinandergesetzt.

Dr. Rosemarie Cordie war bis zu ihrem Ruhestand im Jahr 2020 Leiterin des Archäologieparks Belgium/Morbach im Hunsrück und wissenschaftliche Mitarbeiterin im Fach Klassische Archäologie der Universität Trier.¹⁵ Als Prähistorikerin mit einem Forschungsschwerpunkt auf den römischen Funden und Befunden des Trierer Umlandes und des Hunsrücks – insbesondere dem Vicus und Gräberfeld Belgium – und als Museumsleiterin setzte sie sich intensiv mit der Rekonstruktion antiker Bauten und deren Vermittlung an eine breite Öffentlichkeit auseinander. Sie hatte die wissenschaftliche Projektleitung und Leitung des Bereichs Recherche im Projekt *ARGO – Augmented Archaeology* bis zum Ende der Förderlaufzeit 2021 inne, einer App, mit der antike und mittelalterliche Baudenkmäler vor Ort auf dem Smartphone oder Tablet angezeigt werden können, um das kulturelle Erbe des Trierer Umlandes der Öffentlichkeit zu präsentieren (Abstract Nr. 4).¹⁶ Entstanden ist das *ARGO*-Projekt im Rahmen eines transnationalen *LEADER*-Projekts der EU, und wurde maßgeblich von Sascha Schmitz,

10 Für Anwendungsbeispiele zum Bereich Structure from Motion siehe Filser et al. (2019); Schwaiger / Scheifinger (2019); Döhl (2016); Reinhard (2016).

11 <https://alicevision.org/#meshroom> (abgerufen am 09.02.2023).

12 Siehe z.B. die Simulationen in Svenshon et al. (2019) und Patay-Horváth (2016).

13 Muth (2019).

14 In Absprache mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Tagung wurde festgelegt, jeweils die weibliche und männliche Sprachform zu verwenden. In den Gruppeninterviews kann es hierbei, abhängig von der Aussageabsicht, zu Abweichungen und damit (scheinbaren) Uneinheitlichkeiten kommen.

15 <https://www.uni-trier.de/universitaet/fachbereiche-faecher/fachbereich-iii/faecher/klassische-archaeologie/mitarbeiter/dr-rosemarie-cordie> (abgerufen am 14.01.2023).

16 <https://ar-route.de/> (abgerufen am 13.01.2023). Mit Ende der Projektlaufzeit wurde *ARGO* als Ausgründung der Universität Trier in die *ARGO Edutainment Solutions GmbH* überführt, Geschäftsführer sind Sascha Schmitz und Helga van der Heyde.

M.A., angeregt, Mitorganisator des Workshops *NEUES SEHEN*.¹⁷ Er ist derzeit Doktorand im Fach Klassische Archäologie der Universität Trier (Arbeitstitel: *Terra Sigillata vom Kerameikos in Athen im überregionalen Vergleich*) und war Leiter des für die Modellierung zuständigen Bereichs des *ARGO*-Projektes. Derzeit leitet er das Projekt *Archäologisches Stadtkataster Trier* (PAS-TR), das als Kooperation zwischen der Stadtverwaltung Trier und der Landesarchäologie Rheinland-Pfalz (GDKE) durchgeführt wird. Des Weiteren ist er seit November 2022 als Projektmitarbeiter im DFG-Projekt *Römische Grabdenkmäler des Treverergebietes im Kontext*¹⁸ tätig, das an der Goethe-Universität Frankfurt ansässig ist, und für die 3D-Rekonstruktion und Analyse von Grabdenkmälern sowie deren landschaftlicher Einbindung zuständig.

Projektleiterin ist Prof. Dr. Anja Klöckner, Professorin für Klassische Archäologie an der Goethe-Universität Frankfurt.¹⁹ Aus ihrer langjährigen Beschäftigung mit den Grabdenkmälern der gallischen und germanischen Provinzen entstand 2016 das Projekt *Römische Grabdenkmäler aus Augusta Treverorum im überregionalen Vergleich: Mediale Strategien sozialer Repräsentation*,²⁰ welches die monumentalen Grabdenkmäler der Trierer Raumes dokumentierte und rekonstruierte, u.a. anhand von 3D-Scans, die in Kooperation mit dem i3 Mainz²¹ durchgeführt wurden. Damit wird erstmals ein systematischer Zugriff auf die materielle Sepulkalkultur der Region und eine Analyse der Wechselwirkung von Architektur, Bildern, Ornamenten und Inschriften ermöglicht.²² Das bereits genannte Anschlussprojekt *Römische Grabdenkmäler im Kontext* (Abstract Nr. 2) wendet sich nun seit 2022 explizit der Kontextualisierung der Denkmäler zu, wobei die digitale Rekonstruktion der Grabdenkmäler, ihre räumliche Einbettung und ihre Funktion im Rahmen von Funerallandschaften eine zentrale Rolle spielen. Ein weiteres Projekt widmet sich der Digitalisierung und Bereitstellung historischer Aufnahmen von treverischen Grabdenkmälern über die Objekt- und Forschungsdatenbank iDAI.objects/Arachne²³ (*Grabdenkmäler Digital*).²⁴ In den drei genannten Projekten war und ist Dr. Ute Kelp wissenschaftliche Mitarbeiterin und Projektkoordinatorin.²⁵ Als Klassische Archäologin mit Schwerpunkt Thanatoarchäologie²⁶ arbeitet sie im Projekt an der semiotischen Analyse der Funerallandschaft.

JProf. Dr. Katharina Meinecke ist Juniorprofessorin für die Archäologie des Mittelmeerraumes an der Universität Leipzig.²⁷ Neben der Ikonografie und Kontextualisierung römischer Sarkophage beschäftigt sie sich insbesondere mit hellenistischer Genreplastik. In diesem Zusammenhang, konkret aus der Auseinandersetzung mit der sog. *Beißergruppe* im British Museum, entstand ein Projekt zur digitalen Rekonstruktion der Figurengruppe. In Zusammenarbeit mit Alarich Langendorf und Andreas Steinin-

17 <https://www.uni-frankfurt.de/128948705/Schmitz> (abgerufen am 13.04.2023).

18 https://www.uni-frankfurt.de/128552583/Trier_Grabdenkm%C3%A4ler_im_Kontext (abgerufen am 14.01.2023).

19 <https://www.uni-frankfurt.de/78825354/Kloeckner> (abgerufen am 14.01.2023).

20 https://www.uni-frankfurt.de/65008064/Trier_Grabdenkmäler (abgerufen am 14.01.2023).

21 Institut für Raumbezogene Informations- und Messtechnik der Hochschule Mainz: <https://i3mainz.hs-mainz.de/> (abgerufen am 10.07.2023).

22 <https://i3mainz.hs-mainz.de/projekte/grabdenkmaeler-des-treverergebietes/> (abgerufen am 14.01.2023).

23 <https://arachne.dainst.org/> (abgerufen am 14.01.2023).

24 https://www.uni-frankfurt.de/72384901/Grabdenkmäler_digital (abgerufen am 14.01.2023).

25 <https://www.uni-frankfurt.de/78825887/Kelp> (abgerufen am 14.01.2023).

26 Neben den kaiserzeitlichen Grabdenkmälern des römischen Trier beschäftigte sie sich mit Nekropolen in Kleinasien, insbesondere mit der Sepulkalkultur in Pergamon, zuletzt im Rahmen des DFG/ANR-Projektes *Von den Grabhügeln der Herrscher zu den Nekropolen der Bürger: Moderne Funerarchäologie im Dienste der Erforschung sozialer Stratifizierung und lokaler Identitäten im hellenistischen Pergamon und den Städten der Aiolis*, Leitung: Prof. Dr. F. Pirson, Prof. Dr. S. Verger, s. <http://www.nekropergeol.org/index.html> (abgerufen am 03.03.2023).

27 <https://www.uni-leipzig.de/personenprofil/mitarbeiter/juniorprof-dr-katharina-meinecke> (abgerufen am 14.01.2023).

ger (Archaeo Perspectives GesbR, Wien²⁸) wurde ein 3D-Modell der rekonstruierten Gruppe erstellt (Abstract Nr. 1). Hierbei war die Erschließung des ursprünglichen Haltungsmotivs der beiden Knaben, von denen einer den anderen in den Arm beißt, zentrales Anliegen des Projekts, sowie die Frage nach möglichen (Haupt-)Ansichtsseiten der hellenistischen Gruppe. Die Ergebnisse werden in Kürze in den Römischen Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts publiziert werden.

Dr. Jürgen Süß ist Dozent am Institut für Klassische Archäologie und Byzantinische Archäologie der Universität Heidelberg.²⁹ Neben zahlreichen Projekten, für die er 3D-Rekonstruktionen und Animationen erstellt hat – etwa vom *Traianeum* von Pergamon, dem Forum von Ladenburg, vom *Vicus Dalheim* –, und der Visualisierung virtueller Ausstellungen – etwa des zukünftigen Antikemuseums Heidelberg, der Pop-up-Ausstellung *Archäologie und Politik. Die zwei Geschichten des Tropaeum Traiani zwischen Heidelberg und Adamklissi* (Leitung: Dr. Polly Lohmann)³⁰ und der virtuellen Ausstellung *Kreuz und quer: Lebensgeschichten antiker Objekte* am Institut für Klassische Archäologie der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (Leitung: Prof. Dr. Corinna Reinhardt)³¹ ist er im Rahmen des Projekts *Die ‚Westkirche‘ von Assos. Nachuntersuchung und Publikationsvorbereitung der Architektur und Ausstattung* (Leitung: Prof. Dr. Stephan Westphalen, Institut für Klassische Archäologie und Byzantinische Archäologie der Universität Heidelberg)³² für das Teilprojekt der Visualisierung des spätantiken Kirchenbaus zuständig (Abstract Nr. 3).

Die Moderatorin Dr. Elisabeth Günther war Akademische Rätin a.Z. im Fach Klassische Archäologie der Universität Trier. Seit April 2023 ist sie als Akademische Rätin am Institut für Klassische Archäologie und Byzantinische Archäologie der Universität Heidelberg tätig.³³ Sie war und ist an mehreren interdisziplinären wie internationalen Lehrprojekten zur Erstellung einer Onlineausstellung mit interaktiven Karten beteiligt.³⁴

28 <https://www.archaeo-perspectives.at/%C3%BCber-uns/> (abgerufen am 14.01.2023).

29 <https://www.uni-heidelberg.de/fakultaeten/philosophie/zaw/klarch/mitarbeiter/suess.html> (abgerufen am 14.01.2023).

30 <https://www.uni-heidelberg.de/fakultaeten/philosophie/zaw/klarch/antikensammlung/popup.html> (abgerufen am 14.01.2023), Link zur Publikation: <https://books.ub.uni-heidelberg.de/propylaeum/catalog/book/739> (abgerufen am 14.01.2023).

31 https://www.klassischearchaeologie.phil.uni-erlangen.de/kreuzundquerausstellung_210128/index.html (abgerufen am 14.01.2023).

32 <https://www.uni-heidelberg.de/fakultaeten/philosophie/zaw/byz/forschungsprojekte/assos.html> (abgerufen am 28.03.2023).

33 <https://www.uni-heidelberg.de/fakultaeten/philosophie/zaw/klarch/mitarbeiter/guenther.html> (abgerufen am 13.04.2023).

34 Studentische numismatische Ausstellung *Machtszenarien – Scenarios of Power* 2019 am Institut für Klassische Archäologie der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und am Institute for the History of Ancient Civilizations, Northeast Normal University, Changchun, China, gemeinsam mit Prof. Dr. Sven Günther: <https://www.klassischearchaeologie.phil.fau.de/ausstellungen/machtszenarien-scenarios-of-power-eine-numismatische-ausstellung/welcome-to-our-international-exhibition-of-roman-coins/> (abgerufen am 13.12.2022), siehe hierzu Günther / Günther (2021). Zu weiteren Digitalprojekten von Elisabeth Günther siehe Günther / Günther (2022a); Günther / Günther (2022b); Günther (2022).

Abstracts der Projekte der Sprecherinnen und Sprecher

Abstract 1: Hellenistische Plastik digital: Die Rekonstruktion der *Beißerguppe*

JProf. Dr. Katharina Meinecke (Universität Leipzig), Alarich Langendorf, M.A. (Archaeo Perspectives GesbR, Wien)

Die *Beißerguppe* im British Museum in London³⁵ sticht in mehrerlei Hinsicht unter den hellenistischen Genreplastiken heraus: Die Gruppe gibt ein Sujet wieder – einen Streit beim Knöchelspiel –, das zwar mitunter in der antiken Literatur, nicht aber in Bildwerken überliefert ist.³⁶ Die ca. 70 cm hohe Skulptur zeigt einen am Boden sitzenden Knaben, der einen zweiten in den Arm beißt. Jedoch ist nur der beißende Knabe auf uns gekommen; von seinem Spielgefährten zeugen nur die rechte Hand, die einen Astragal fest umschließt und damit den Auslöser des Streits preisgibt, sowie der anschließende Ansatz des Unterarms, in den der erhaltene Knabe hineinbeißt. Zu der Gruppe ist bislang keine Replik bekannt.

Ihre Unvollständigkeit und das Fehlen von Repliken erschweren die Rekonstruktion der Gruppe. Kurz nach ihrer Entdeckung 1678 bei Grottaferrata in der Nähe von Rom wurde die Skulptur im späten 17./frühen 18. Jh. in Rom restauriert. Dabei manifestierte der Restaurator einen unvollständigen Zustand: Während er in Marmor die fehlenden Partien des erhaltenen beißenden Knaben ergänzte, bildete er von der zweiten Figur nur den rechten Unterarm bis kurz oberhalb des Ellenbogens nach – was der Skulptur zeitweise den Spitznamen ‚Kannibale‘ einbrachte – sowie deren halben linken Fuß auf der ebenfalls ergänzten Plinthe.

Einen Vorschlag für die Ergänzung des gebissenen Knaben legten danach nur 1867 Adolph Michaelis in Form einer Beschreibung sowie 1979 Ariel Herrmann als Umrisszeichnung vor.³⁷ Sowohl Michaelis als auch Herrmann gingen dabei von einer einzigen Ansichtsseite auf die hintere rechte Seite des beißenden Knaben aus, da dessen Exomis dort besonders sorgfältig ausgearbeitete Falten aufweist. Aus der von Michaelis und Herrmann vorgeschlagenen Ansicht ist der Knöchel in der Hand des verlorenen Knaben erkennbar, nicht jedoch das Beißen, welches die wesentliche Handlung der Gruppe ausmacht. Die gut ausgearbeitete Seitenansicht könnte daher auch auf eine Mehransichtigkeit der Gruppe hinweisen, die für hellenistische Skulpturen des 3. und 2. Jh.s v. Chr. charakteristisch ist. Herrmann nahm in ihrer Rekonstruktion außerdem an, dass der verlorene Knabe den gebissenen Arm ursprünglich flacher angewinkelt hatte. Der erhaltene Ansatz des Unterarms und das Fehlen eines anderen Ansatzpunktes für den Arm an der Wange des beißenden Knaben sprechen aber eher dafür, dass der Arm korrekt ergänzt wurde.

Ziel des Projektes war es daher, einen neuen Rekonstruktionsvorschlag für die Gruppe zu erarbeiten und daran die These der Mehransichtigkeit zu überprüfen.³⁸ Dieser Rekonstruktionsvorschlag wurde digital umgesetzt, da ein solches 3D-Modell es ermöglicht, die Skulptur von allen Seiten zu betrachten und dabei weiterführende Fragestellungen nach ihrer Wirkung im Raum, nach Ansichtsseiten und Betrachterstandpunkten zu verfolgen (Abb. 1). Auf diese Weise konnten nicht nur ortsunabhängig und ohne Eingriff in die Originalsubstanz des Objekts, sondern vor allem auch relativ schnell verschiedene Rekonstruktionsvorschläge für die verlorene zweite Figur erprobt werden.

35 London, British Museum Inv. 1805,0703.7, https://www.britishmuseum.org/collection/object/G_1805-0703-7 (abgerufen am 30.08.2022).

36 Hom. Il. 23,86–88; Apoll. Rhod. 3,115–160.

37 Michaelis (1867); Herrmann (1979), 167 Abb. 1.

38 Das Projekt wurde vom Deutschen Archäologischen Institut, Abteilung Rom in Zusammenarbeit mit dem British Museum in London durchgeführt.

Als Grundlage für die digitale Rekonstruktion wurde fotogrammetrisch mittels *Image-based-modeling*-Verfahren (IbM) ein dreidimensionales Modell der erhaltenen Skulptur erstellt. Aus 205 DSLR-Einzelaufnahmen wurde ein hochdetailliertes, lokal referenziertes 3D-Modell mit Textur errechnet. Die Aufnahmen erfolgten im Depot des British Museums und damit unter suboptimalen Belichtungsverhältnissen, denen vor Ort nur bedingt entgegengewirkt werden konnte und die eine intensive Nachbearbeitung der Aufnahmen erforderlich machten. Für eine möglichst präzise und automatische maßstäbliche Skalierung des zu erstellenden Modells wurden Messlatten mit 12-bit-Detektionsmarkern in vordefinierten festen Abständen herangezogen. Die fotogrammetrische Prozessierung der Bilddaten wurde in unterschiedlichen offenen wie auch proprietären Anwendungen getestet, wobei *Capturing Reality* bei den gegebenen Voraussetzungen das Modell mit den geringsten Geometrieartefakten und damit dem kürzesten Nachbearbeitungsbedarf hervorbrachte.³⁹ Die durch das IbM-Verfahren zeitgleich erstellte Textur erlaubte die hochaufgelöste Wiedergabe der Oberfläche in ihrer Materialität und Farbe. Auf einer neuen Texturebene wurden mittels *texture painting* die historischen Ergänzungen farblich hervorgehoben.

Anhand dieses 3D-Modells wurde die fehlende zweite Figur in der Open-Source-3D-Verarbeitungssoftware *Blender* ergänzt.⁴⁰ Dafür wurde auf bereits vormodellierte Figuren als *statische basemeshes* zurückgegriffen, die mit einer *armature*, einem virtuellen Skelett, versehen wurden, welches es erlaubt, Bewegungen relativ naturgetreu nachzuvollziehen und die ergänzte Figur in beliebige Posen zu bringen. Auf diese Weise konnten schnell verschiedene Varianten ausprobiert und die Plausibilität der Haltungsmotive und der Wirkung im dreidimensionalen Raum überprüft werden. Eine Herausforderung bildete dabei die Gestaltung der Physiognomie der zweiten Figur, zumal die zum Teil stilistisch verkürzten oder verlängerten Körperproportionen des beißenden Knaben nur bedingt mit jener eines realen Menschen in Einklang zu bringen sind. Die rekonstruierte Figur wurde in derselben Größe und Proportion dargestellt, ansonsten aber relativ neutral und einfach gehalten, um nicht zu suggestiv zu wirken. Sie sollte zwar eindeutig als heranwachsender Knabe erkennbar sein, ansonsten aber nur so weit physiognomisch ausgearbeitet sein, dass beide Figuren miteinander in eine anatomisch wie visuell annähernd harmonisierende Interaktion gebracht werden konnten. Versuche mit einem stark vereinfachten Mannequin-artigen *low-poly-basemesh* wurden verworfen, da einerseits die Proportionen der Figur nicht passten, andererseits daran bestimmte Details wie die Kopfwendung aufgrund der fehlenden Gesichtszüge nicht auf den ersten Blick nachvollzogen werden konnten. Eine andere Figur stellte sich als zu wenig flexibel heraus, um die komplexen Bewegungsabläufe anatomisch korrekt wiederzugeben. In der Diskussion mit Kolleginnen und Kollegen hatte sich gezeigt, dass ein Modell, dessen Proportionen und Bewegungen anatomisch nicht passen oder das von der erhaltenen Figur zu stark abweicht, eher irritierend wirkt. Es musste daher ein Mittelweg zwischen einer nicht zu suggestiven und einer nicht zu unnatürlichen Figur gefunden werden. Die Wahl fiel schließlich auf eine ästhetisch ansprechendere, anthropomorphe Grundform, deren Oberfläche sekundär vereinfacht wurde. Muskulatur wurde nur angedeutet, auf die Wiedergabe von Bekleidung oder Geschlechtsteilen, die die Nacktheit des Knaben suggerieren würden, wurde bewusst verzichtet. Gesichtszüge und Haare wurden in vereinfachter Form angedeutet, allerdings ein neutraler Gesichtsausdruck gewählt. Zudem wurde die Figur farblich differenziert, um als Ergänzung unmittelbar erkennbar zu bleiben. Das finale digitale Modell der Gruppe weist daher drei Texturfärbungen auf, um die verschiedenen Unschärfegrade des Rekonstruktionsvorschlags kenntlich zu machen: Die antiken Originalpartien sind in der unveränder-

39 Getestet wurde die Open-Source-Software *Meshroom*, <https://alicevision.org/#meshroom> (abgerufen am 14.11.2022) sowie die proprietären Anwendungen *Capturing Reality*, <https://www.capturingreality.com/> (abgerufen am 17.11.2022) und *Agisoft Metashape*, <https://www.agisoft.com/> (abgerufen am 17.11.2022). *Capturing Reality* lieferte bei gleichbleibendem Foto-Datensatz die insgesamt akkuratesten Ergebnisse. Zu ähnlichen Erkenntnissen kommen auch in anderen Anwendungsfeldern intensiv durchgeführte und publizierte Tests, vgl. Aati et al. (2020).

40 *Blender* Project, <https://www.blender.org/> (abgerufen am 17.11.2022).

ten Textur des Marmors wiedergegeben, die historischen Marmorergänzungen sind in blau eingefärbt und die digital ergänzte zweite Figur in einem matten rot-braunen Ton gehalten (Abb. 11).

Das im digitalen Modell umgesetzte Haltungsmotiv des gebissenen Knaben basiert auf einem ikonografischen Survey des Bildmotivs der mit Astragalen spielenden Kinder sowie verwandter Darstellungen. Am häufigsten sind in Darstellungen des Knöchelspiels von der Klassik bis in die römische Kaiserzeit die Spielenden am Boden hockend wiedergegeben. Dieses beliebte Haltungsmotiv muss für die antiken Betrachterinnen und Betrachter unmittelbar mit dem Astragalenspiel verbunden gewesen sein, weshalb es im vorgelegten Modell – wie bereits in den Rekonstruktionsvorschlägen von Michaelis und Herrmann – mit dem am Boden sitzenden Beißenden kombiniert wurde.

Anders als in der Rekonstruktion von Herrmann versucht der Knabe jedoch bereits, sich loszureißen, und dreht sich weg. Daher ist auch sein rechter Arm im Schultergelenk verdreht, wie es bereits der Restaurator des 17. Jh.s umgesetzt hatte. Diese Armhaltung findet eine Parallele in einer kleinformatischen, streng einansichtigen Gruppe mit Repliken ehemals in Vienne und in Privatbesitz, die zwei männliche Kleinkinder wiedergibt, die sich um einen Vogel streiten.⁴¹ Der eine Knabe beißt den anderen, der den Vogel hält, in den Arm. In Anlehnung an diese Gruppe wurde der gebissene Knabe mit einer Hand voller Astragale rekonstruiert, die er an die Brust drückt. Diese Haltung ist auch bei zahlreichen Kinderstatuetten und Grabreliefs überliefert, die ein nacktes männliches Kleinkind mit einer Hand voller Knöchelchen wiedergeben.

Im Zuge des 3D-Rekonstruktionsprozesses der *Beißergruppe* ließen sich mögliche Ansichtsseiten und Betrachterperspektiven überprüfen. Dabei zeigte sich, dass der Astragal nicht nur aus der von Herrmann angenommenen Seitenansicht der Figur zu sehen ist, sondern auch, wenn man schräg von oben auf die Gruppe blickt (Abb. 11). Dies würde eine niedrige Aufstellung der Skulptur voraussetzen, wie sie auch für die *Trunkene Alte* vorgeschlagen wurde, die mit etwas über 90 cm Höhe fast lebensgroß ist. Als Hauptansichtsseite der *Beißergruppe* wäre dann am ehesten eine Perspektive schräg von oben anzunehmen. Aus dieser Perspektive sieht man beide Knaben gleichermaßen, ebenso wie den Astragal und das für die Bildaussage wichtige Motiv des Beißens, das in der Seitenansicht nicht unmittelbar erkennbar war.

Die digitale Rekonstruktion der Gruppe wird 2023 in einem Artikel in den Römischen Mitteilungen ausführlich vorgestellt.

Link zum Projekt: <https://www.gkr.uni-leipzig.de/historisches-seminar/institut/professuren/klassische-archaeologie/forschung> (abgerufen am 05.05.2023).

41 Espérandieu (1910), 414–415 Nr. 2632; Herrmann (1979), 168–169 Taf. 48, 1–2.

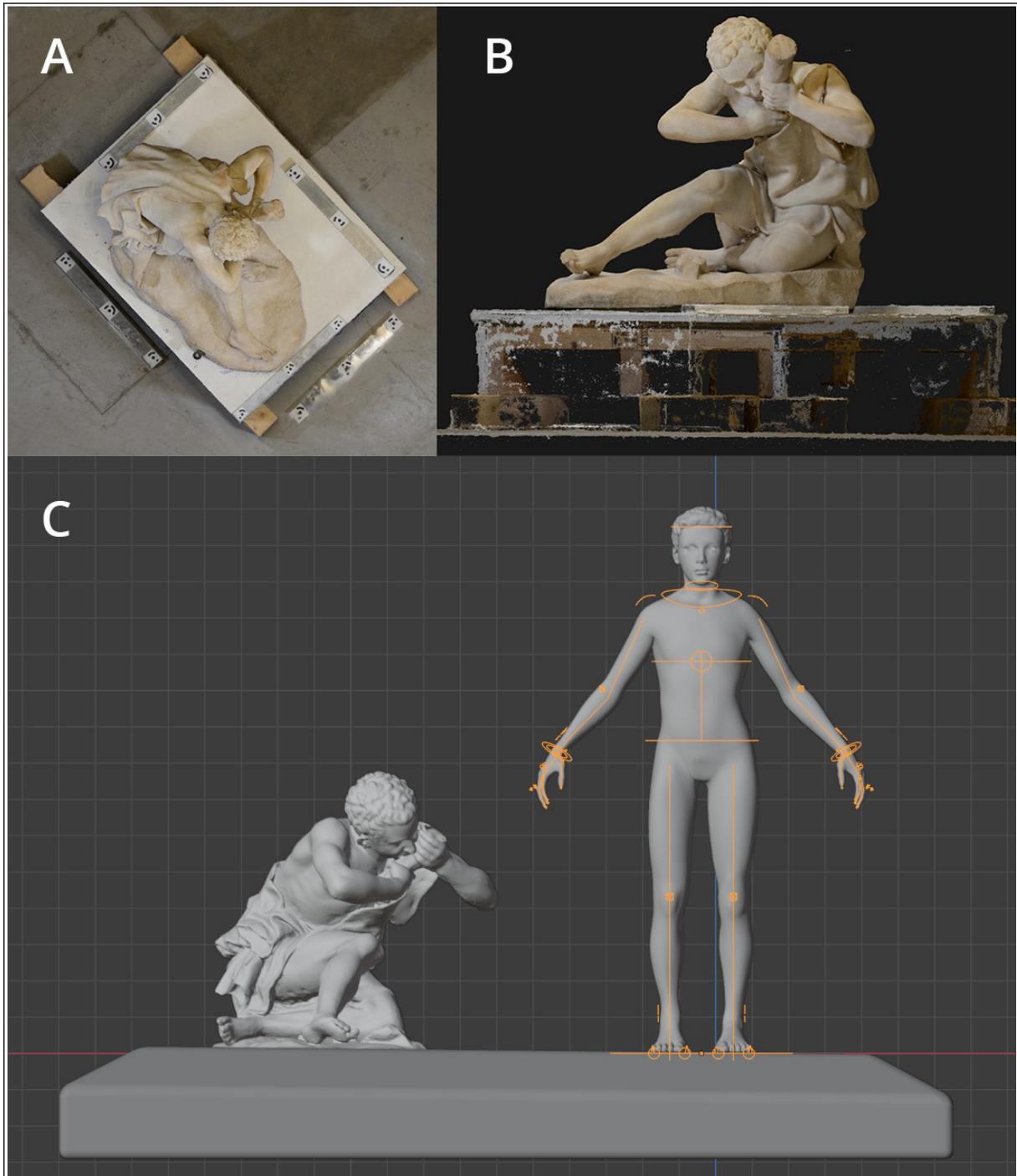


Abb. 1: Der Weg zum digitalen Modell als Grundlage für die Rekonstruktion: Ibm-Aufnahme-Setup im British Museum (A), maßstäbliche Punktwolke als Resultat der fotogrammetrischen Prozessierung in der Anwendung *Capturing Reality* (B) sowie *posing-setup* mit bearbeitetem Modell der erhaltenen Figur und *rigged basemesh* des ergänzten Knaben in der Software *Blender* (C).

Abstract 2: DFG-Projekt *Römische Grabdenkmäler des Treverergebietes im Kontext*

Dr. Ute Kelp, Prof. Dr. Anja Klöckner (beide Goethe-Universität Frankfurt)

Im Sommer 2022 begann ein Projekt zu den Grabdenkmälern des Treverergebiets, bei dem mit einem neuen ganzheitlichen Ansatz zur Rekonstruktion der Funerallandschaft erstmals sämtliche Formen von Grabmarkierungen des Treverergebietes zusammengestellt und über Gattungsgrenzen hinweg umfassend kontextualisiert werden sollen. Der Fokus liegt dabei auf den formalen, räumlichen, funktionalen und semiotischen Bezügen zwischen den Denkmälern und ihrem näheren und weiteren Umfeld.

Grabdenkmäler und -markierungen dienten über ihre eigentliche Funktion hinaus auch als Landmarken. Gerade (aber nicht nur) die monumentalen Grabdenkmäler waren häufig an exponierten Stellen positioniert und effektiv auf Fernansicht hin inszeniert. Sie prägten den Raum und gaben denjenigen Orientierung, die diesen Raum nutzten und durchquerten. Ein wichtiges Kennzeichen war dabei der Bezug zu Verkehrswegen, also zu Straßen und Flüssen. Im Verlauf der Annäherung wurden die Monumente und ihr Dekor in immer neuen Perspektiven wahrgenommen, wobei sich Inschrift, figürlicher und ornamentaler Schmuck gegenseitig ergänzten. Bestimmte visuell vermittelte Botschaften wurden auf diese Weise sowohl wiederholt als auch differenziert. Wir wollen die sich im Annäherungsprozess verändernden Wahrnehmungsmöglichkeiten und die landschaftsprägende und -strukturierende Funktion der Grabdenkmäler und -markierungen für das Treverergebiet unter Einbeziehung von Sichtfeldanalysen untersuchen.

Für eine systematische Analyse der gesamten Region wird eine interaktive Karte erstellt, mit deren Hilfe die Einbettung der Einzelmonumente in den Siedlungs- und Landschaftsraum sowie die Entwicklung der Funerallandschaft herausgearbeitet und für weitergehende Analysen genutzt werden. Wir zielen auf eine ‚dichte Beschreibung‘ für einen größeren Raum, der sich zudem noch durch besonderen Bild- und Formenreichtum auszeichnet. Die Architektur, Ornamentik und der Bildschmuck der Denkmäler sollen hinsichtlich Varianzstrategien und -dynamiken analysiert werden. Über die lokale und regionale Kontextualisierung hinaus sollen die Grabdenkmäler diesbezüglich auch in einen überregionalen Bezugsrahmen gesetzt werden.

Eine detaillierte Ortsstudie der keltisch-römischen Nekropole des Vicus Belginum/Wederath dient dazu, Layout und Struktur der Nekropole und der zugehörigen Siedlungskammer mit Blick auf die unmittelbare funktionale Einbindung der Grabdenkmäler und -markierungen konkret zu untersuchen. Darüber hinaus soll die Nutzung der Nekropole im Zusammenhang mit der Entwicklung der kaiserzeitlichen Erinnerungskultur in ihrer räumlichen und rituellen Dimension analysiert werden.

Als Ausgangsbasis dienen die in zwei Vorgängerprojekten⁴² bereits wissenschaftlich aufbereiteten Daten zu den monumentalen kaiserzeitlichen Grabdenkmälern in Trier und seinem Umland, die in der Datenbank iDAObjects/Arachne erfasst sind, sowie Methodiken der Visualisierung und kartografische Grundlagen aus den Projekten *ARGO (Antike Realität mobil erleben)* und *AKuT (Antikes Kulturerbe Trier)*⁴³.

Obwohl schon im 19. Jahrhundert Farbspuren beobachtet und zum Teil akribisch zeichnerisch wiedergegeben wurden, liegen noch keine systematischen Untersuchungen vor. Die erhaltenen Farbreste lassen auf eine durchgängig farbige Fassung der Monumente schließen. Im Rahmen einer Pilotstudie sollen daher die technischen Möglichkeiten zur Bestimmung der Farbmaterialien und -töne ausgelotet werden.

42 Das sind zum einen das DFG-geförderte Projekt *Römische Grabdenkmäler aus Augusta Treverorum im überregionalen Vergleich: mediale Strategien sozialer Repräsentation* und zum anderen das BMBF-Projekt *Grabdenkmäler aus Augusta Treverorum, digital vernetzt*.

43 <https://akut.uni-trier.de/> (abgerufen am 14.01.2023).

Durch die Vorgängerprojekte ist zudem eine frappierende Diskrepanz zwischen erreichtem Forschungsstand und moderner Rezeptionsgeschichte augenfällig geworden. Im Mittelpunkt stehen dabei die wirkmächtigen, aber fast vollständig undokumentierten Rekonstruktionen kaiserzeitlicher Grabdenkmäler im Rheinischen Landesmuseum in Trier, deren Entstehung in vielen Fällen erst durch unsere digitale Erschließung historischer Bild- und Archivquellen nachvollziehbar geworden sind.

Bei der Einrichtung der ‚Gräberstraße‘ des RLM Trier hat man Bildausschnitte verschiedener Denkmalseiten, ebenso wie Teile unterschiedlicher Grabdenkmäler, versatzstückhaft kombiniert, um unter Ausnutzung der Blickachsen ein pasticcioartiges Gesamtbild präsentieren zu können. Mittlerweile werden die problematischen und z.T. irreversiblen Rekonstruktionen häufig unhinterfragt als authentisch übernommen. Dementsprechend sollen digitale Visualisierungen etablierte Ansichtsseiten der Rekonstruktionen aufbrechen, den Blick für unsichere Ergänzungen schärfen und ggf. mögliche Alternativen eröffnen. Damit wollen wir zum einen den Blick von der modernen Überprägung weg auf das ursprüngliche Monument und seine Form zurückführen. Zum anderen wollen wir zeigen, dass die mediale Konzeption und Ästhetik der zeitgenössischen musealen Präsentation den antiken Bildabsichten und Darstellungsstrategien z.T. zuwiderlaufen.

Anschaulich zeigen lässt sich das an dem um 200 n. Chr. entstandenen *Großen Weinschiff* aus Neumagen, das zu den bekanntesten römischen Monumenten des Treverergebietes gehört. Bis weit in die Populärkultur hinein wird es als vermeintlich typisches Beispiel für die Grabdenkmäler des Moselraums rezipiert. Beispielhaft lassen sich hier einige Tendenzen erkennen, die für die moderne Rezeptionsästhetik in Bezug auf die treverischen Grabdenkmäler insgesamt gelten. So stand seit seiner Auffindung der Wunsch nach Vervollständigung fehlender Teile der Schiffsdarstellung im Vordergrund. Als Einzelmonument wahrgenommen, fand die Frage nach dem Aussehen des Gesamtmonuments deutlich weniger Aufmerksamkeit. Sowohl die populäre als auch die wissenschaftliche Rezeption wird von einer Haltung geleitet, die man am ehesten als kulturelle Aneignung beschreiben kann. Bei der digitalen Visualisierung erwiesen sich viele vermeintlich gesicherte Details als unhaltbar. Statt eines neuen visuellen Konstrukts soll daher zunächst der Blick für die weiter bestehenden Unsicherheiten geschärft, aber auch Raum für neue Ideen gelassen werden.

Link zum Projekt: https://www.uni-frankfurt.de/128552583/Trier_Grabdenkm%C3%A4ler_im_Kontext (abgerufen am 05.05.2023).

Abstract 3: Die Visualisierung der *Westkirche* von Assos

Dr. Jürgen Süß (Universität Heidelberg)

Die Visualisierung der *Westkirche* von Assos an der kleinasiatischen Ägäisküste ist Teil des Projekts *Die ‚Westkirche‘ von Assos. Nachuntersuchung und Publikationsvorbereitung der Architektur und Ausstattung* unter der Leitung von Prof. Dr. Stephan Westphalen vom Institut für Klassische Archäologie und Byzantinische Archäologie der Universität Heidelberg unter Beteiligung von Katinka Sewing. Das Projekt wird von der Gerda-Henkel-Stiftung gefördert.⁴⁴



Abb. 2: Luftbild der *Westkirche* von Assos.

Die *Westkirche* befindet sich im Südwesten der Stadt Assos und grenzt unmittelbar an die spätklassische Stadtmauer (Abb. 2). Es können zwei Bauphasen unterschieden werden. Die ältere Kirche aus dem 5. Jh. entspricht einer Säulenbasilika mit einem hohen Mittelschiff und zwei niedrigeren Seitenschiffen. Im Osten liegt eine Apsis, während sich im Westen eine Vorhalle über die gesamte Breite der Kirche (Narthex) sowie ein Vorhof befinden. Im 6. Jh. werden die Seitenschiffe durch Mauern vom Hauptschiff abgetrennt, so dass eine Saalkirche mit einem langen Nebenraum auf jeder Seite entsteht (*Basilica with Isolated Aisles*) (Abb. 3).⁴⁵

44 Unser Dank gilt Nurettin Arslan und Beate Böhlendorf-Arslan, den Grabungsleitern vor Ort.

45 Zur Typologie: Buchwald (2010).

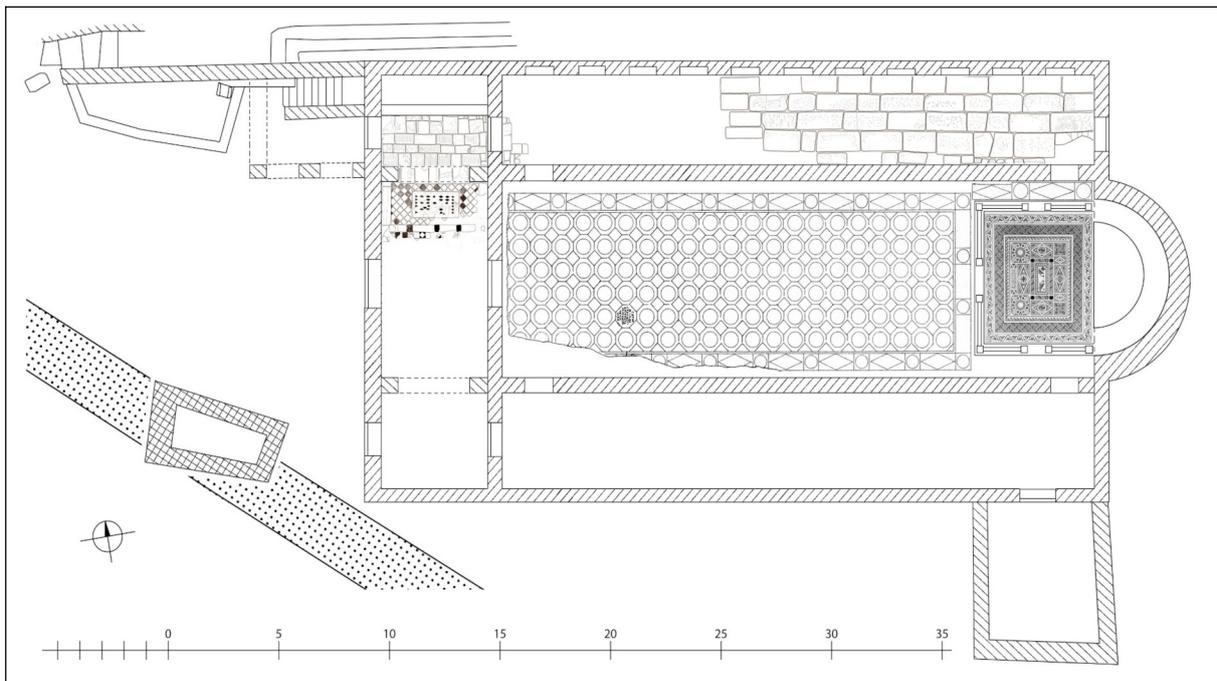


Abb. 3: Rekonstruierter Plan der Westkirche.

Die vielfältigen Möglichkeiten in der Erörterung von Urbanistik und Architektur durch digitale Rekonstruktionen führten dazu, trotz des Aufwandes eine dreidimensionale Nachbildung in die Forschungsarbeiten an der *Westkirche* miteinzubeziehen. Die Rekonstruktion mit Hilfe eines 3D-Programms erlaubt, Details durch den räumlichen Zusammenhang und durch Perspektivwechsel besser verstehen und diskutieren zu können. Fragen des Städtebaus und der Baukonstruktion lassen sich leichter veranschaulichen als ausschließlich durch zweidimensionale Zeichnungen. Das räumliche Modell ergänzt dadurch in sinnvoller Weise herkömmliche Grafiken. Die Visualisierung konzentriert sich auf die Saalkirche, die am besten erhalten ist.

Das Stadtgebiet von Assos ist geprägt von einem steil abfallenden Terrain und einer Vielzahl von Terrassen. Das digitale Geländemodell soll helfen, die Topografie und Infrastruktur bzw. die Verzahnung des Kirchenbaus mit den umliegenden Stadtvierteln besser zu begreifen und für Betrachtende anschaulicher zu präsentieren. Das Geländemodell basiert auf einem Plan der antiken und byzantinischen Stadt mit Höhenlinien, der um zusätzliche Nivellements im unmittelbaren Bereich der *Westkirche* ergänzt wird.⁴⁶

Zum besseren Verständnis des Baukomplexes wird die Kirche auf der Basis der Befunde, des Grundrisses und von Längs- und Querschnittzeichnungen mit Hilfe des 3D-Programms *Blender* digital rekonstruiert (Abb. 5).

⁴⁶ Topographische Karte von Assos 2016, Assos-Grabung ÇOMÜ, BTU Cottbus-Senftenberg.

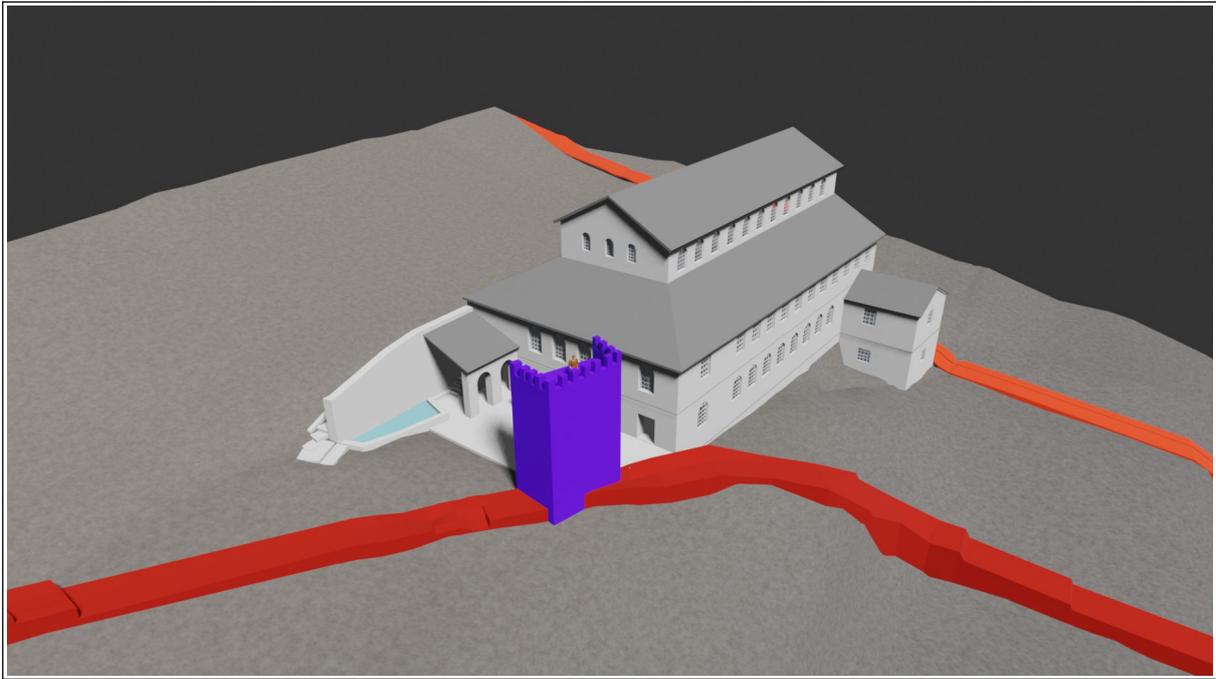


Abb. 4: Das halbfertige digitale Modell des Baukomplexes. Rot = spätclassische Stadtmauer, violett = frühbyzantinischer Wachtturm, orange = römische Straße.

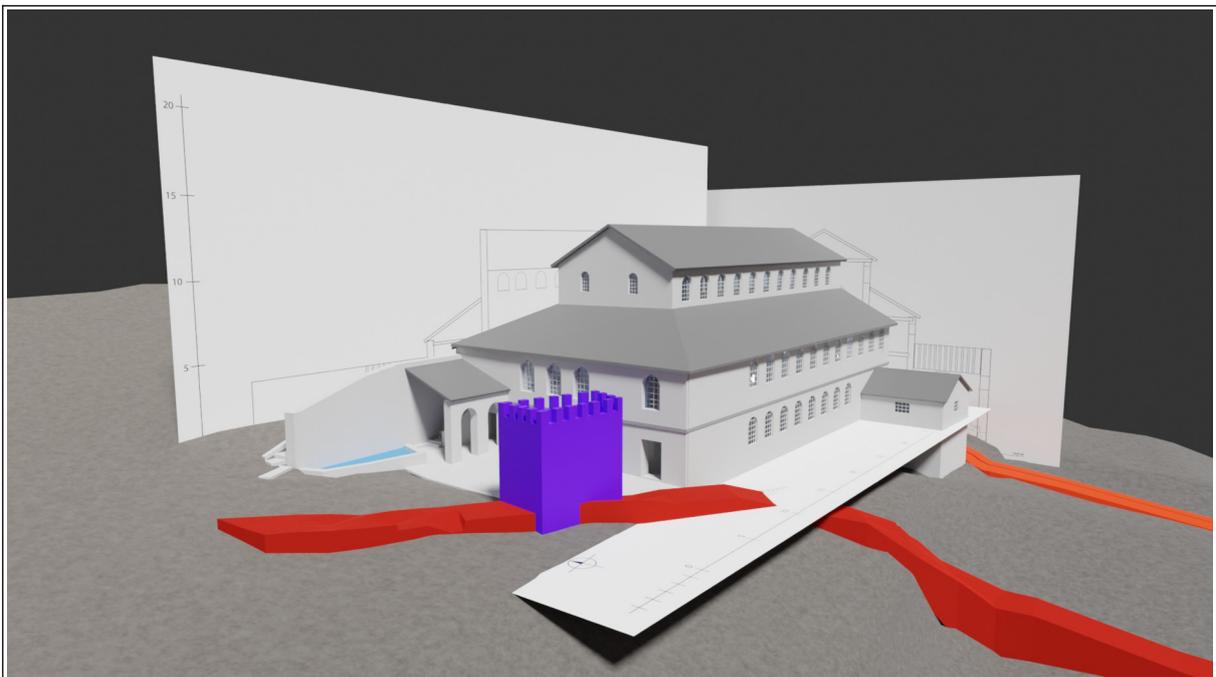


Abb. 5: Grundriss, Längs- und Querschnitt als Ausgang für das digitale Modell des Baukomplexes, das mit dem 3D-Programm *Blender* umgesetzt wurde.

Eine besondere Herausforderung bei der Rekonstruktion historischer Gebäude ist, wenn ein Großteil des Aufgehenden zerstört ist, die Ermittlung der ursprünglichen Höhe. Dies trifft auch auf die *Westkirche* zu. Über Indizien sowie Vergleiche mit anderen Bauwerken ähnlicher Ausprägung kann man sich der vertikalen Ausdehnung jedoch so weit annähern, dass eine fundierte modellhafte Nachbildung der gesamten Saalkirche möglich ist (Abb. 6).



Abb. 6: Modell des Innenraumes der Saalkirche mit Rekonstruktion der Höhe. Blick nach Osten.

Der große Gewinn bei der Rekonstruktion der Kirchenanlage von Assos mit einem 3D-Programm liegt nicht nur in einem anschaulichen Modell der Saalkirche, welches das Ergebnis des Forschungsprozesses ansprechend darzustellen vermag, sondern auch im gemeinsamen Arbeiten und Ausprobieren an der virtuellen Nachbildung selbst. Das Experimentieren mit verschiedenen Varianten sowie das unmittelbare Umsetzen von unterschiedlichen Proportionen und Bauformen im Team hilft beim Auswerten der Funde und Befunde sowie beim Erstellen von Rekonstruktionsvorschlägen zum ursprünglichen Aussehen des Baukomplexes.

Die angemessene Darstellung der Computerrekonstruktion ist ein weiterer wichtiger Aspekt der Arbeiten. Bei diesem Projekt, das ausgerichtet ist auf ein Fachpublikum, sind Druckgrafiken für die wissenschaftliche Publikation vorrangig. Die digitale Präsentation des Modells in Form einer Kameraanimation auf der Webseite des Heidelberger Instituts ist vorgesehen.

Was den Stil der Darstellung anbelangt, standen verschiedene Möglichkeiten zur Diskussion: abstrakt bzw. schematisch, d.h. auf das Wesentliche reduziert und vereinfacht, oder fotorealistisch, d.h. mit Materialcharakterisierung und Licht-Schatten-Inszenierung versehen. Für dieses Projekt erweist sich die schematische, die Kubatur betonende Umsetzung als besonders geeignet, weil sie eine gewisse Distanz zum digitalen Nachbau schafft, welche die Unfertigkeit der Rekonstruktion eher unterstreicht als verschleiert. Das virtuelle Modell wird vor allem als Hilfsmittel der Erkenntnisfindung und Darstellung von Rekonstruktionsvorschlägen verstanden. Entsprechend wird mit grauer Farbe gearbeitet, wohingegen andere Farben allenfalls sparsam eingesetzt werden. Texturen, d.h. die Charakterisierung der Materialien wie Stein oder Holz, spielen keine Rolle (Abb. 4–6).

Um den komplexen Weg der Rekonstruktion vom Befund bis zur Visualisierung und den Grad der Plausibilität der Nachbildung zu verdeutlichen, stand anfänglich im Raum, die Stufen der Wahrscheinlichkeiten (Unschärfe) in der modellhaften Nachbildung zu kennzeichnen. Auf diese Weise könnte der Forschungsstand eventuell transparenter gemacht werden als durch eine reine Ergebnisdarstellung.⁴⁷ Das Experimentieren mit Farbkennzeichnungen oder Schraffuren, wie sie etwa von zweidimensionalen architektonischen oder archäologischen Zeichnungen bekannt sind, haben sich am 3D-Modell indes als nicht überzeugend erwiesen, weshalb schließlich darauf verzichtet wurde. Die versuchsweise

47 Vgl. Süß / Gräf (2016); Gräf (2016).

Verwendung von Mustern und Farben zeigte, dass diese Art der Darstellung für Betrachtende mehr verwirrend als erhellend sein könnte.

Über den Erhaltungszustand und damit über den Ausgangspunkt der Rekonstruktion kann der Lesende der Publikation sich stattdessen ein Bild mit Hilfe von analogen Hand- und digitalen *AutoCAD*-Zeichnungen sowie Steinplänen und der Beschreibung im Text machen. Eine vollständige Erfassung aller Funde in einem digitalen Raummodell hätte den Rahmen des Projekts gesprengt, ohne vermutlich neue Erkenntnisse zu liefern.

Bei einer Klassifizierung von Plausibilitätsstufen drängt sich zudem die Frage auf, was als sicher bezeichnet werden kann und in welcher Weise. Wie grenzt man das ab, was *in situ* vorhanden ist, von dem, was zwar ausgegraben wurde, aber nur hypothetisch einem bestimmten Platz zugewiesen werden kann? Auch eine Indizienkette kann zu mehr oder weniger gesicherten Schlussfolgerungen in der Nachbildung führen, würde aber eine eigene Kategorie bilden und damit eine zusätzliche grafische Unterscheidung erfordern. Dabei ist man mit dem Problem konfrontiert, Betrachtende visuell nicht zu überfrachten bei gleichzeitigem Anspruch möglichst genauer Differenzierung der Entscheidungen, die zu einer Rekonstruktion geführt haben.

Die digitale 3D-Rekonstruktion ist ein integraler Bestandteil des Projekts zur Erforschung der *Westkirche* von Assos an der Universität Heidelberg. Fragen der Urbanistik und Architektur können durch die virtuelle Nachbildung leichter erörtert werden, wodurch sich ein besseres Verständnis des Baukomplexes erzielen lässt.

Neben der illustrativen Funktion, die eine Nachbildung in einer Publikation erfüllt, ist auch der Erkenntnisgewinn beim Diskutieren von Vorschlägen im Team unmittelbar am Modell hervorzuheben. Gerade dieser Schritt während der Vorbereitung der virtuellen Rekonstruktion stellt sich als großer Gewinn bei der Untersuchung der *Westkirche* heraus.

Link zum Projekt:

<https://www.uni-heidelberg.de/fakultaeten/philosophie/zaw/byz/forschungsprojekte/assos.html> (abgerufen am 05.05.2023).

Abstract 4: Die ARGO-App und die Sichtbarmachung archäologischer Bauwerke

Dr. Rosemarie Cordie (Universität Trier), Sascha D. Schmitz, M.A. (Goethe-Universität Frankfurt), Max Rensch (Universität Trier)⁴⁸

Noch bis vor wenigen Jahren erfolgte in der Archäologie die Sichtbarmachung archäologischer Befunde über Rekonstruktionszeichnungen oder über bauliche Rekonstruktionen. Doch seit einigen Jahren ist das wissenschaftliche Interesse archäologisch-historischer Disziplinen an digitalen Anwendungen und Visualisierungen gewachsen. Parallel dazu nimmt in einer breiten Öffentlichkeit das Interesse an der Archäologie zu und damit einhergehend auch der Wunsch nach konkreten Bildern.

Vor annähernd zehn Jahren entstand in der Klassischen Archäologie der Universität Trier die Idee, nicht mehr vorhandene Baudenkmäler dreidimensional zu rekonstruieren, sichtbar zu machen und in die heutige Landschaft einzubinden, also quasi eine Verschmelzung von 3D-Modell und Realität in Echtzeit zu erarbeiten. Dieses Ziel sollte mittels Augmented Reality (AR) erreicht werden. Am Ende sollte ein Informations- und Führungssystem entstehen, welches das archäologische Erbe der Großregion erlebbar macht.

Diese Idee wurde im transnationalen EU-LEADER-Projekt (2017–2020) *Antike Realität mobil erleben* in Luxemburg und Rheinland-Pfalz umgesetzt. Viele Akteure aus dem kommunalen und touristischen

⁴⁸ Der Vortrag basiert auf der Zusammenarbeit vieler Personen im EU-LEADER-Projekt *Antike Realität mobil erleben (ARmob)* von 2017–2020. Diese Zusammenarbeit findet ihren Niederschlag im aufgeführten Autorenkollektiv.

Bereich unterstützten das Projekt, Trägerin der Maßnahme war die Universität Trier. Das Projekt mit 110 Standorten in Rheinland-Pfalz und Luxemburg, mit neun Lokalen Aktionsgruppen (LAG) und mehr als 90 Kommunen wurde 2021 erfolgreich abgeschlossen.⁴⁹

Nicht die technischen Gegebenheiten stehen bei den folgenden Ausführungen im Vordergrund, sondern die visuelle Umsetzung zweier Objekte aus dem Projekt *ARGO* und die damit einhergehenden Herausforderungen. Beispielsweise die Fragen: Wie stelle ich etwas dar bei nicht sicherem Befund? Wie stelle ich nicht mehr vorhandene Inschriften dar? Wie mache ich verwitterte Mauerpartien sichtbar? Welche Aussage hat es, wenn ich in der Visualisierung etwas weglasse? Diese Frage betrifft nicht nur die Formen, sondern auch die Materialität.

Die 3D-Modellierungen der 110 Objekte basieren auf der Grundlage der Recherchearbeiten und stellen den jeweiligen aktuellen publizierten Forschungsstand dar. Einbezogen wurden Vermessungsergebnisse, oftmals ergänzt um digitale Geländemodelle. Darüber hinaus wurden Erkenntnisse laufender Forschungen berücksichtigt, für einige Objekte stellten uns die Bearbeiter und Bearbeiterinnen ihre noch nicht publizierten Ergebnisse zur Verfügung.

Anhand zweier konkreter Beispiele, dem römischen Grabdenkmal von Siesbach⁵⁰ im Hunsrück und den beiden Grabdenkmälern von Duppach⁵¹ in der Vulkaneifel werden exemplarisch Probleme und Herausforderungen einer Rekonstruktion aufgezeigt.

Diskussionsbedarf begleitete stets unsere Arbeit: Wie werden beispielsweise Unsicherheiten im Grabungsbefund dargestellt, wie Steinfragmente ergänzt oder in den Relieffeldern angeordnet? Wie realitätsnah kann eine Rekonstruktion erarbeitet werden?

Entscheidend für die Wirkung der Objekte sind die Texturen. Diese unterliegen nicht nur einer ästhetischen Entwicklung mit dem Ziel einer größeren Realitätsnähe, sondern sind auch technisch anspruchsvoll. Wie aufwändig werden Relief oder Ornamentik wiedergegeben? Werden Tiergruppen vollplastisch dargestellt oder wird mit einer illusionistischen Tiefenwirkung gearbeitet? Welche Farben werden gewählt, welche Parallelen herangezogen? Weiterhin ist die Berücksichtigung des Sonnenstands Thema, und damit der Schattenwurf, der dem realen Sonnenstand nicht widersprechen darf.

In der Visualisierung sind Verwitterungen, z.B. am Relief, zu berücksichtigen. Ebenso stellen sich Fragen hinsichtlich einer realitätsnahen Rekonstruktion: Ob man Details verschwinden lässt oder sie nur schemenhaft darstellt und auch die Darstellung von Zerstörung und Verfall als didaktisches Mittel einsetzt.

Das erste Beispiel, der römerzeitliche Grabhügel von Siesbach, datiert aufgrund dendrochronologischer Analysen ca. 167–174 n. Chr. Im Hügelinneren wurden vier Aschengruben dokumentiert; Hinweise auf eine Bestattung fehlen. Aufgrund der Publikationslage bot Siesbach eine sehr gute Basis für eine wissenschaftliche Rekonstruktion. Ein erster Rekonstruktionsversuch des Grabhügels, der 1978 veröffentlicht wurde, sah vor, an der Nordseite der quadratischen Umfassungsmauer einen Altar einzu beziehen.⁵² 2021 positionierte Ute Kelp die Architektur- und Skulpturenfragmente neu. Anstelle des Altars wird nun ein Grabdenkmal rekonstruiert, das in die quadratische Umfassungsmauer des Hügel integriert ist, mit einem Sockel und einer Profilkante, einer von Pilastern gerahmten Zone mit Gesims, in der sich möglicherweise die Inschrift befunden hat, und einer darüber befindlichen, schmaleren Bildzone mit Schuppendachbekrönung (Abb. 13). Auf eine detailreiche Darstellung von Bauornamentik und Reliefs wurde aufgrund der größtenteils unsicheren Zuweisung der erhaltenen Architekturteile verzichtet. Details von Kapitellen und Mäanderfries sind rekonstruiert auf der Grundlage eines Frag-

49 Cordie et al. (2020).

50 Haffner (1978); Abegg (1989); Wigg (1990).

51 Henrich / Tabaczek (2002); Henrich (2010); Tabaczek (2009).

52 Haffner (1978), 199 mit Abb. 2; 202. Dazu ebenfalls Abegg (1989), 178f. mit Abb. 3.

ments. Gleichfalls wurde die aufgrund nur weniger erhaltener Buchstaben nicht zu rekonstruierende Inschrift nur angedeutet dargestellt, sie ist aber nicht lesbar (Abb. 10).

Der Eindruck entsteht, dass die Modellierung einen Zustand wiedergibt, der die Auflösungen und Verwitterungsspuren des Steins zeigt. Auf eine Farbgebung des Grabdenkmals wurde verzichtet, auch weil es keinerlei Hinweise gibt. Dennoch entsteht der Gesamteindruck eines mächtigen Grabhügels mit hohem, in die Umfassungsmauer integriertem Grabdenkmal.

Das zweite Beispiel sind die beiden Grabmonumente von Duppach in der Vulkaneifel. Aufgrund stilistischer Merkmale und eines Münzfundes datiert *Grabdenkmal A* in die antoninische Zeit (138–192 n. Chr.), *Grabdenkmal B* datiert jünger in die severische Zeit (Ende 2. Jh./Beginn 3. Jh.)⁵³. Zwar ist der Publikationsstand nicht so umfassend wie für Siesbach, die Rekonstruktionszeichnungen, die uns dankenswerter Weise Frau Marianne Tabaczek zur Verfügung stellte, sind in der Rekonstruktionsvorlage deutlich ergänzender als in Siesbach.⁵⁴

Der Rekonstruktionsversuch der Grabdenkmäler von Duppach ist quasi ein Gegenentwurf zu Siesbach (Abb. 7): eine ausgeprägtere Rekonstruktion, die Bildfeldzonen sind thematisch stärker ausgefüllt, eine komplette Farbgebung, die sich an den Farbresten auf verschiedenen Grabdenkmälern wie der Igeler Säule und den Neumagener Grabdenkmälern orientierte, eine plastische Wiedergabe der Löwe-Eber-Gruppe, die rundplastisch ausgearbeiteten Greifen waren wahrscheinlich auf dem Gesims neben dem Dachaufbau angebracht.



Abb. 7: Duppach-Weiermühle, Rekonstruktion der Pfeilergrabmäler A und B.

Links zum Projekt: <https://argo-ar.de/>;
<https://www.uni-trier.de/universitaet/fachbereiche-faecher/fachbereich-iii/faecher/klassische-archaeologie/argo> (abgerufen am 05.05.2023).

53 Henrich / Tabaczek (2002); Henrich (2010).

54 Tabaczek (2009), 54 Abb. 7.

Gruppeninterview zur Sektion *3D-Modellierung und digitale Rekonstruktion*

Sprecherinnen und Sprecher:

Elisabeth Günther (Universität Heidelberg), Moderation

Rosemarie Cordie (Universität Trier)

Ute Kelp (Goethe-Universität Frankfurt)

Anja Klöckner (Goethe-Universität Frankfurt)

Katharina Meinecke (Universität Leipzig)

Sascha Schmitz (Goethe-Universität Frankfurt)

Jürgen Süß (Universität Heidelberg)

Elisabeth Günther:

Ich möchte mich herzlich bedanken, dass Sie und Ihr an diesem Gespräch teilnehmt, und mit der ersten Frage beginnen, die sich auch im Rahmen des Workshops *NEUES SEHEN. Aktuelle Ansätze der Digitalen Archäologie in der Objekt- und Bildwissenschaft* herauskristallisiert hat: Welches Potenzial bieten virtuelle 3D-Modelle für die Erforschung von Objekten, Bauwerken, architektonischen Kontexten usw.?

Katharina Meinecke:

In unserem Projekt (Abstract Nr. 1) ging es darum, eine Skulpturengruppe (die *Beißergruppe* im British Museum), die aus zwei Figuren besteht, von denen aber nur eine erhalten ist, zu rekonstruieren. Dafür haben wir Potenzial in den 3D-Modellen gesehen, weil diese die Möglichkeit boten, die Skulptur von allen Seiten zu betrachten und damit auch weitergehende Fragestellungen – z.B. nach Ansichtsseiten und Betrachterstandpunkten – zu untersuchen. Zudem ließ sich auf diese Weise die Plausibilität der Rekonstruktion leichter überprüfen, da man sie von unterschiedlichen Seiten her betrachten konnte, was, wenn man eine Zeichnung anfertigt, eher eingeschränkt ist. Man konnte am Modell auch sehr gut kleinere Nuancen oder Verschiebungen ausprobieren, um zu sehen, von wo aus man vielleicht einen besseren Einblick in das Geschehen der Gruppe hat oder von wo aus sich eine überzeugendere Ansicht ergab. Im Laufe der Arbeit hat sich dann außerdem als vorteilhaft herausgestellt, dass wir durch die Verwendung eines virtuellen Modells in relativ kurzer Zeit verschiedene Rekonstruktionsvarianten ausprobieren konnten. Es war also weniger langwierig als eine zusätzliche Zeichnung anzufertigen oder, wie man es früher gemacht hat, am Gips zu modellieren.

Am Anfang wollten wir lediglich eine dreidimensionale Rekonstruktion erstellen. Mein Kollege Alarich Langendorf (Archaeo Perspectives GesbR, Wien), der das Modell technisch umgesetzt hat, hat dann dafür eine Methode entwickelt, die noch einmal ganz andere Möglichkeiten eröffnet hat, die wir zuerst so tatsächlich nicht gesehen hatten. Er hat nämlich mit vormodellierten Figuren gearbeitet, die man flexibel bewegen kann. Man kann dann gemeinsam am Bildschirm die Figur verschieben und auf diese Weise direkt sehen, was anatomisch und in Hinblick auf antike Darstellungskonventionen passt und gut aussieht. Das war dann ein ganz anderer Prozess, als wenn man z.B. mit einer Zeichnung arbeiten würde.

Elisabeth Günther:

Da würde ich auf jeden Fall auch einen Mehrwert sehen. Das Ausprobieren, das Kreativsein war ja auch ein Thema bei einem weiteren Vortrag im Rahmen des Workshops, nämlich *Zeitgenössische Pa-*

radigmen in den Rekonstruktionen kaiserzeitlicher Grabdenkmäler aus Trier von Anja Klöckner und Ute Kelp.

Anja Klöckner:

Wir haben in unserem Vortrag (Abstract Nr. 2) das *Große Weinschiff* aus Neumagen als ein Fallbeispiel genommen. In dem Projekt als Ganzem geht es um die Kontextualisierung von kaiserzeitlichen Grabdenkmälern im Raum: Wir wollen eine Sepulkrallandschaft unter Einbezug der Denkmäler rekonstruieren.⁵⁵ Das heißt, wir müssen zum einen großflächig geografisch modellieren und zum anderen auch 3D-Modelle von Objekten und von Monumenten erstellen. Das sind bislang vor allem großformatige, zum Teil stark fragmentierte bzw. ergänzte Grabdenkmäler aus Trier und Umgebung, wie z.B. das Neumagener *Weinschiff* (Abb. 8). Wir sind sehr optimistisch an die Sache herangegangen und hatten uns das am Anfang recht einfach vorgestellt: Man rekonstruiert erst einmal und dann kann man mit dem Modell ein bisschen spielen. Aber es zeigte sich sehr schnell, dass der Teufel häufig im Detail steckt. Am Beispiel des *Weinschiffs* haben wir versucht zu zeigen, wie man komplexe Rekonstruktionsprozesse verdeutlichen und im 3D-Modell sowohl historische als auch zeitgenössische Ergänzungen sichtbar und darstellbar machen kann.



Abb. 8: Trier, Rheinisches Landesmuseum. 3D-Scan der Rekonstruktion des *Großen Weinschiffs* aus Neumagen. Ergänzt ist der Kopf der Person im Bug; rot markiert sind unklare Teile der Rekonstruktion. (3D-Scan: i3 Mainz, Laura Raddatz).

Ute Kelp:

Wie sehr das *Weinschiff* ein Paradebeispiel für die Wirkmacht historischer Rekonstruktionen ist, lässt sich an unserem Vorgehen illustrieren. Wir hatten ein konkretes Modell, das wir eigentlich ‚nur‘ in ein 3D-Modell umsetzen und dann weiterverarbeiten wollten, in dem Sinne, wie Anja Klöckner es gerade erläutert hat. Dabei haben wir Widersprüche festgestellt, weil wir versucht haben, das Modell mit Originalteilen, die nicht in die museale Präsentation integriert waren, zu überprüfen. Wir hatten zunächst einfach nur die Absicht, die bestehende Rekonstruktion fundiert zu dokumentieren, und haben festgestellt, dass das Gegenteil notwendig ist. Also führte eigentlich die Rekonstruktion zur Dekonstruktion

55 https://www.uni-frankfurt.de/128552583/Trier_Grabdenkmäler_im_Kontext (abgerufen am 14.04.2023). Siehe hierzu auch die Einleitung dieses Beitrags.

und damit zum aktuellen Forschungsstand – das hat uns selbst total überrascht. Daher ist die digitale Rekonstruktion, denke ich, ein wichtiges Hilfsmittel, das auch zukünftig für die Überprüfung historischer Rekonstruktionen großes Potenzial bietet.

Anja Klöckner:

Wobei, wenn ich da gerade ergänzen darf, dieses Dekonstruieren durch Rekonstruieren natürlich etwas ist, was prinzipiell auch mit konventionellen Methoden erreicht werden kann. Also wenn man, wie Katharina Meinecke es eben angesprochen hat, mit Gipsabgüssen hantiert oder mit Fotomontagen, da kann dieser Effekt ja auch auftreten. Aber worauf wir mit unserem Beitrag fokussieren wollten, ist das Problem, diesen Erkenntnisfortschritt für den Betrachter auch digital visualisierbar und nachvollziehbar zu machen. Innerhalb des digitalen Raumes zu dokumentieren und zu veranschaulichen, hat eben doch viel mehr Differenzierungsarbeit erfordert, als uns das vorher klar gewesen ist.

Jürgen Süß:

Hier möchte ich direkt anschließen. Zunächst war es sehr interessant, dass wir nach dem Workshop *NEUES SEHEN* für die 3D-Visualisierung der *Westkirche* im Rahmen des Projekts *Die ‚Westkirche‘ von Assos. Nachuntersuchung und Publikationsvorbereitung der Architektur und Ausstattung* (Abstract Nr. 3) noch einmal diskutiert haben, wie wir die 3D-Modelle genau einsetzen, auch gerade hinsichtlich der Unschärfedarstellung. Es hat sich nun herauskristallisiert, dass wir die Modelle vorrangig nicht einsetzen, um am Schluss fotorealistische Ergebnisse vorzustellen, sondern um damit arbeiten und diskutieren zu können. Das von mir erarbeitete Modell haben wir gerade in den letzten Tagen noch einmal genau analysiert, um die Kampagne in Assos, die nächste Woche beginnt, vorzubereiten und anhand des Modells zu schauen, wo beispielsweise noch Nivellements fehlen und wo man noch etwas ergänzen muss.

Und der zweite Punkt: Sehr interessant an dem Modell ist, dass man verschiedene Perspektiven einnehmen kann. Wir sind dabei auf Gebäudepartien und Details gestoßen, bei denen es sich lohnt, vor Ort noch einmal das Gelände genauer zu sondieren, weil es vielleicht durch späteren Schutt oder durch Bewuchs usw. verunklärt ist. Interessant ist ebenso, mithilfe des Modells Stück für Stück architektonische und urbanistische Details weiter erörtern zu können. Das 3D-Modell (Abb. 9) dient hier also als Hilfsmittel der Arbeit, auch zur Vorbereitung der Kampagne und als Raum-Modell. Man kann bestimmte Perspektiven einnehmen, die man normalerweise mithilfe von Zeichnungen (2D-Darstellungen) nicht so im Fokus hat, so dass man dann vor Ort in der wahrscheinlich letzten Kampagne zu einer Korrektur oder zu einer Präzision kommen kann.



Abb. 9: Modell der Westkirche von Assos.

Ute Kelp:

Vielleicht ganz kurz noch in Ergänzung zu den beiden Kommentaren von Jürgen Süß und Anja Klöckner: Es geht ja auch immer ein bisschen darum, was man auch ohne das Modell hätte erreichen können. Was bringt das Modell an Zusatzinformation? Beide Beispiele zeigen sehr schön, dass vieles auch ohne ein digitales Modell gehen würde. Aber zum einen bieten sich digitale Modelle bei irreversiblen historischen Rekonstruktionen an. Zum anderen möchte ich Jürgen Süß zustimmen: Digitale Modelle sind auch das Medium unserer Zeit, in dem Erkenntnisse zusammengeführt werden. Dadurch werden Widersprüche oder Lücken augenfällig, die früher vielleicht anhand eines gezeichneten Plans o.ä. aufgefallen wären. Eine analoge 3D-Modellierung erfolgte aber seltener als heute mit den digitalen Möglichkeiten. Die digitale 3D-Modellierung und die 2D-Dokumentation ergänzen sich daher heute viel stärker.

Rosemarie Cordie:

Wir hatten in unserem Vortrag (*Die ARGO-App und die Sichtbarmachung archäologischer Bauwerke*, Abstract Nr. 4) zwei Beispiele angeführt: den Grabhügel von Siesbach und die Grabdenkmale von Duppach. Bei Siesbach ging es vor allen Dingen um die Rekonstruktion, bzw. hatte Ute Kelp hier zunächst das Unbehagen, dass irgendwas nicht stimmig ist. Es gab zwar eine Rekonstruktion von 1990 von Angelika Abegg-Wigg, es waren aber noch viele Steinfragmente übrig, die man irgendwo auch zuordnen musste oder zu einem schlüssigen Ergebnis kommen sollte, wo diese vielleicht zu verorten sind. Und das ist, wie gesagt, mit einem 3D-Modell, wo man ja Stücke einfügen kann, auch wieder wegnehmen kann, ganz gut gelungen. Auch bei der 3D-Modellierung kann man bei der Simulation Elemente, von denen man dann doch nicht genau weiß, wo sie anzubringen sind und man dementsprechend auch nicht zu einem Ergebnis kommt, mit Unschärfen darstellen. Wie z.B. ein Inschriftenfeld, das zum Grabaufbau gehören muss, dessen Inschrifttext aber nicht bekannt ist, usw. (Abb. 10). Also insofern denke ich, dass 3D-Modelle ein ganz, ganz großes Potenzial bieten, weil man damit erst einmal experimentieren kann, etwas einfügen kann, aber auch vielleicht zu ganz neuen Ergebnissen kommt, weil man nicht mehr in der Bahn denkt, die zuvor schon immer beschritten wurde.



Abb. 10: Siesbach, Grabdenkmal, Vorderseite mit nicht lesbarem Inschriftenfeld (Arbeitsstand).

Anja Klöckner:

Ich möchte aufbauen auf dem, was Jürgen Süß gesagt hat, bezüglich der Entwicklung in ihrem Projekt, zu der Frage: Fotorealismus oder nicht? Das waren natürlich auch Fragen, mit denen wir uns beschäftigt haben. Nämlich der Frage: Wie weit müssen wir in der Wiedergabe oder in der Angleichung des Modells an den tatsächlichen Zustand oder an tatsächliche historische Zustände gehen? Was uns bei den konzeptionellen Überlegungen sehr geholfen hat, waren die Ansätze von Dominik Lengyel,⁵⁶ der 3D-Modelle als digitale Vermittlungsobjekte begreift. Wenn man diesen Schritt geht und sagt, dass man mit einem Modell in aller erster Linie vermitteln möchte, dass es also nicht um eine Wiedergabe eines Objektes im digitalen Raum geht, das als dokumentarisches Objekt einen eigenständigen Wert hat, sondern dass man damit vermitteln möchte, also wenn man es als Medium begreift, dann, denken wir, kommt man einen wesentlichen Schritt weiter. Man kann sich viel bewusster machen, was wir mit solchen Objekten eigentlich erzielen können, was wir erzielen möchten, und wie man die Betrachterinnen und Betrachter, die Rezipientinnen und Rezipienten solcher 3D-Modelle einbinden kann. Denn auch darüber hat man auf der Tagung immer wieder gesprochen, nämlich über die Gefahr, dass solche 3D-Modelle eine eigene Realität bzw. Wirkmacht entwickeln. Das Konzept von Lengyel war vom Gedankenansatz her für uns sehr bereichernd. In der konkreten Umsetzung ist es dann jedoch bei unserem Material schwierig, denn er möchte durch seine 3D-Inszenierungen den zugrundeliegenden Entwicklungsgedanken visualisieren. Das funktioniert bei einer Architektur, vor allem bei einem Architekturprospekt, gut. Wenn es um einzelne Monumente geht, ist das natürlich schwierig. Insofern konnten wir das nur bedingt übernehmen, aber vom Ansatz her fanden wir es sehr fruchtbar.

⁵⁶ Für einen Überblick zu den Ansätzen von Dominik Lengyel (mit weiterer Literatur) siehe https://www-docs.b-tu.de/fg-architektur-und-visualisierung/public/Raumwissen_17_2016-Lengyel.pdf (abgerufen am 14.04.2023).

Ute Kelp:

Im Anschluss an Rosemarie Cordie möchte ich sagen: Dieses von ihr angesprochene Unbehagen bei der 3D-Visualisierung war nicht zuletzt die Initialzündung, sich mit der bestehenden Rekonstruktion des Grabdenkmals von Siesbach intensiver zu beschäftigen. Auch bei dem neu entstandenen 3D-Modell bleibt das Unbehagen bestehen. Zumal das Modell ein Zwischenstadium in einem fortschreitenden Rekonstruktionsprozess beschreibt. Daher dient dieses Modell zwar auf der einen Seite im Sinne von Dominik Lengyel als Vermittlungsmedium, auf der anderen Seite aber durchaus auch als wissenschaftliches Instrument der Weiterentwicklung einer Rekonstruktion. Das war auch einer der Punkte unserer Tagung: Ein sehr großes Desiderat stellen digitale Instrumente dar, die hinsichtlich der IT-Anforderungen niedrigschwellig zugänglich sind, um sie effizient für wissenschaftliche Rekonstruktionen einzusetzen.

Jürgen Süß:

Was ich sagen möchte, passt zu diesem Aspekt. Bei unserem Projekt *Die ‚Westkirche‘ von Assos. Nachuntersuchung und Publikationsvorbereitung der Architektur und Ausstattung* geht es vorrangig darum, mithilfe des 3D-Modells Strukturen herauszuarbeiten. Wir wollen nicht die Wirklichkeit wiederholen oder die technischen Möglichkeiten für Textur etc. ausspielen, sondern es geht darum, dass wir dadurch wesentliche Teile der Architektur und der Raumdisposition besser erörtern können und dass das Ganze zum Verständnis des Baukomplexes beiträgt. Und wir haben sehr wohl vor, alternative Modelle zu verwenden. Wenn wir das Gefühl haben, es gibt zwei gleichrangige Lösungsansätze, können wir diese beiden umsetzen und nebeneinanderstellen und dadurch vielleicht auch die Diskussion weiter befeuern. Wir setzen das Modell als Hilfsmittel ein. Und was noch dazu kommt, was man vielleicht hier noch etwas herausarbeiten kann, ist, dass man – wie beispielsweise im Assos-Projekt – zusammen im Team am virtuellen Modell arbeiten kann. Man kann sich in diesem Modell drehen, man kann wunderbar diskutieren. Gerade wenn es um Raum, um 3D, geht, dann hilft das sehr, weil man sich an verschiedene Positionen begeben kann: Mal von oben nach unten blicken, mal Seitenschiff, Mittelschiff, Empore, Zugänge etc. ansehen, und man stößt auf diese Weise auf ganz neue Winkel des Gebäudes, die man vorher gar nicht so im Blick hatte, weil man nach den herkömmlichen Methoden erst einmal gewohnt ist, Grundrisse und Profile zu analysieren.

Dieses Spiel mit dem Raum ist sehr interessant und wichtig. Ein 3D-Modell hilft gerade als Arbeitsinstrument, also nicht nur zum Dokumentieren und am Schluss für eine grandiose Abschlussgrafik in einer Publikation, enorm.

Anja Klöckner:

Darauf direkt Bezug nehmend: Dieses Arbeiten im Raum, das fängt bei uns im Projekt erst im Herbst an und es wird auch bei uns einen ganz großen Stellenwert einnehmen, weil wir u.a. mit Sichtfeldanalysen arbeiten wollen. Und da stellt sich Ute Kelp, Sascha Schmitz und mir natürlich immer wieder die Frage, wie man, wenn man ein Raummodell hat und dort z.B. über eine interaktive Karte einzelne Monumente aufrufen will, mit kategorialen Unschärfen arbeitet. Denn man hat bei einem solchen Raummodell zum Teil Monumente, von denen man nur weiß, dass sie existierten, aber man hat überhaupt keine Vorstellung, wie diese Monumente aussahen. Hier geht es also um komplette Unschärfe. Dann hat man Monumente, von denen man weiß, das wird ein Pfeilerdenkmal gewesen sein, aber wie der Pfeiler aussah, ist unklar. Hier geht es demnach um eine partielle bzw. große partielle Unschärfe. Und dann hat man Monumente, von denen man einzelne Blöcke kennt; da geht es um eine teilpartielle Unschärfe. Es gibt also verschiedene Grade von Unschärfe, die man visualisieren muss. Da wird es sicher Lösungen geben und ich bin sehr gespannt, was wir dabei lernen werden. Das sind einige der Fragen, mit denen wir uns beschäftigen.

Und dann noch mal beziehend auf das, was Jürgen Süß sagte, mit den zwei gleichrangigen Varianten, die man gegenüberstellen kann, wenn es um die Rekonstruktion von Architektur geht oder

eben auch von Denkmälern. Ein Problem, mit dem wir es immer wieder zu tun haben, gerade auch beim Neumagener *Weinschiff*, ist die Frage, wie man nicht nur zwei Varianten gegenüberstellen kann, sondern wie man Unschärfebereiche visualisieren kann. Wenn wir eben gerade keine zwei gleichrangigen Varianten haben, sondern wenn wir sagen möchten, dieses Modell, dieses Objekt, diese Architektur könnte so ausgesehen haben, sie könnte aber auch anders ausgesehen haben. Und dazwischen gibt es eine unendliche Fülle an Varianzen. Und diese kleinschrittig in x verschiedenen Modellen nebeneinanderzustellen, die man natürlich entwickeln kann, wäre sowohl zu aufwendig als auch nicht sonderlich erkenntnisfördernd. Wie schafft man es also, nicht nur Variante A/B/C zu visualisieren, sondern Bereiche von Unschärfe?

Sascha Schmitz:

Ich finde es ganz toll, dass wir hier sehen, wie viele Möglichkeiten es gibt, 3D-Modelle auch als Analyse-Tools zu verwenden. Und ich möchte nochmal betonen, dass es sehr darauf ankommt, welche Fragestellungen man hat, was man eigentlich erreichen möchte und dass man dementsprechend auch die Mittel wählen muss. An dieser Stelle möchte ich auch noch mal für den Fotorealismus ein wenig eine Lanze brechen, der bisher ein bisschen abgetan wurde, als nur für touristische Zwecke geeignet, sozusagen. Zumindest klang das so ein bisschen durch. Aber ich kann mir durchaus Fragestellungen vorstellen, bei denen auch ein Fotorealismus oder die Möglichkeiten, die verschiedene Texturierungen bieten, durchaus relevant sein können, wenn es z.B. um die Beschaffenheit von Material geht, ob es eher matt oder glänzend ist. So etwas kann man dann simulieren, um einen Eindruck darzustellen. Das betrifft auch Farbigkeiten, z.B. an Grabdenkmälern auf gewisse Distanzen, und kann dann diesen visuellen Eindruck auf die Betrachter besser simulieren, wenn man in diese fotorealistische Richtung geht.

Jürgen Süß:

Das kann ich nur unterstreichen. Ich will auch keinen Gegensatz aufbauen. Fotorealismus hat natürlich seine Berechtigung und Qualitäten. Allerdings kann Fotorealismus auch verführerisch sein. Bei manchen Projekten sieht man zudem, dass die Technik im Vordergrund steht. Es wird gezeigt, was technisch möglich ist. Und was die inhaltlichen Fragen betrifft, ist es auf jeden Fall wichtig, dass eine ganz klare Fragestellung da ist, was man mit den eingesetzten Mitteln erreichen will. Und hier gehört sicher Fotorealismus dazu, aber auch verschiedene andere Darstellungsarten, wenn man z.B. an Licht in der Architektur denkt. Was man als Alternative zu Fotorealismus sehr gut einsetzen kann, das sind graue Modelle, d.h. Modelle ohne Farbe, ohne Textur, aufs Nötigste reduziert, vielleicht sogar auf die Grundformen beschränkt, um nicht zu viele Details einzubauen, so dass sich Strukturen besser herauspräparieren lassen. Wenn es hingegen etwa um die Darstellung von Details, wie z.B. Mosaiken, oder um die Vermittlung von dem, was wir machen, für die breite Öffentlichkeit geht, ist Realismus, in welcher Form auch immer, sinnvoll.

Katharina Meinecke:

Bei unserem Projekt hatte ich mir ursprünglich vorgestellt, dass wir die zu ergänzende Figur so abstrakt wie möglich halten würden, damit es keine Diskussion darüber gibt, ob unsere Rekonstruktion stilistisch einer hellenistischen Plastik entspricht. Ich hatte Sorge, es würde dann vor allem über das Aussehen der Figur diskutiert werden. Interessanterweise war es aber genau umgekehrt. Zum einen haben wir festgestellt, als wir mit einer abstrakteren, Mannequin-artigen Figur gearbeitet haben, dass man gar nicht alle Details erfassen konnte, die für die Fragestellung der Rekonstruktion wichtig waren. Z.B. konnte man die Kopfwendung gar nicht richtig nachvollziehen, weil die Schattenwürfe im Gesicht fehlten. Zum anderen habe ich festgestellt, dass, wenn die Figur abstrakter und weniger beweglich, also nicht so realistisch war, vor allem darüber diskutiert wurde, wie hässlich die Rekonstruktion aussah, und nicht über das Haltungsmotiv der Figur, auf das es uns eigentlich ankam.

Alarich Langendorf hat dann glücklicherweise einen Mittelweg gefunden und eine Figur gewählt, die ziemlich realistisch aussieht, aber dennoch so abstrakt wie möglich gehalten ist, da wir gar nichts über

ihr Aussehen, z.B. ihre Bekleidung und Muskulatur, wissen. So ist u.a. kein Geschlecht angegeben, damit man nicht meint, sie wäre nackt zu denken. Sie trägt keine Kleidung, und ihre Muskulatur ist möglichst zurückhaltend gestaltet. Darüber hinaus ist die Figur durch eine andere Farbigkeit vom Originalbestand der Skulptur abgehoben. Bei den originalen Teilen haben wir die Originaltextur wiedergegeben (das ist fotorealistisch, denn es handelt sich um eine fotogrammetrische Aufnahme der Originalskulptur). Wir haben dann versucht, wie es Anja Klöckner ja auch schon angesprochen hat, die historischen Ergänzungen in einer anderen Farbe hervorzuheben, sodass wir in dem Modell mit drei unterschiedlichen Farbigkeiten arbeiten (vgl. Abb. 11).



Abb. 11: Rekonstruktion der *Beißergruppe* im British Museum.

Sascha Schmitz:

Ich denke, das ist ein sehr gutes Beispiel dafür, dass man sich bewusstmachen muss, dass man auf jeden Fall immer einen Eindruck erweckt. Das ist, glaube ich, gerade im Bereich Vermittlung in die breite Öffentlichkeit auch wichtig, dass man dies nicht vermeiden kann, indem man das Modell abstrakter macht. Dann erweckt man nämlich auch einen Eindruck, aber einen ganz anderen, wie in diesem Fall gesehen. Und das erinnert mich an etwas, worüber wir, Ute Kelp und ich, einmal bei Siesbach gesprochen hatten. Es gab wahrscheinlich ein zweites Stockwerk des Grabdenkmals, wir wissen aber überhaupt nicht, wie es ausgesehen hat. Sollten wir es daher ganz weglassen? Das erweckt aber natürlich einen völlig falschen Eindruck. Auch wird der Betrachter, der nicht wissenschaftlich geschult ist, denken: Ach ja, das war so. Also wie löst man das dann?

Ute Kelp:

Ich kann das nur unterstreichen mit der Erinnerung an unser Gespräch, mein Unbehagen und mein Einlenken, als ich mich dann auf die sehr hypothetische Rekonstruktion eines zweiten Geschosses eingelassen habe.

Aber ich möchte auch einen anderen Punkt weiter ausführen: Bei der Archivrecherche zum *Großen Weinschiff* aus Neumagen haben Anja Klöckner und ich festgestellt, dass es kurz nach dessen Auffindung einen ganz starken Drang gab, dieses *Weinschiff* vollständig zu rekonstruieren. Nachdem es vollständig rekonstruiert worden war – und zwar zum Teil durch Kopieren eines erhaltenen Kopfes, der anstelle fehlender Köpfe aufgesetzt wurde (!) –, ließ sich ein starker Anstieg seiner Popularität beobachten. Als diese erste vollständige Rekonstruktion vorlag, das war vor dem Ersten Weltkrieg, erschien das Modell des *Weinschiffs* in öffentlichen und privaten Räumen, und zwar vom Dekorationsobjekt im Laden bis hin zum Ausstellungsstück im Rahmen der musealen Präsentation. Das ist ein Prozess, der sich bis heute fortsetzt und der auf die Wissenschaft zurückwirkt. Wie diese Modelle implizit in den wissenschaftlichen Diskurs eingreifen, macht das Objekt wiederum für uns interessant. Gerade die Tatsache, dass vieles eben nicht explizit gesagt wird. Und das ist auch ein sehr aufschlussreicher Prozess, mit dem wir uns beschäftigen.

Anja Klöckner:

Wie Ute Kelp schon sagt, diese Popularität setzt ein, als das Objekt vervollständigt ist und als es gleichzeitig auch wegen seiner Vervollständigung reproduziert wird. Und eben nicht nur in Bildmedien, sondern auch in Objekten. Popularität und Vervollständigung hängen also ganz extrem miteinander zusammen. Man stellt sich ein unvollständiges Objekt nicht als Deko auf das Blumenfenster. Es muss schon komplett sein.

Elisabeth Günther:

Die Verantwortung, die wir als Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für die Bilder tragen, die wir erschaffen, die wir in die Welt entlassen und die sich wiederum irgendwo einprägen, ist ein sehr wichtiger Punkt. Was ich mich in dieser Hinsicht gefragt habe, ist: Inwieweit reagieren wir – oder müssen wir reagieren – auf neue Sehgewohnheiten? Gerade durch die Präsenz von Videospiele, von verschiedenen Simulationen, die u.a. in Fernsehdokumentationen eingebunden werden, sind wir ja durchaus schon geprägt worden. Möglicherweise ist ein jüngeres Publikum wiederum an ganz andere Bilder und Formen von Realismus der Bilder gewöhnt. Und das würde mich interessieren. Hat das in euren Projekten eine Rolle gespielt oder war das vielleicht nicht so wichtig? Und in diesem Zusammenhang könnte man auch noch mal über die Frage der Standardisierung sprechen. Wie sinnvoll ist es, gewisse Absprachen zu treffen oder festzulegen, wie bestimmte Unschärfen, bestimmte Unschärfegrade im Modell dargestellt werden sollen? Oder ist es vielleicht gerade nicht sinnvoll? Muss man vielleicht gerade aufgrund der jeweils spezifischen Fragestellung eine ebenso spezifische Lösung finden?

Ute Kelp:

Da würde ich gerne auf etwas eingehen, was ich im Kontext der Tagung in Bezug auf die Frage der Standardisierung schon sagte, und zwar ganz konkret beim Vergleich von Katharina Meineckes und unserem Projekt. Auf der einen Seite bearbeitet Katharina eine Skulptur aus den Magazinen des British Museum, die nicht so populär ist, die durch eine neue Rekonstruktion auf andere Weise bekannt gemacht werden kann. Auf der anderen Seite bearbeiten wir mit dem *Großen Weinschiff* ein Monument, das sehr populär ist und von dem sich ein Bild verfestigt hat, das eigentlich genau in dieser Form nicht haltbar ist. Aufgrund unterschiedlicher Anforderungen sollten Standards gerade nicht universell definiert werden. Es mag Grundstandards in der Ausführung geben, aber in erster Linie sollten die Fragestellungen und Ziele eines Projekts sowie die bearbeiteten Objekte bestimmen, welche Form des 3D-Modells sich für welchen Zweck eignet. Als drittes Beispiel könnte man noch das Grabmonu-

ment von Siesbach anführen,⁵⁷ wo eine neue Rekonstruktion das bestehende Bild deutlich verändert. Das geht dann wieder in Richtung der hellenistischen Skulpturengruppe, wo durch die Rekonstruktion ein neues Bild entsteht. D.h. die Nutzung digitaler Methoden der Visualisierung sollte relativ zu den Anforderungen eines Objekts bzw. eines Projekts erfolgen.

Anja Klöckner:

Eine wieder nur ganz kurze Ergänzung zu den Sehgewohnheiten: Natürlich müssen wir uns an den zeitgenössischen Sehgewohnheiten orientieren. Wir haben ja gar keine andere Möglichkeit, wenn wir verstanden werden wollen. Aber was natürlich ein Problem mit sich bringt, ist der Umstand, dass sich die Sehgewohnheiten rasend schnell ändern, gerade beim jüngeren Publikum. Und die Sehgewohnheiten – da dürfen wir uns keine Illusionen machen –, die werden nicht durch wissenschaftliche Publikationen gesetzt, sondern die Sehgewohnheiten werden ganz stark z.B. durch Videospiele geformt, also durch *gaming*. Und da ändert sich das ja sehr, sehr schnell. Ein konkretes Beispiel: Wir haben vor acht Jahren ein *e-learning*-Angebot für Studierende entworfen. Acht Jahre, das ist nicht endlos lange her, und es ist auch viel Geld reingesteckt worden. Aber für die Studierenden, die das heute sehen, wirkt es komplett altmodisch. Die möchten das gar nicht mehr benutzen, weil es für sie geradezu vorsintflutlich wirkt. Und das heißt, man ist natürlich unter einem gewissen Anpassungsdruck in Bezug auf die jeweils geltenden Sehgewohnheiten.

Jürgen Süß:

Ich kann dem nur zustimmen. Egal welche Sehgewohnheiten vorhanden sind, wir müssen uns natürlich immer auch mit neuen Sehgewohnheiten und neuen Techniken befassen, und das ist auch spannend. Das Experimentieren ist ein interessanter Schritt, neue Möglichkeiten auszuloten.

Ich denke, egal für was man sich entscheidet, letztlich ist die Kommentierung wichtig. Wenn man z.B. eine Rekonstruktion macht, ist es wichtig, dass die Rekonstruktion auch irgendwo erklärt wird, und zwar nicht nur in zwei Sätzen, sondern dass man, egal wie man jetzt Unschärfen im Bild darstellt, erklärt, warum man sich für diese Variante entschieden hat: Etwa weil es diese oder jene Indizien gibt oder weil es andere Gebäude aus der Bauzeit gibt, die ähnlich aussehen usw. Und es ist doch bemerkenswert, dass es mittlerweile eine ganze Reihe von hervorragenden Rekonstruktionen gibt, in Museen beispielsweise. Es wird dort zwar oft darauf verwiesen, dass auch Fachleute, Archäologinnen und Archäologen, mitgewirkt haben, aber eine Beschreibung, was da jetzt genau zu sehen ist und warum das so aussieht, findet man nur sehr selten. Ich denke, es wäre wichtig, egal welche Technik oder welche grafische Form man letztlich wählt, dass das Ergebnis entsprechend beschrieben und kommentiert wird.

Sascha Schmitz:

Ja, das ist sicherlich sehr richtig, dass man das dokumentieren muss. Ich wollte noch zu den Sehgewohnheiten sagen: Die ändern sich wahnsinnig schnell. Und gerade deswegen muss man, glaube ich, auch versuchen, überhaupt erst mal herauszufinden, was denn die aktuellen Sehgewohnheiten sind.

Katharina Meinecke hat eben erzählt, dass man überhaupt erst feststellen konnte, dass diese abstraktere Darstellung als weniger verständlich empfunden wurde. Vielleicht müsste man auf diese Weise versuchen herauszufinden, wie kommen denn z.B. die Unschärfen, die ich versuche auf eine bestimmte Weise darzustellen, überhaupt bei einem Publikum an? Man müsste also eigentlich Versuchspersonengruppen haben, die man fragt: Was seht ihr da eigentlich? Wir sollten versuchen – ohne zu beeinflussen, ohne zu sagen, was man zu vermitteln versucht – erst einmal herauszufinden, ob das überhaupt ankommt und uns dann eventuell daran anpassen, so wie man es auch bei der Entwicklung von Benutzeroberflächen o.Ä. macht. Verstehen die Leute überhaupt die Symbole usw.? Dass man das erst einmal versucht herauszufinden.

57 Siehe hierzu die Ausführungen in Abstract Nr. 4.

Das andere, was ich sagen wollte, ist der Einfluss der Spieleindustrie auf diese Sehgewohnheiten. Das ist aber natürlich auch ein Kreislauf: Diese Leute bekommen ihre Anregungen auch wiederum irgendwo her und suchen nach Vorlagen für das, was sie umsetzen. Und da hat man vielleicht schon eine Chance, als Wissenschaftler solche Vorlagen zu liefern, und man sollte auf jeden Fall versuchen, sich nicht aus diesem Prozess herauszunehmen. Sonst hat man schon ganz verloren.

Katharina Meinecke:

Es ist natürlich essenziell, dass man dokumentiert, wie man zu seiner Rekonstruktion kommt. Ich denke, das kann man auch allgemeinverständlich formulieren und die Unschärfen entsprechend erklären, wie z.B. im Ausstellungskontext oder in der Erschließung archäologischer Stätten. Gerade digitale Anwendungen, und besonders Virtual-Reality-Anwendungen, eignen sich sehr gut, um entsprechende Kommentare unterzubringen.

Eine Frage, die ich mir jedoch immer stelle, ist: Wir als Forscherinnen und Forscher, wir lesen natürlich den ausführlichen Aufsatz, wenn wir uns für ein Thema interessieren. Aber gerade aus dem allgemeinen Publikum, wie viele Betrachterinnen und Betrachter lesen eigentlich diese Erläuterungen? Und ganz davon abgesehen, setzt sich nicht dennoch wieder die publizierte Rekonstruktion als ‚absolutes‘ Bild des Stückes durch, wie beim *Weinschiff*? Dieses Unbehagen habe ich auch bei der Rekonstruktion, die wir erstellt haben.

Sascha Schmitz:

Ich bin in dieser Hinsicht der Meinung, dass man die Konsumentinnen und Konsumenten häufig unterschätzt, auch was moderne Ausstellungen usw. angeht. Ich habe oft das Gefühl, man traut den Besucherinnen und Besuchern nicht genug zu. Es gibt durchaus viele Leute, die sich hobbymäßig sehr für Geschichte und Archäologie interessieren, es gibt viele Leute, die *re-enactor* sind o.Ä. und durchaus Interesse haben, herauszufinden, wie die Vergangenheit denn ausgesehen hat oder wie es dazu kommt, dass diese jetzt so gezeigt wird und sie sich damit auseinandersetzen. Man sollte diesen Leuten zumindest die Möglichkeit geben, dass sie das selbst in der Hand haben. Wenn man die Dokumentation weglässt, weil man sich denkt, das liest ohnehin keiner, dann kann es auch niemand lesen.

Ute Kelp:

Vielleicht in Ergänzung dazu: Sowohl für uns als Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler als auch für das Publikum sind niedrigschwellige Angebote wichtig. Es muss leicht sein, an die Dokumentation zu kommen, z.B. müssen sich Internetseiten mit 3D-Darstellungen schnell aufbauen. Darüber hinaus müssen wir aber auch Elemente in 3D-Modellen leicht hin und her schieben und verschiedene Varianten ausprobieren können. Und da sehe ich durchaus noch Defizite in den Anwendungen und ‚Luft nach oben‘.

Zur Frage, wie die von Sascha Schmitz genannte Gruppe der *re-enactors* angesprochen werden kann, die ja eigentlich Vermittler für einen anderen Teil der Gesellschaft sind: Unser Ziel bleibt die Vermittlung von Inhalten. Die eigentliche Kunst in der Darstellung dieser Inhalte besteht darin, im Niedrigschwelligen einen Differenzierungsgrad zu erreichen, der trotzdem vermittelbar ist.

Katharina Meinecke:

Ich möchte Ute Kelp auf jeden Fall zustimmen. Wir dürfen keineswegs auf Dokumentation verzichten, weil wir davon ausgehen, dass das ohnehin niemand liest, sondern natürlich müssen wir diese bereitstellen. Wir müssen auch davon ausgehen, dass es verschiedene Gruppen von Nutzerinnen und Nutzern gibt, die unterschiedlich mit der Rekonstruktion und der verfügbaren Dokumentation umgehen. Ob das dann das *Weinschiff* in seiner jetzigen Form aus der Populärkultur verdrängen kann – ich nehme das als Beispiel, weil meine Figur nun mal nicht so bekannt ist –, ist vielleicht eine andere Frage.

Rosemarie Cordie:

Also ich sehe da zum Teil auch ein ganz großes Problem. Wir sehen es bei Siesbach – noch mal dieses Beispiel. Dort wird die Tafel, die in unserem Projekt erarbeitet wurde, nicht aufgestellt, weil die zuständige Touristikerin Probleme mit der neuen Visualisierung hat und argumentiert, dass die aktuelle 3D-Modellierung ganz anders aussieht als es zuvor ausgesehen hat (Abb. 12 und 13). Und dann haben wir da ein Problem, denn gerade bei dem Niederschwelligen und gerade im Tourismus wird das neue Ergebnis dann schon verweigert. Und das finde ich schon sehr, sehr schwierig. Und was die Dokumentation angeht: In unserem Projekt ist die komplette Dokumentation einsichtig, sie ist also online gestellt, und auch, warum wir rekonstruiert haben, wie wir rekonstruiert haben und, vor allen Dingen, wer beteiligt war. Das ist natürlich auch etwas, was die Kolleginnen und Kollegen vielleicht interessiert. Aber wie gesagt, beim Betrachter wird die neue Modellierung vor Ort nicht akzeptiert. Ebenso wenig wird gesehen, welche Forschungsleistung hinter einer neuen Version, wie z.B. dem Neumagener *Weinschiff*, steht.



Abb. 12: Siesbach, alte Rekonstruktion des Grabhügels mit Altar, Hügel und Hügelbekrönung.



Abb. 13: Siesbach, neue Rekonstruktion des Grabdenkmals, Gesamtansicht des Grabhügels mit Grabdenkmal.

Ein weiteres Problem von vielen Kolleginnen und Kollegen ist, dass, wenn einmal eine Rekonstruktion im Umlauf ist, daran festgehalten wird. Auch da gibt es natürlich Gruppen, die sich damit identifizieren können und andere, die das ablehnen. Aber wie gesagt, es ist erst mal in den Köpfen drin. So heißt es dann. Und für eine neue Rekonstruktionsversion bzw. für Änderungen ist es schon sehr schwierig, das sehen wir jetzt am Beispiel Siesbach: Kein Altar, sondern ein Grabdenkmal ist vorgeschaltet. Mit der Kritik daran müssen wir uns dann schon auch auseinandersetzen. Damit will ich allerdings nicht sagen, dass wir aufgrund der neuen Erkenntnisse nachlassen und sagen sollen: Alle haben sich jetzt so daran gewöhnt, da bleiben wir jetzt dabei. Also keinesfalls.

Anja Klöckner:

Ja, in diesem gewissen Widerstreit, den wir jetzt formuliert haben zwischen dem Wunsch und auch unserer Pflicht, alles zu dokumentieren und die Dokumentation auch online abrufbar zu machen, und dem Wissen, dass eben nicht alle sich das anschauen: Dadurch kommt, glaube ich, umso mehr noch das Bedürfnis heraus, dass wir in unseren Modellen, wenn wir sie als digitale Vermittlungsobjekte begreifen, visuell sichtbar machen, wo der Unschärfbereich liegt. Sobald wir Bilder und digitale Objekte produzieren, die auf den ersten Blick kenntlich machen, ohne dass ich eine Dokumentation lesen muss: An dieser Stelle hier sind Elemente in einem Graubereich dargestellt, an dieser anderen Stelle sind verschiedene Optionen möglich. Dann haben wir viel weniger Probleme mit diesem jetzt oft beschriebenen Phänomen, dass sich etwas in den Köpfen festsetzt. Aber wenn das, was wir vermitteln, gleich zeigt: Hier liegen gewisse Varianzmöglichkeiten vor; es muss nicht erklärt werden, sondern es sieht jeder. Da sehe ich auch eine große Chance unserer digitalen Modelle.

Elisabeth Günther:

Denken Sie bei dem, was Sie gerade geschildert haben, eher an die Visualisierung von Unschärfen oder verschiedene Grade von Unschärfen? Würden Sie mehrere, alternative Modelle bevorzugen oder ein veränderliches, dynamisches Modell, das sich Besucherinnen und Besucher im Museum oder in ei-

nem archäologischen Park über ein entsprechendes Endgerät anzeigen lassen können und dabei das Modell selbst verschieben, verändern usw. können?

Anja Klöckner:

Nun ja, mehrere Modelle haben immer den Nachteil, dass man sich letztendlich für eines entscheidet und dieses eine dann reproduziert wird. Und ich sehe die große Chance bei den veränderbaren, dynamischen Modellen oder bei den Modellen, die Unschärfen kenntlich machen, dass eben im Objekt selbst für die Betrachterin/den Betrachter auch die Möglichkeit besteht, zu ‚begreifen‘, wo Unschärfen bestehen. Also man sagt es nicht nur und das wird dann wieder vergessen, sondern der Betrachter kommt gar nicht darum herum, sich selbst mit dieser Unschärfe zu beschäftigen, weil er es vor sich sieht oder, wenn er das Objekt benutzt, damit spielen und die verschiedenen Varianten ausprobieren kann.

Elisabeth Günther:

Ich kann mir gut vorstellen, dass es sehr viel eindrücklicher ist, als Besucherin oder Besucher zwischen verschiedenen Rekonstruktionen hin und her springen zu können, dazwischen zu changieren und so die unterschiedlichen Rekonstruktionsmöglichkeiten besser nachzuvollziehen, dass das Modell also gewissermaßen immersiv wird. Es gibt eben nicht die eine richtige Wahrheit, die wir als Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler finden, sondern es gibt verschiedene Lösungsmöglichkeiten für ein Problem, und dies kann man sichtbar machen.

Anja Klöckner:

Genau, den Erkenntnisprozess und den Unsicherheitsprozess sichtbar machen.

Ute Kelp:

Genau hier bietet aus meiner Sicht Virtual Reality eine Möglichkeit, Besucherinnen und Besucher zukünftig selbst innerhalb von Unschärfebereichen spielen zu lassen. So können sie eine eigene Meinung entwickeln, die ältere Vorstellungen in Frage stellt, oder sie merken selbst beim Spielen, wo bei einer älteren Vorstellung Widersprüche auftreten.

Elisabeth Günther:

Das ist aus meiner Sicht eine schöne Gelegenheit zu zeigen, dass auch in der Archäologie noch nicht alles bekannt, noch nicht alles erforscht ist, und dass wir stetig dabei sind, Altbekanntes zu hinterfragen und neue Bereiche zu erforschen, und dass hier auch ein Mehrwert unseres Faches liegt. Ich würde mir wünschen, dass wir als Archäologinnen und Archäologen durch diese neuen Möglichkeiten zeigen können, dass wir als Fach viel zu gesellschaftlichen Diskursen beizutragen haben.

Aber genug der hehren Worte: Ich möchte noch eine letzte Frage einbringen. Wie können wir digitale 3D-Modelle sinnvoll in eine Publikation einbringen, zumal die Projektpublikationen ja in der Regel gedruckt vorliegen? Wo kann man digitale Modelle hinterlegen, wo sind diese dauerhaft abrufbar?

Jürgen Süß:

Nur eine kleine Ergänzung zur 3D-Visualisierung der *Westkirche* von Assos. Die 3D-Modellierung ist erst ganz am Schluss zum Projekt dazugekommen. Es ist daher nicht vorgesehen, eine technisch aufwendige interaktive Lösung anzubieten. Die Druckfassung der Ergebnisse bleibt das Primäre. Aber immerhin haben die Diskussionen innerhalb des Teams im Anschluss an den Trierer Workshop *NEUES SEHEN* dazu geführt, auf der Website des Instituts für Klassische Archäologie und Byzantinische Archäologie der Universität Heidelberg einige Ergebnisse ergänzend anbieten zu wollen. In diesem Fall einen Perspektivwechsel bzw. einen Kameraflug. Also keine Komplettlösung. Das wäre im Moment zu aufwendig, aber doch ein Schritt in diese Richtung.

Ute Kelp:

Das ist ein Punkt, der bei digitalen Rekonstruktionen eine wichtige Rolle spielt. Für uns ist es interessant, unterschiedliche Daten zu verknüpfen, zunächst die inhaltliche, fotografische und 3D-Dokumentation einzelner Blöcke. Die Blöcke und die damit verbundenen Informationen werden dann digital zu mehrteiligen Denkmälern in Form bestehender und neuer Rekonstruktionen zusammengeführt. Zur Dokumentation gehören auch unterschiedliche Archivmedien, die uns gescannt vorliegen. Mit der digitalen Verknüpfung der Daten ist auch ihre Langzeitsicherung verbunden. Bei uns fließen die Daten in die Bilddatenbank iDAIobjects/Arachne, die eine Langzeitsicherung anbietet. Die digitale Datenbank ist eine Ergänzung, ähnlich wie bei dem Projekt zur *Westkirche* von Assos, zur gedruckten Publikation,⁵⁸ die natürlich auch bei uns im Vordergrund steht. Also sind es quasi zwei Säulen.

Katharina Meinecke:

Unser Projekt wird auch in die Datenbank iDAI.objects/Arachne einfließen und zusätzlich in den Römischen Mitteilungen des DAI publiziert werden.⁵⁹ Auf diese Weise wird es zusätzlich zur Druckversion die Onlinefassung geben, in der man direkt auf das Modell zugreifen kann. In unserem Fall kann das allerdings die zweidimensionalen Abbildungen nicht ganz ersetzen, denn wenn man z.B. über Ansichtsseiten spricht, muss man natürlich auch zeigen, von welcher Perspektive man im Text des Artikels und in der Dokumentation ausgeht. Das Mittel der Wahl scheint mir hier die Kombination aus dem Dreidimensionalen, auf das man direkt zugreifen kann, um es vielleicht auch selbst auszuprobieren und nachzuvollziehen, und dem Zweidimensionalen zur Erklärung der Überlegungen.

Veränderbare, dynamische Modelle kann ich mir sehr gut im musealen Bereich vorstellen, sodass man den Besucherinnen und Besuchern die Möglichkeit gibt, den Erkenntnisprozess nachzuvollziehen. Eine Herausforderung sehe ich darin, dass man natürlich eine Vorauswahl an Möglichkeiten trifft, die man den Nutzerinnen und Nutzern zum Ändern des Modells anbietet. In unserem Fall haben wir das noch nicht ausprobiert, weil unser Projekt die museale Umsetzung nicht beinhaltete. Interessant wäre, ob sich die vormodellierte Figur, die man verschieben kann, technisch so umsetzen ließe, dass auch eine Besucherin bzw. ein Besucher im Museum deren Posen am Bildschirm verändern und damit selbst diesen Arbeitsprozess nachvollziehen könnte. Dabei ginge es dann aber nicht vordergründig darum, die Besucherinnen und Besucher alternative, plausible Möglichkeiten experimentell finden zu lassen, sondern den Prozess, wie man zu einem Ergebnis kommt, nachvollziehbar zu machen. Das wäre vielleicht mit unserem Modell möglich.

Elisabeth Günther:

Damit bedanke ich mich für dieses sehr anregende Gespräch und schließe das Interview.

58 Mahler et al. (2018); Binsfeld et al. (2020); Kelp / Klöckner im Druck; Klöckner et al. in Vorbereitung.

59 Zur Rekonstruktion der *Beißergruppe* wird 2023 in den Römischen Mitteilungen ein ausführlicher Artikel erscheinen.

Literaturverzeichnis

- Aati et al. (2020): S. Aati / E. Rupnik / S. Nejm, Comparative Study of Photogrammetry Software in Industrial Field, *Revue française de photogrammétrie et de télédétection* 1,221 (2020), 37–48.
- Abegg (1989): A. Abegg, Der römische Grabhügel von Siesbach, Kreis Birkenfeld, *Trierer Zeitschrift* 52 (1989), 171–125.
- Binsfeld et al. (2020); A. Binsfeld / A. Klöckner / G. Kremer / M. Reuter / M. Scholz (Hrsgg.), Stadt – Land – Fluss. Grabdenkmäler der Treverer in lokaler und überregionaler Perspektive. Akten der Internationalen Konferenz 25. bis 27. Oktober 2018 in Neumagen und Trier, *Trierer Zeitschrift, Beih.* 37, Wiesbaden 2020.
- Buchwald (2010): H. Buchwald, Christian Basilicas with Isolated Aisles in Asia Minor, in: D. D. Ėlşin (Hrsg.), *Architecture of Byzantium and Kievan Rus from 9th to the 12th Centuries. Materials of the International Seminar, November 17–21, 2009, Transactions of the State Hermitage Museum* 53, St. Petersburg 2010, 35–57.
- Clarke et al. (1902/1921): J. T. Clarke / F. H. Bacon / R. Koldewey, *Investigations at Assos. Expedition of the Archaeological Institute of America. Drawings and Photographs of the Buildings and Objects Discovered During the Excavations of 1881, 1882, 1883*, London 1902/1921.
- Cordie et al. (2020): R. Cordie / A. Kronenberg / T. Mattern / S. D. Schmitz (Hrsgg.), *Vergangenheit neu sehen, Archäologie in Bildern*, Trier 2020.
- Döhl (2016): R. Döhl, Digitale Aufnahme von Landschaft und Felsbildgruppen mit Laserscanner und Structure-from-Motion im Wadi Berber, Ägypten, in: U. Lieberwirth / I. Herzog (Hrsgg.), *3D-Anwendungen in der Archäologie. Computeranwendungen und Quantitative Methoden in der Archäologie – Workshop der AG CAA und des Exzellenz-Clusters Topoi 2013*, Berlin *Studies of the Ancient World* 34, Berlin 2016, 45–58.
- Espérandieu (1910): E. Espérandieu, *Recueil général des bas-reliefs, statues et bustes de la Gaule romaine*, 3 *Lyonnais* 1, Paris 1910.
- Filser et al. (2019): W. Filser / B. Fritsch / M. Reinfeld / U. Schmidt, Dreidimensionale Modellierung einer *villa maritima*. Die römische Meeresvilla von Capo di Sorrento, in: E. Pasch / H. Kieburg (Hrsgg.), *Auferstehung der Antike. Archäologische Stätten digital rekonstruiert*, Darmstadt 2019, 54–57.
- Gerlach et al. (2019): I. Gerlach / M. Lindstaedt / M. Schnelle, Der Grat Be'al Gebri. Ein palastartiger Monumentalbau aus dem frühen 1. Jt. v. Chr. im Hochland Äthiopiens, in: E. Pasch / H. Kieburg (Hrsgg.), *Auferstehung der Antike. Archäologische Stätten digital rekonstruiert*, Darmstadt 2019, 32–35.
- Gräf (2016): B. Gräf, Archäologie in der dritten Dimension. Vom wissenschaftlichen Umgang mit dem „schönen Schein“, *Lares* 1 (2016), 153–163.
- Günther (2022): E. Günther, Map of Things: West-östliche Narrative über die antiken Seidenstraßen, *Junges Forum für Sammlungs- und Objektforschung* 6 (2022), 56–65.
- Günther / Günther (2021): E. Günther / S. Günther, Interaktiv, international, interkulturell. Das Ausstellungsprojekt „Machtszenarien – Scenarios of Power – 无处不在的权力. Roles and Actions of Roman Emperors“, *Geldgeschichtliche Nachrichten* 316 (2021), 218–223.

- Günther / Günther (2022a): E. Günther / S. Günther, Mit Plinius dem Älteren im antiken Rom – Ein internationales Digital Mapping Projekt, in: P. Reinhardt / L. Scheuermann (Hrsgg.), *Geschichtswissenschaften in Pandemiezeiten, Beiträge zur Digitalen Wissensvermittlung und Public History*, Abhandlungen der Arbeitsgemeinschaft Alte Geschichte und EDV, Gutenberg 2022, 171–188.
- Günther / Günther (2022b): E. Günther / S. Günther, Augustus in Saigon!? Die Rezeption westlicher Antike in der kolonialen Bilderwelt und post-kolonialen Gesellschaft Vietnams, *Gymnasium* 129 (2022), 453–490.
- Haffner (1978): A. Haffner, Die Ausgrabung eines römischen Grabhügels bei Siesbach im Kreis Birkenfeld, *Kurtrierisches Jahrbuch* 18 (1978), 197–204.
- Henrich (2010): P. Henrich, Eine Rekonstruktionszeichnung der römischen Gräberstraße und der Villenanlage von Duppach-Weiermühle, Landkreis Vulkaneifel. Zur Situation im 4. Jahrhundert n. Chr., *Funde und Ausgrabungen im Bezirk Trier* 42 (2010), 20–30.
- Henrich / Tabaczek (2002): P. Henrich / M. Tabaczek, Die römischen Grabdenkmäler von Duppach „Weiermühle“, *Kreis Daun, Funde und Ausgrabungen im Bezirk Trier* 34 (2002), 64–72.
- Herrmann (1979): A. Herrmann, The Biter. A Late Hellenistic Astragal Player, in: G. Kopcke / M. B. Moore (Hrsg.), *Studies in Classical Art and Archaeology. A Tribute to Peter Heinrich von Blanckenhagen*, Locust Valley/New York 1979, 163–173.
- Kelp / Klöckner im Druck: U. Kelp / A. Klöckner, Das sog. Große Weinschiff aus Neumagen. Neue Überlegungen zu Rekonstruktion und Bedeutung, in: G. Kremer (Hrsg.), *Zeit(en) des Umbruchs/Time(s) of Transition and Change*, 17th International Colloquium on Roman Provincial Art in Vienna/Carnuntum.
- Klöckner et al. in Vorbereitung: A. Klöckner / M. Reuter / M. Scholz (Hrsgg.), *Römische Grabdenkmäler aus Augusta Treverorum im überregionalen Vergleich. Mediale Strategien sozialer Repräsentation, Trierer Grabungen und Forschungen*, Wiesbaden.
- Lieberwirth / Herzog (2016): U. Lieberwirth / I. Herzog (Hrsgg.), *3D-Anwendungen in der Archäologie. Computeranwendungen und quantitative Methoden in der Archäologie – Workshop der AG CAA und des Exzellenz-Clusters Topoi 2013*, Berlin Studies of the Ancient World 34, Berlin 2016.
- Mahler et al. (2018): K.-U. Mahler / A. Klöckner / M. Stark, Picture and Ornament – Funerary Monuments from Trier seen as Media Ensembles, in: C. Coquelet et al. (Hrsgg.), *Roman Ornamental Stones in North-Western Europe. Natural Resources, Manufacturing, Supply, Life & After Life*, Namur 2018, 275–284.
- Michaelis (1867): A. Michaelis, Die Knöchelspieler im Britischen Museum, *Archäologische Zeitung* (1867), 102–104.
- Muth (2019): S. Muth, Forum Romanum. Neue Einblicke in Roms antikes Zentrum, in: E. Pasch / H. Kieburg (Hrsgg.), *Auferstehung der Antike. Archäologische Stätten digital rekonstruiert*, Darmstadt 2019, 66–69.
- Pasch / Kieburg (2019): E. Pasch / H. Kieburg (Hrsgg.), *Auferstehung der Antike. Archäologische Stätten digital rekonstruiert*, Darmstadt 2019.
- Patay-Horváth (2016): A. Patay-Horváth, Der Zeustempel von Olympia. Rekonstruktionen des Tempels und des Ostgiebels im Vergleich, in: U. Lieberwirth / I. Herzog (Hrsgg.), *3D-Anwendungen in der Archäologie. Computeranwendungen und quantitative Methoden in der Archäologie – Workshop der AG CAA und des Exzellenz-Clusters Topoi 2013*, Berlin Studies of the Ancient World 34, Berlin 2016, 77–91.

- Quick (2021): S. Quick (Hrsg.), *Exploring Heritage. Wege digitaler Archäologievermittlung im Museum*, Xantener Berichte 34, Oppenheim am Rhein 2021.
- Reinhard (2016): J. Reinhard, *Structure-from-Motion-Photogrammetrie mit Agisoft PhotoScan. Erste Erfahrungen aus der Grabungspraxis*, in: U. Lieberwirth / I. Herzog (Hrsgg.), *3D-Anwendungen in der Archäologie. Computeranwendungen und Quantitative Methoden in der Archäologie – Workshop der AG CAA und des Exzellenz-Clusters Topoi 2013*, Berlin Studies of the Ancient World 34, Berlin 2016, 17–44.
- Remondino / Campana (2016): F. Remondino / S. Campana (Hrsg.), *3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage. Theory and Best Practices*, Oxford 2016.
- Rieche / Schneider (2002): A. Rieche / B. Schneider (Hrsg.), *Archäologie virtuell. Projekte, Entwicklungen und Tendenzen seit 1995*, Tagungsband (Colloquium in Köln, 5.–6. Juni 2000), Bonn 2002.
- Rieche (2002a): A. Rieche, *200 Jahre Archäologie und ‚Neue Medien‘*, in: A. Rieche / B. Schneider (Hrsgg.), *Archäologie virtuell. Projekte, Entwicklungen und Tendenzen seit 1995*, Tagungsband (Colloquium in Köln, 5.–6. Juni 2000), Bonn 2002, 90–94.
- Rieche (2002b): A. Rieche, *Archäologie virtuell – ein Ausblick*, in: A. Rieche / B. Schneider (Hrsgg.), *Archäologie virtuell: Projekte. Entwicklungen und Tendenzen seit 1995*, Tagungsband (Colloquium in Köln, 5.–6. Juni 2000), Bonn 2002, 126–127.
- Schreg et al. (2019): R. Schreg / V. Zdravković / V. Ivanisević / A. Stamenković, *Iustiniana Prima. Eine der letzten Stadtgründungen der Antike*, in: E. Pasch / H. Kieburg (Hrsgg.), *Auferstehung der Antike. Archäologische Stätten digital rekonstruiert*, Darmstadt 2019, 106–109.
- Schwaiger / Scheifinger (2019): H. Schwaiger / J. Scheifinger, *Ergo bibamus! Alltag in einer spätantiken Taberne in Ephesos*, in: E. Pasch / H. Kieburg (Hrsgg.), *Auferstehung der Antike. Archäologische Stätten digital rekonstruiert*, Darmstadt 2019, 110–113.
- Süß / Gräf (2016): J. Süß / B. Gräf, *Die 3D-Rekonstruktion des römischen Forums von Ladenburg, Lopodunum VI*, Wiesbaden 2017.
- Svenshon et al. (2019): H. Svenshon / A. Noback / L. Grobe, *„... an Licht und Sonnengefunkt aber hat sie Überfluss“*. 3D-Innenraumrekonstruktion der Hagia Sophia in Istanbul, in: E. Pasch / H. Kieburg (Hrsgg.), *Auferstehung der Antike. Archäologische Stätten digital rekonstruiert*, Darmstadt 2019, 114–117.
- Tabaczek (2009): M. Tabaczek, *Die römische Nekropole von Duppach-Weiermühle. Die Rekonstruktion der Grabmäler*, in: D. Boschung (Hrsg.), *Grabbauten des 2. und 3. Jahrhunderts in den gallischen und germanischen Provinzen, Akten des internationalen Kolloquiums Köln vom 22. bis 23. Februar 2007*, Wiesbaden 2009, 39–65.
- Trinks / Klein (2019): I. Trinks / M. Klein, *Die minoische Siedlung von Akrotiri auf Santorini. Dokumentation mit Hilfe von Laserscanning und Bodenradar*, in: E. Pasch / H. Kieburg (Hrsgg.), *Auferstehung der Antike. Archäologische Stätten digital rekonstruiert*, Darmstadt 2019, 12–15.
- Wigg (1990): A. Wigg, *Die Steindenkmalarreste des römerzeitlichen Grabhügels bei Siesbach im Hunsrück*, *Archäologisches Korrespondenzblatt* 20 (1990), 453–461.
- Wittke (2016): U. Wittke, *Die Westkirche in Assos*, in: N. Arslan / E.-M. Mohr / K. Rheidt (Hrsgg.), *Assos. Neue Forschungsergebnisse zur Baugeschichte und Archäologie der südlichen Troas*. Asia Minor Studien 78, Bonn 2016, 221–234.

Abbildungsnachweise

Abb. 1: Deutsches Archäologisches Institut (DAI)/Trustees of the British Museum 2020 (erstellt von Alarich Langendorf).

Abb. 2: Assos-Grabung.

Abb. 3: Stephan Westphalen.

Abb. 4: Jürgen Süß.

Abb. 5: Jürgen Süß.

Abb. 6: Jürgen Süß.

Abb. 7: *ARGO – Augmented Archaeology* (Universität Trier).

Abb. 8: i3 Mainz, Laura Raddatz.

Abb. 9: Jürgen Süß.

Abb. 10: *ARGO – Augmented Archaeology* (Universität Trier).

Abb. 11: Deutsches Archäologisches Institut (DAI)/Trustees of the British Museum 2021 (erstellt von Alarich Langendorf).

Abb. 12: *ARGO – Alexander Juraschka* (Universität Trier).

Abb. 13: *ARGO – Augmented Archaeology* (Universität Trier).

Autoreninformation⁶⁰

Dr. Rosemarie Cordie
Universität Trier
FB III – Klassische Archäologie
Universitätsring 15
54296 Trier
E-Mail: cordie@uni-trier.de

Dr. Elisabeth Günther
Universität Heidelberg
Institut für Klassische Archäologie und Byzantinische Archäologie
Marstallhof 4
69117 Heidelberg
E-Mail: elisabeth.guenther@zaw.uni-heidelberg.de

Dr. Ute Kelp
Goethe-Universität Frankfurt
Institut für Archäologische Wissenschaften
Campus Westend, Hausfach 7
Norbert-Wollheim-Platz 1
60323 Frankfurt
E-Mail: kelp@em.uni-frankfurt.de

⁶⁰ Die Rechte für Inhalt, Texte, Graphiken und Abbildungen liegen, wenn nicht anders vermerkt, bei den Autoren. Alle Inhalte dieses Beitrages unterstehen, soweit nicht anders gekennzeichnet, der Lizenz CC BY 4.0.

Prof. Dr. Anja Klöckner
Goethe-Universität Frankfurt
Institut für Archäologische Wissenschaften
Campus Westend, Hausfach 7
Norbert-Wollheim-Platz 1
60323 Frankfurt
E-Mail: kloeckner@em.uni-frankfurt.de

Alarich Langendorf, M.A.
Archaeo Perspectives GesbR
Wilhelm Exner Gasse 11/5
1090 Wien
E-Mail: alarich.langendorf@archaeo-perspectives.at

JProf. Dr. Katharina Meinecke
Universität Leipzig
Historisches Seminar
Klassische Archäologie und Antikenmuseum
Ritterstraße 14
04109 Leipzig
E-Mail: katharina.meinecke@uni-leipzig.de

Sascha Schmitz, M.A.
Goethe-Universität Frankfurt
Institut für Archäologische Wissenschaften
Campus Westend, Hausfach 7
Norbert-Wollheim-Platz 1
60323 Frankfurt
E-Mail: Sa.Schmitz@em.uni-frankfurt.de

Dr. Jürgen Süß
Universität Heidelberg
Institut für Klassische Archäologie und Byzantinische Archäologie
Marstallhof 4
69117 Heidelberg
E-Mail: juergen.suess@zaw.uni-heidelberg.de

##=DIGITAL CLASSICS ONLINE=##

NEUES SEHEN – Aktuelle Ansätze der Digitalen Archäologie in der Objekt- und Bildwissenschaft. Teil 3/4: Bildmustererkennung und Einsatz von KI

Elisabeth Günther, Torsten Bendschus, Chrisowalandis Deligio,
Kerstin P. Hofmann, Marta Kipke, Martin Langner,
Corinna Reinhardt, Katja Rösler, Ute Verstegen

Abstract: The conference *NEUES SEHEN. Aktuelle Ansätze der Digitalen Archäologie in der Objekt- und Bildwissenschaft* (*NEUES SEHEN. Current approaches to object and image studies in digital archaeology*), held at the University of Trier, 20.–22.05.2022, explored the potential of digital tools and methods applied to archaeological objects and imagery. According to the four sessions of the conference, we will publish a series of four papers in Digital Classics Online (DCO) which include each a short introduction by the organizers, the abstracts of the projects presented during the session, and a transcript of a group discussion among the respective speakers. This third part focusses on the potential of pattern recognition and the application of AI to archaeological research.

Einleitung: Bildmustererkennung und Einsatz von Künstlicher Intelligenz in den Archäologien

Elisabeth Günther

Bei diesem Beitrag handelt es sich um den dritten Teil einer Beitragsreihe, welche die Diskussionen und Ergebnisse des Workshops *NEUES SEHEN. Aktuelle Ansätze der Digitalen Archäologie in der Bild- und Objektwissenschaft* an der Universität Trier (20.–22.05.2022), organisiert von Elisabeth Günther und Sascha Schmitz, vorlegt (vgl. die Ausführungen in der vorangestellten Einführung).

Dieser dritte Teil behandelt die Herausforderungen und Möglichkeiten des Einsatzes von Bildmustererkennung in der Digitalen Bild- und Objektwissenschaft (Sektion 1 der Konferenz).

Digitale Archäologie und Bildmustererkennung

Das Programm *ChatGPT* hat in den letzten Wochen und Monaten einiges Aufsehen erregt. Es ist zur Zeit die bekannteste Anwendung von Künstlicher Intelligenz (KI) und hat, nicht zuletzt in Forschung und Lehre, zu intensiven Diskussionen über den Umgang mit Texten und Bildern geführt, deren Urheber kein Mensch ist. Wie ist eine studentische Leistung zu bewerten, wenn die Hausarbeit oder das Essay ganz oder teilweise von einer KI erzeugt wurden, und wie lässt sich dies überhaupt nachweisen? Sind solche künstlich erzeugten Texte in jedem Fall problematisch oder stellen sie in manchen Bereichen der Wissenschaften doch eher ein pragmatisches Mittel dar, mit dem ohnehin stark standardisierte Berichte – etwa bei der Publikation von Laborexperimenten oder empirischen Untersuchungen – zeitsparend vorgelegt werden können? Dienen mittels KI erzeugte fotorealistic Bilder manipulativer

Meinungsbildung oder stellen sie ein Mittel dar, um ein breites Publikum für schwierige und problematische Themen zu sensibilisieren?¹ Oder handelt es sich um eine existenzielle Bedrohung der Menschheit, die bei mangelnder Kontrolle Auswirkungen vergleichbar der Atombombe entwickeln könnte?²

Der Umgang mit KI-basierten Anwendungen schwankt zwischen Utopie und Dystopie, zwischen übersteigerten Zukunftserwartungen und düsteren Visionen à la *Matrix* (dem Film) – auch deswegen, weil KI schon lange Literatur und Film im Science-Fiction-Genre inspiriert, und dies unsere Vorstellung von menschlichen Robotern nach Art von Pinocchio (etwa *AI* von Steven Spielberg, 2001) oder sich verselbständigenden Supercomputern (so etwa die künstliche Intelligenz ‚Skynet‘ in der Kultreihe *Terminator*, seit den 1980er Jahren) mitbestimmt. Dabei wird deutlich, dass der Begriff *Künstliche Intelligenz* in der Regel mit zukünftigen Entwicklungen in Verbindung gebracht wird, nicht aber mit dem aktuellen Lebensumfeld der Menschen, obwohl dieses längst in unterschiedlichsten Bereichen von KI geprägt wird – Stichwort *Digitalisierung der Alltagswelt*: Selbstlernende Algorithmen in Suchmaschinen, Filterfunktionen in den Social Media, Smart-Home-Anwendungen, Fahrassistenten bzw. automatisiertes Fahren, automatisches Verfassen von Kurznachrichten (v.a. Sport, Wetter, Börse) etc. haben schon jetzt erheblichen Einfluss auf individuelle Handlungen und (Kauf-)Entscheidungen.

Auch für die archäologischen Disziplinen eröffnet sich eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten, und zwar von der Auswahl geeigneter Ausgrabungsplätze, der Dokumentation von Grabungsbefunden über die Aufnahme und Klassifizierung von Funden bis hin zur Auswertung des Materials und weiterführenden Interpretationsvorschlägen. Dabei muss man allerdings nicht in die ferne Zukunft blicken, sondern die ersten Anwendungen werden bereits eingeführt, insbesondere dort, wo umfangreiche Datenmengen anfallen, etwa bei großen Grabungen und Oberflächenuntersuchungen, wie z.B. großflächigen Luftbildaufnahmen.³

Ebenfalls im Bereich der archäologischen Objekt- und Bildwissenschaft sind einige Pionierprojekte entstanden, welche die möglichen Anwendungsbereiche von KI auf archäologische Fragestellungen austesten und deren Potenziale wie Grenzen ausloten. Vier Projekte werden im Rahmen dieses Beitrages vorgestellt, die sich insbesondere mit Bildmustererkennung auseinandersetzen, also der automatisierten Erkennung von Mustern in einem Datensatz (*pattern recognition*)⁴. Hierbei wird maschinelles Lernen (*machine learning*) eingesetzt, d.h. der Algorithmus lernt, ausgehend von einem möglichst großen und geeigneten Datensatz an Bildern, bestimmte Muster (wieder-)zuerkennen und dann an einem unbekanntem Datensatz eigenständig Strukturen zu klassifizieren und den zuvor erlernten Mustern zuzuordnen. Dabei wird eine Wahrscheinlichkeit angegeben, mit der die erkannte Struktur mit einer oder mehreren erlernten übereinstimmt (etwa einem im Bild dargestellten Objekt wie einer Keule oder einem Löwenfell). Ein Beispiel hierfür ist die Erkennung von Objekten in Bildern (*object detection*), etwa wenn der Algorithmus darauf trainiert wird, die Keule des Herakles in Vasenbildern wiederzuerkennen. Er wird dann mit einer bestimmten Genauigkeit Muster als Keule identifizieren und dies in Wahrscheinlichkeiten angeben (etwa: an dieser Stelle des Bildes befindet sich zu 90% ein bestimmtes

1 Einen neuen Ansatz wagt etwa das Holocaustmuseum in Aschkelon mit einer Ausstellung KI-generierter Bilder, welche fiktive Szenen zeigen und so dem Vergessen entgegenwirken sollen: *Israel: Gedenken an den Holocaust – mithilfe von KI?*, Reportage von U. Schneider, C. Rosin und D. Jonathan (2023), verfügbar über die Arte-Mediathek: <https://www.arte.tv/de/videos/114364-000-A/israel-gedenken-an-den-holocaust-mithilfe-von-ki/> (abgerufen am 03.06.2023).

2 So etwa behauptet von Warren Buffet im Mai 2023: <https://www.businessinsider.de/wirtschaft/international-business/warren-buffett-kuenstliche-intelligenz-wie-atombomben-entwicklung/> (abgerufen am 03.06.2023); vgl. auch <https://www.faz.net/aktuell/feuilleton/debatten/ist-die-ki-von-openai-gefaehrlich-wie-die-atombombe-18916500.html> (abgerufen am 03.06.2023).

3 Einen Überblick bieten Argyrou / Agapiou (2022).

4 Zur *pattern recognition*: <https://archdigi.hypotheses.org/b-theoriegeleitete-sektionen/klassifizierung-mustererkennung> (abgerufen am 10.04.2023).

Objekt, vgl. Abb. 6 und 9). Dies mag aus menschlicher Sicht in den meisten Fällen zutreffen, es kann aber auch Abweichungen geben, und genau diese Abweichungen dienen als Ausgangspunkt für weitergehende Fragestellungen und Auseinandersetzungen mit Mustern, welche dem menschlichen Auge bis dahin verborgen geblieben sind.

Dabei ist das Training des Algorithmus entscheidend. Dieses beginnt mit der Auswahl des Trainingsdatensatzes, was gerade im Bereich der Digitalen Archäologie aufgrund der begrenzten Datenmenge sowie der (derzeit noch) häufig eher geringen Bildqualität der zur Verfügung stehenden Fotografien der Objekte eine Herausforderung darstellt – wie auch im folgenden Gespräch deutlich wird. Das Training kann dann in Form des *supervised learning* erfolgen, bei dem der Algorithmus auf Daten trainiert wird, denen er bestimmte *labels* zuordnet. Entsprechen die *labels* den vom Menschen definierten Klassen (und damit der *ground truth*)⁵, so werden diese vom menschlichen Experten bzw. der menschlichen Expertin bestätigt. Wenn nicht, wird die Zuordnung korrigiert. Auch an dieser Stelle ergeben sich Herausforderungen im Lernprozess, wenn ein zu identifizierendes Objekt (bzw. eine bestimmte Klasse) im Bild von einem anderen Objekt oder einer Figur überschritten wird und somit nicht vollständig dargestellt ist, oder wenn sich die Form eines Objektes im Laufe der Zeit in den Vasenbildern verändert. Hier ermöglicht erst ein großer Datensatz eine hohe Genauigkeit des Algorithmus.

Eine weitere Form des Trainings ist das *unsupervised learning*, bei dem keine *ground truth* vorausgesetzt wird, der Algorithmus also ohne Input von außen Muster erkennt und die Daten beispielsweise in Form von *cluster* (Gruppen) einteilt. Dabei stellt dann die Interpretation der vom Algorithmus berechneten *cluster* die menschliche Expertin und den menschlichen Experten vor Herausforderungen, kann aber auch gerade deshalb traditionelle Klassifikationen hinterfragen und die Diskussion um Typologien befördern.

Dass Algorithmen überhaupt lernfähig sind, liegt an ihrer Struktur. Verwendet werden, vor allem im Bildbereich, *CNNs* (*Convolutional Neural Networks*), also künstliche neuronale und gefaltete Netze. Diese ähneln natürlichen Neuronen und bestehen aus mehreren Ebenen (*layers*). *CNNs* zeichnen sich durch den namensgebenden *convolutional layer* aus, in welchem die Neuronen in drei Dimensionen angeordnet und lokal miteinander gekoppelt sind.⁶ Diese komplexe Architektur kann die Bilder Pixel für Pixel auf unterschiedliche Merkmale (Klassen) hin untersuchen, und zwar von einfachen kleinen Elementen bis hin zu komplexeren Mustern (etwa von Ecken und Linien über Umrisse hin zu Formen, was dann als *convolutional deep learning* bezeichnet wird).⁷

Eine Herausforderung ist auch die Interpretation der Ergebnisse, denn im komplexen Prozess der Mustererkennung bleibt unklar, warum dieses oder jenes Muster erkannt (oder nicht erkannt) und einer Klasse zugeordnet (oder nicht zugeordnet) wird. Auffällig ist dies dann, wenn ein für das menschliche Auge klar erkennbares Objekt in einem Bild nicht bzw. falsch eingeordnet wird. Hier wird deutlich, dass der Mensch die bildliche Darstellung stets in den Raum projiziert (weshalb auch ein Tisch mit drei statt vier sichtbaren Beinen als solcher leicht erkannt wird) und die Sinneseindrücke anhand der bereits bestehenden Erfahrungen und Erwartungen verarbeitet werden (wodurch sich auch ein vierbeiniger Sitzhocker leicht von einem Tisch unterscheiden lässt).⁸

Auch wenn immer wieder von der *black box* gesprochen wird, als welche die KI aufgrund der nicht nachvollziehbaren Entscheidungsprozesse (VGG16, eine typische Struktur, hat beispielsweise 138

5 Zur Terminologie s. https://clarenet.hypotheses.org/glossar_it (abgerufen am 10.04.2023).

6 Diese Erklärung ist zum besseren Verständnis stark vereinfacht. Es gibt unterschiedliche Formen neuronaler Netze und sehr unterschiedliche Architekturen, je nach Aufgabenstellung. Zu neuronalen Netzen und *CNNs* s. etwa <https://cs231n.github.io/convolutional-networks/> (abgerufen am 10.04.2023).

7 Goodfellow et al. (2018), 6–10.

8 Zu Mehrdeutigkeiten im menschlichen Perzeptions- und Rezeptionsprozess s. Günther (2021).

Mio. Parameter)⁹ bei der Klassifikation angesehen wird, gibt es doch Methoden, diese in gewissem Rahmen sichtbar und nachvollziehbar bzw. erklärbar (*explainability*) zu machen. Hierzu zählen etwa die sog. *heatmaps*, die durch farbige Abstufungen sichtbar machen, welche Teile des Bildes vom Algorithmus als relevant bzw. weniger relevant angesehen wurden (vgl. Abstract 4).

Ganz im Sinne des Workshops *NEUES SEHEN* legen die in diesem Beitrag präsentierten Projekte offen, wo uns Algorithmen Neues sehen und erkennen lassen, und inwieweit hier neue Formen des Sehens entstehen können, welche die traditionellen, bewährten Methoden der Bildanalyse erweitern können, teilweise auch herausfordern. An der Schnittstelle von Detailstudie und Datenbankauswertung, von Geisteswissenschaft und Digital Humanities, stellen sich Fragen, welche unser Verständnis von Archäologie als (Geistes-, Altertums-, Natur-)Wissenschaft berühren und die zukünftige Ausrichtung der archäologischen Disziplinen ebenso betreffen wie die künftige Ausgestaltung von Forschungs- und Publikationspraktiken, die insbesondere interdisziplinären Kooperationen Rechnung tragen. Doch auch bereits die Umsetzung der einzelnen Arbeitsschritte in den hier vorgestellten Projekten steht, wie auch aus dem Gesprächstranskript deutlich wird, vor Herausforderungen, die sich aus dem häufig fragmentierten Erhaltungszustand der Objekte, kleinen Datenmengen, (noch) eingeschränkter Verfügbarkeit von Bildmaterial und hohem Zeitaufwand bei der Digitalisierung der Bilder ergeben. Dies macht deutlich, wie dringlich die (öffentliche) Verfügbarkeit von Bildmaterial und dessen Lizenzierung sind; Aufgaben, die nun auch im Rahmen der Initiative *NFDI4Objects* im Rahmen des Aufbaus einer *Nationalen Dateninfrastruktur* angegangen werden sollen.¹⁰

Die Sprecherinnen und Sprecher und ihre Projekte

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer¹¹ des Gruppeninterviews bzw. Gesprächs zeichnen sich durch besondere Expertise im Bereich der Mustererkennung in der Digitalen Archäologie aus. Die jeweiligen im Rahmen der Tagung vorgestellten Projekte, deren Abstracts unten abgedruckt sind, wenden Mustererkennung mittels neuronaler Netze auf die Analyse antiker Bilder unterschiedlichster Gattungen und Zeiträume an – von keltischen Münzen über griechische Vasenmalerei bis hin zur christlichen Bilderwelt der Spätantike.

Prof. Dr. Martin Langner hat seit 2019 die Professur für Digitale Bild- und Objektwissenschaft in Göttingen inne und ist Direktor des Instituts für Digital Humanities.¹² Die Forschungsinteressen von Martin Langner umfassen die kontextuelle Bildanalyse (v.a. Griechische Vasenmalerei, Römische Wandmalerei und Relief), die 3D-Digitalisierung und Analyse antiker Skulpturen, virtuelle historische Räume und Museen, die Erforschung antiker und nachantiker Alltagskultur sowie grundsätzlich die Theorie und Methodik naturwissenschaftlicher und informationstechnischer Methoden in den Geisteswissenschaften. Aktuell leitet er u.a. die Projekte *EGRAPHSEN. Möglichkeiten und Perspektiven der digitalen Malerzuweisung bei attischen Vasen*¹³ und *Schemata. 3D Klassifikation und Kategorisierung antiker Terrakotten*¹⁴.

9 Vgl. Simonyan / Zisserman (2015). Ich danke Chrisowalandis Deligio herzlich für diese Ergänzung sowie für seine wertvollen Ratschläge hinsichtlich der Formulierungen und Erklärungen zur Funktionsweise Künstlicher Intelligenz in dieser kurzen Einleitung.

10 <https://www.nfdi4objects.net/> (abgerufen am 03.06.2023).

11 In Absprache mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Tagung wurde festgelegt, jeweils die weibliche und männliche Sprachform zu verwenden. In den Abstracts und Gruppeninterviews kann es hierbei, abhängig von der Aussageabsicht, zu Abweichungen und damit scheinbaren Uneinheitlichkeiten kommen.

12 <https://www.uni-goettingen.de/digitalhumanities> (abgerufen am 03.06.2023).

13 <https://www.uni-goettingen.de/de/598165.html> (abgerufen am 03.06.2023).

14 <https://www.uni-goettingen.de/de/598167.html> (abgerufen am 03.06.2023).

Marta Kipke, M.A., ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Digital Humanities der Georg-August-Universität Göttingen und Projektmitarbeiterin in *EGRAPHSSEN. Möglichkeiten und Perspektiven der digitalen Malerzuweisung bei attischen Vasen* (Abstract Nr. 1).¹⁵

Prof. Dr. Corinna Reinhardt lehrt und forscht als Professorin für die Archäologie des Mittelmeerraums mit Schwerpunkt griechische und römische Antike an der Universität Zürich. Sie interessiert sich unter anderem für die Entwicklung und Anwendung von digitalen Methoden in der Bildanalyse unter dem Einsatz von Methoden der *Computer Vision* und des *Deep Learning*. Sie leitete von 2019–2022 als Juniorprofessorin am Institut für Klassische Archäologie an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg ein Teilprojekt des von der *Emerging Fields Initiative* der Universität geförderten interdisziplinären Forschungsprojekts *Iconographics. Computational Understanding of Iconography and Narration in Visual Cultural Heritage* in Zusammenarbeit der Kunstgeschichte, der Klassischen Archäologie, der Christlichen Archäologie sowie des *Pattern Recognition Lab* der FAU Erlangen-Nürnberg (Abstract Nr. 2).¹⁶ Dr. Torsten Bendschus gestaltete als Mitarbeiter im Projekt maßgeblich die erzielten Ergebnisse in Forschung und Lehre mit. Digitale Kompetenzen in der Anwendung und Reflexion im Projekt *Iconographics* an der FAU Erlangen-Nürnberg zu fördern, war Ansatz mehrerer Lehrveranstaltungen und Lehrprojekte, darunter die Entwicklung einer virtuellen Ausstellung in dreidimensional erfahrbaren, digital modellierten Räumen.¹⁷

Prof. Dr. Ute Verstegen ist Inhaberin des Lehrstuhls für Christliche Archäologie an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)¹⁸ und Zweitmitglied im Department Digital Humanities and Social Studies der FAU. Sie ist Vorsitzende der Zentralkommission des Deutschen Archäologischen Instituts. Ute Verstegen arbeitet seit über zwanzig Jahren auf dem Feld digitaler Anwendungen in Kunstgeschichte und Archäologie in Lehre, Forschung und Wissenschaftskommunikation. Ihre Lehrprojekte umfassten zuletzt *CA 2.x – Christliche Archäologie im Inverted Classroom*¹⁹, *Virtual Excursions*²⁰, *Teaching Early Christian Archaeology with Augmented Reality*²¹ sowie eine kartenbasierte Augmented-Reality-Mobile-App zum Nürnberger Kreuzweg auf Basis des FAU-GeoExplorer²². 2019–2022 leitete sie gemeinsam mit Peter Bell (Digitale Kunstgeschichte), Andreas Maier (Informatik, Pattern Recognition) und Corinna Reinhardt (Klassische Archäologie) an der FAU das Projekt *Iconographics* (Abstract Nr. 3).²³

Dr. Kerstin P. Hofmann ist Direktorin der Römisch-Germanischen Kommission des Deutschen Archäologischen Instituts. Sie hat Informatik als Nebenfach studiert und ist Leiterin mehrerer interdisziplinärer Projekte zu digitalen Ding-Editionen sowie archäologischen Wissenspraktiken und ihrer Transformation im Rahmen des *digital turn*.²⁴

15 <https://www.uni-goettingen.de/de/598165.html> (abgerufen am 03.06.2023).

16 S. hierzu ausführlicher Abstract 2. Publikationen u.a.: Bendschus et al. (2022); Madhu et al. (2023).

17 Virtuelle Ausstellung mit vorbereitendem Projekt mit Studierenden der FAU Erlangen-Nürnberg: *Kreuz und quer: Lebensgeschichten antiker Objekte* (2020–2021): https://www.klassischearchaeologie.phil.uni-erlangen.de/kreuzundquer-ausstellung_210128/index.html (abgerufen am 14.03.2023); Lehrprojekt *Planspiel Digital Humanities* zusammen mit Dr. Torsten Bendschus, s. Reinhardt / Bendschus (2021).

18 <https://www.ca.phil.fau.de/lehrstuhl/team/ute-verstegen/> (abgerufen am 20.03.2023).

19 Mührenberg / Verstegen (2020); Mührenberg / Verstegen (2022).

20 Mührenberg / Verstegen (2022); Verstegen et al. (2022).

21 <https://www.ca.phil.fau.de/forschung/projekte/teaching-early-christian-archaeology-with-augmented-reality/> (abgerufen am 20.03.2023).

22 Verstegen / Kremer (2023).

23 Madhu et al. (2019); Madhu et al. (2022); Bendschus et al. (2022); Mührenberg et al. (2022); Madhu et al. (2023).

24 <https://www.dainst.org/wer-wir-sind/mitarbeitende/noslug/564> (abgerufen am 10.10.2023).

Hierzu zählt auch das Projekt *ClareNet – Klassifikationen und Repräsentationen für Netzwerke. Von Typen und Merkmalen zu Linked Open Data bei keltischen Münzprägungen* (Abstract Nr. 4), in dem Chrisowalandis Deligio, M.Sc., als Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Informatik tätig ist.²⁵ Er ist an der Goethe-Universität Frankfurt am Main angestellt und sein Fokus liegt innerhalb des Projektes auf der Anwendung KI-gestützter Methoden auf keltische Münzen.

Dr. Katja Rösler, Prähistorische Archäologin, ist zuständig für das Forschungsdatenmanagement-Teilprojekt *Normdaten für archäologische Objekte* der Zentralen Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Archäologischen Institutes und arbeitet mit Kerstin Hofmann im Akademievorhaben *disiecta membra*²⁶ zusammen. Im *ClareNet*-Projekt setzt sie sich insbesondere mit der kritischen Reflexion archäologischer Methoden und Begrifflichkeiten auseinander.²⁷

Die Moderatorin Dr. Elisabeth Günther war Akademische Rätin a.Z. im Fach Klassische Archäologie der Universität Trier. Seit April 2023 ist sie als Akademische Rätin am Institut für Klassische Archäologie und Byzantinische Archäologie der Universität Heidelberg tätig.²⁸ Sie war und ist an mehreren interdisziplinären wie internationalen Lehrprojekten zur Erstellung einer Onlineausstellung mit interaktiven Karten beteiligt.²⁹

Abstracts der Projekte der Sprecherinnen und Sprecher

Abstract 1: *EGRAPHSEN?* – Möglichkeiten und Grenzen der digitalen Malerzuweisung am Beispiel des *Berliner Malers*

Prof. Dr. Martin Langner, Marta Kipke, M.A. (Institut für Digital Humanities, Georg August-Universität Göttingen)

In der Klassischen Archäologie ist die Arbeit von John D. Beazley und sein Beitrag zur Erforschung der griechischen Vasenmalerei gut bekannt. Unter Verwendung und Anpassung der Methode Morellis verglich er spezifische Details der Bilder miteinander, um die ‚Handschriften‘ der Maler zu erkennen.³⁰ Insbesondere im Licht der rasanten Entwicklung computergestützter Analysemethoden ist eine Revision der Methode nun angemessen. Dabei ist es nicht nur interessant, sie in Hinblick auf den Erkenntnisgewinn über Werkstätten- und Stilgeschichte zu betrachten, sondern auch unter dem Blickpunkt des schwer fassbaren Phänomens menschlicher Kennerschaft.

25 <https://clarenet.hypotheses.org/team/chrisowalandis-deligio> (abgerufen am 03.06.2023).

26 <https://www.adwmainz.de/projekte/disiecta-membra-steinarchitektur-und-staedtewesen-im-roemischen-deutschland/informationen.html> (abgerufen am 19.06.2023).

27 <https://clarenet.hypotheses.org/team/katja-roesler> (abgerufen am 03.06.2023).

28 <https://www.uni-heidelberg.de/fakultaeten/philosophie/zaw/klarch/mitarbeiter/guenther.html> (abgerufen am 21.04.2023).

29 Studentische numismatische Ausstellung *Machtszenarien – Scenarios of Power* 2019 am Institut für Klassische Archäologie der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und am Institute for the History of Ancient Civilizations, Northeast Normal University, Changchun, China, gemeinsam mit Prof. Dr. Sven Günther: <https://www.klassischearchaeologie.phil.fau.de/ausstellungen/machtszenarien-scenarios-of-power-eine-numismatische-ausstellung/welcome-to-our-international-exhibition-of-roman-coins/> (abgerufen am 13.12.2022), s. hierzu Günther / Günther (2021). Zu weiteren Digitalprojekten von Elisabeth Günther s. Günther / Günther (2022a); Günther / Günther (2022b); Günther (2022).

30 Graepler (2016).

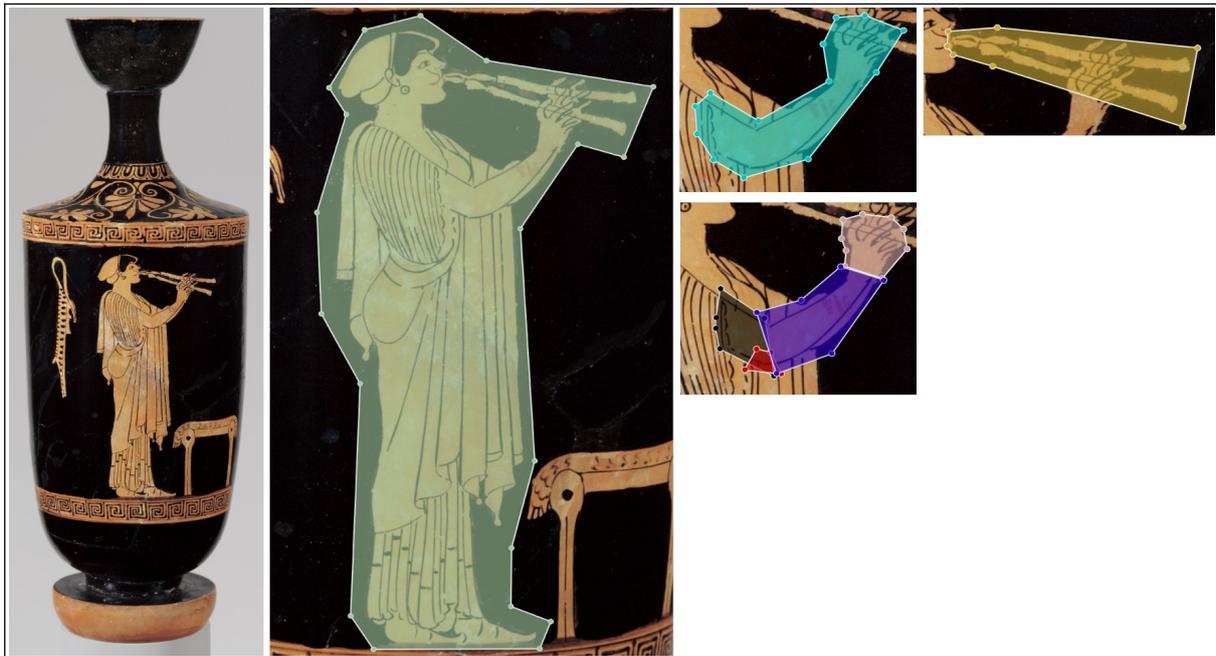


Abb. 1: Hierarchisches Annotationssystem am Beispiel des Armes einer Flötenspielerin. Darstellung auf einer Lekythos in New York (Metropolitan Museum, Inv.-Nr. 24.97.28).

Im Projekt *EGRAPHSEN. Möglichkeiten und Perspektiven der digitalen Malerzuweisung bei attischen Vasen*³¹ widmen wir uns diesem Prozess deswegen aus einer neuartigen Perspektive. Denn Muster in Bildern zu erkennen und Klassifizierungen anhand erkannter Merkmale vorzunehmen, ist nicht nur einem trainierten menschlichen Auge zu eigen. Ein ähnliches Vorgehen hat in der Informatik im Bereich *Computer Vision* schon seit vielen Jahren Eingang gefunden und wird auch im Bereich der Digital Humanities zur Beantwortung geisteswissenschaftlicher Klassifizierungsfragen verwendet.³² Konkret bedeutet das für unser Vorhaben, dass wir im Rahmen dieser Fragestellung die Verwendung künstlicher neuronaler Netze in einem *supervised learning approach* untersuchen möchten.

Um der Komplexität dieser Fragestellung gerecht zu werden, haben wir ein kleinteiliges und ausführliches Annotationssystem entwickelt. Es basiert auf einem hierarchischen Prinzip: Zunächst wird eine Figur als solche annotiert, dann ihre Bestandteile (wie Körperteile, Kleidung und Attribute) und schließlich die Details dieser Bestandteile. Ein Arm ist beispielsweise untergliedert in Oberarm, Ellbogen, Unterarm und Hand (Abb. 1). Die Beziehungen der Elemente zu ihren Bestandteilen erfolgt über die Benennung einer *parent-child*-Beziehung. Zusätzlich zu dieser Benennung der annotierten Abschnitte werden auch weitere Details zur Darstellungsweise in Bezug auf Zustand, Aktionen und Orientierung des annotierten Bereichs angegeben. So kann ein Arm gebeugt oder ausgestreckt sein, eine Hand kann etwas halten und Körperteile können zuweilen auch frontal dargestellt sein. Ferner werden auch die Interaktionen der Figuren miteinander annotiert und die Figuren benannt, soweit sie identifizierbar sind.

Diese Annotationsweise soll zwei wichtige Aspekte im Trainingsprozess gewährleisten: Erstens dient diese Zerlegung der Bilder dazu, mögliche Einflüsse des Gesamtmotivs zu reduzieren und den Fokus auf die Linienführung zu setzen. Zweitens sollen unterschiedliche Details, Kombinationen von Details und Detailebenen darauf untersucht werden, wie gut sie sich für eine Malerzuweisung eignen. Dabei

31 Das Kooperationsprojekt führen wir gemeinsam mit dem *Information Systems and Machine Learning Lab* der Universität Hildesheim (Prof. Dr. Lars Schmidt-Thieme und Lukas Brinkmeyer) durch. Das Niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur fördert das Forschungsprojekt im Rahmen des Programms *Geistes- und Kulturwissenschaften – digital*.

32 S. z.B. Arnold / Tilton (2021).

können die zusätzlich annotierten Informationen dazu dienen, auffällige Darstellungsweisen zu filtern und mögliche *biases* in den Daten ausfindig zu machen.

Eine derartig kleinteilige Annotation ist aufwendig und zeitintensiv, jedoch zwingend erforderlich, um die Frage einem geisteswissenschaftlichen Anspruch genügend und mit der notwendigen Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse zu untersuchen. Dementgegen steht die Bedingung der Verfahren, möglichst große Datensätze für das Training zu verwenden. Deswegen haben wir ein Annotationstool entwickelt, das in einem halbautomatischen Workflow den Arbeitsprozess beschleunigt und optimiert (Abb. 2).³³ Es basiert auf einer *Python*-Adaption des Tools *LabelMe*³⁴, welches von uns um eine *object-detection*-Komponente erweitert wurde. Als Rückgrat dient dabei das *YOLOv3*-Modell³⁵ und der *COCO*-Datensatz³⁶ zum Training der unteren *layer*. Für die oberen *layer* wurden unsere eigenen, zunächst händisch vorgenommenen Annotationen verwendet.

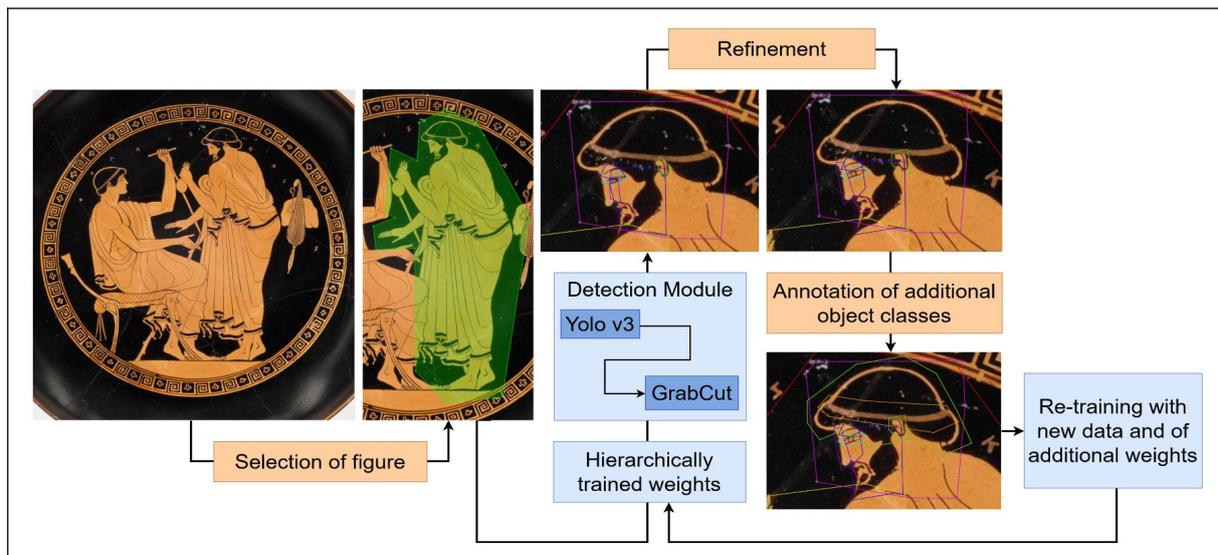


Abb. 2: Workflow für die halbautomatische Bildannotation am Beispiel einer Schale aus New York (Metropolitan Museum, Inv.-Nr. 52.11.4). Orange markiert sind die menschlichen Arbeitsschritte, blau die Prozesse der *object-detection*-Komponente.

Der Vorteil an *YOLOv3* ist, dass die Aufgabe der Klassifikation und der Lokalisierung kombiniert werden und deswegen eine hohe Genauigkeit erzielt werden kann. Außerdem nutzen wir unser hierarchisches Annotationssystem auch zur Optimierung unserer *object-detection*-Komponente: Zunächst markiert der/die User*in eine Figur. Dann wird nur in diesem Bereich nach der nächsten hierarchischen Ebene, also Armen, Beinen, Kleidungsstücken etc. gesucht. Wiederum nur in diesen Bereichen wird dann die nächste Detailsbene erkannt.

Auf diese Weise können fehlerhafte Klassifikationen verringert werden und auch auf vergleichsweise geringer Datenmenge im Trainingssatz bereits sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Um aus den rechteckigen Regionen nun polygonale Annotationen zu machen, wird der *GrabCut*-Algorithmus³⁷ verwendet. Der*die User*in hat dann die Möglichkeit, die annotierten Polygone zu korrigieren und die Annotation mit weiteren Informationen anzureichern. Die hierarchischen *parent-child*-Beziehungen sind jedoch fest einprogrammiert und müssen nicht mehr händisch annotiert werden, was nicht nur den Arbeits-, sondern auch den Korrekturprozess deutlich beschleunigt.

33 Kipke et al. (2022).

34 *PyLabelMe*. A Simple Image Annotation: <https://github.com/mpitid/pylabelme> (abgerufen am 25.03.2023).

35 Redmon / Farhadi (2018).

36 Lin et al. (2014).

37 Rother et al. (2004).

Somit war es uns möglich, einen Datensatz mit über 120.000 Einzelannotationen zu erstellen und ein Modell zu trainieren, das in der Malerzuweisung eine hohe Trefferquote erzielt. So lässt sich die Frage der Malerzuweisung und Kennerschaft beispielsweise anhand des Berliner Malers, seines Umfelds, seiner Schüler, seiner Werkstatt und Vorläufer und Zeitgenossen untersuchen. Dabei werden starke Signale, also Zusammenhänge zwischen den Bildern, in den Daten deutlich, die einer kritischen Deutung bedürfen. Während viele Hinweise dafür sprechen, dass die Handschrift des Malers erfolgreich trainiert wurde, sind auch Ähnlichkeiten auf Grundlage chronologischer, motivischer oder formtypologischer Zusammenhänge zu erkennen. Eine Untersuchung dieser Ähnlichkeitsnetzwerke verspricht nicht nur Erkenntnisse in der Frage der Malerzuweisung, sondern auch der Phänomene von Ähnlichkeit und Stil im Allgemeinen.

Link zum Projekt: <https://www.uni-goettingen.de/de/598165.html> (abgerufen am 05.06.2023).

Abstract 2: *Iconographics* – Klassische Archäologie

Prof. Dr. Corinna Reinhardt, Dr. Torsten Bendschus (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)

Wie Interaktionen von Personen anhand ihrer Körperhaltungen und Armbewegungen im Bild gezeigt werden und wie ihre Analyse durch Methoden der *Computer Vision* und des *Deep Learning* unterstützt werden kann, bildet einen Schwerpunkt des von der *Emerging Fields Initiative* der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg geförderten interdisziplinären Forschungsprojekts *Iconographics. Computational Understanding of Iconography and Narration in Visual Cultural Heritage* in Zusammenarbeit der Kunstgeschichte, der Klassischen Archäologie, der Christlichen Archäologie sowie dem *Pattern Recognition Lab* der FAU Erlangen-Nürnberg.

Für viele beliebte Bilderzählungen der rotfigurigen Vasenmalerei des 5. Jh. v. Chr. bilden spezifische Interaktionen der dargestellten Figuren ein wiedererkennbares Schema, so beispielsweise für die Liebesverfolgung verschiedener Sterblicher durch Gottheiten:³⁸ Der verfolgende Part stürmt auf diesen Bildern weit ausschreitend mit ausgestreckten Armen und bisweilen mit Attributen bewaffnet auf eine zweite Person zu, die meist die Flucht ergreift und mit den Armen gestikuliert (Abb. 3). Das Geschehen ergänzen oft weitere fliehende Personen, die dieselben Gesten wie die Hauptpersonen aufgreifen und damit verstärken, oder leicht abwandeln (Abb. 4). Die Körpersprache leistet im Bild durch die relative Konstanz des Bildschemas nicht nur einen Wiedererkennungswert der Ikonographie, sondern ermöglicht durch ihre Varianzen auch signifikante Unterschiede der Bilderzählung, wenn damit beispielsweise die Drastik des Angriffs oder die Reaktion der Verfolgten unterschiedlich zum Thema gemacht wird. So kann der Verfolger beide oder nur einen Arm ausstrecken und kann dabei sogar bisweilen eine Waffe mit sich führen. Auch die Verfolgten können sehr unterschiedliche Reaktionen zeigen – vom Fliehen mit ins Gewand gehüllten Armen über eine abwehrend ausgestreckte Hand bis hin zu über dem Kopf gehaltenen Gegenständen, mit denen sie zum Schlag ausholen.

38 Kaempf-Dimitriadou (1979); Stansbury-O'Donnell (2009).



Abb. 3: Boreas verfolgt Oreithyia. Ausschnitt von einem rotfigurigen Kelchkrater (um 450 v. Chr.) in Erlangen (Antikensammlung, Inv.-Nr. I 387).



Abb. 4: Boreas verfolgt Oreithyia. Vasenbild einer rotfigurigen Oinochoe des Pan-Malers (um 480/70 v. Chr.) in London (British Museum, Inv.-Nr. 1836,0224.68 [E 512]).

Mit dieser Konstanz und Varianz eines zentralen Bildschemas sind viele Fragestellungen verknüpft, die unter anderem die Zeitstellung, die Darstellungsweisen der Gottheiten, oder aber auch Zuweisungen an Maler und Malerkreise umfassen. So zeigt ein erster Überblick aus einem Corpus von circa 600 Liebesverfolgungsszenen, dass z.B. die dem Frauenbad-Maler zugeschriebenen Verfolgungen des Kephalos durch Eos beide Figuren in unterschiedlichen Vasenbildern im exakt gleichen Schema zeigen. Auch der Pisticci-Maler, der Eos einen nicht weiter charakterisierten Jüngling verfolgen lässt, nutzt für

die Darstellung der Ikonographie zwar andere Körperhaltungen für Verfolgerin und Verfolgten als der Frauenbad-Maler, ebenso aber auf unterschiedlichen Vasen stets die gleichen. Demgegenüber variiert der Niobiden-Maler in den vielen ihm zugeschriebenen Vasenbildern der Verfolgung der Oreithyia durch Boreas die Darstellungsweisen der beiden Figuren und ihrer Kombination.

Die gestische Interaktion beider Protagonisten ist zudem von besonderem Interesse für die Frage, wie im Bild das (ggf. sogar emotionale) Verhältnis der beiden thematisiert wird, z.B. vor dem Hintergrund der Präsenz von Waffen. Über die Ikonographie hinaus spielen diese Schemata eine Rolle, beispielsweise im Bezug zu den eng verwandten Raub- und Entführungsszenen, die den Ausgang der Verfolgung, das Ergreifen, zeigen. Womöglich konnten die Betrachtenden anhand der Hand- und Armstellungen der Figuren in Verfolgungsszenen bereits den nächsten Teil der Episode gedanklich antizipieren, gerade weil die Vasenmaler die Interaktionen in ähnlicher Weise, aber mit engerem Körperkontakt darstellten.

Derartige Forschungsfragen erfordern es, eine Vielzahl von Bildern in Hinblick auf die Interaktionen der Protagonisten zu vergleichen. Die Ikonographie der Liebesverfolgungen ist häufig bezeugt, so dass sich an ihr exemplarisch zentrale Anforderungen an die computergestützte Bildanalyse ableiten und verschiedene Verfahren testen lassen. Dabei stellt die computergestützte Visualisierung von Ähnlichkeitsrelationen einen wichtigen Schritt für die weitere Auswertung dar. Zwei mögliche Wege werden diskutiert: Beim ersten handelt es sich um ein im Rahmen einer Masterarbeit des Projekts von Angel Villar-Corrales am *Pattern Recognition Lab* der FAU Erlangen-Nürnberg entwickeltes Anwendungstool, das in einem beliebigen hochgeladenen Bild Figuren auffindet sowie ihre Körperhaltungen automatisch ermittelt und anschließend aus einem hinterlegten Bildpool Bilder mit vergleichbaren Körperhaltungen anzuzeigen vermag. Grundlage hierfür ist eine digitale Posenerkennung (*pose estimation*), deren Anwendung zunächst ein weiteres Training spezifisch für Vasenbilder nötig machte. Hierfür wurde zum einen das moderne Bilderset von *COCO-Persons* mittels *style-transfer*-Verfahren dem ‚Stil‘ (vor allem dem Kolorit) der Vasenmalerei angepasst.³⁹ Zum anderen wurden dem Modell zusätzlich manuelle Annotationen von bis zu 18 Gelenkpunkten in circa 2.000 Vasenbildern zur Verfügung gestellt. Das Ergebnis sukzessiver Anpassungen und Trainingsphasen ist eine robuste digitale Posenerkennung, die Personen in Vasenbildern lokalisiert, ihre Gelenkpunkte feststellt und mittels *pose parsing* zu *Posenskeletten* vernetzt. Das Tool ist imstande, Körperhaltungen in frei wählbaren Bildern nicht nur zu ermitteln, sondern die Posenskelette auch basierend auf Distanzmetriken mit den Körperhaltungen von Figuren in einem hinterlegten Bilddatensatz zu vergleichen und damit Ergebnisse graduell abgestuft zu visualisieren (Abb. 5). Herausforderungen bestehen hier (wie auch generell für archäologisches Material in der digitalen Bildanalyse) durch fragmentierte Erhaltungszustände, Überlappungen und Faltenwurf, die heterogene Qualität des Bildmaterials, aber auch durch die Krümmung des dreidimensionalen Bildträgers.⁴⁰ Die Konzentration auf Gelenkpunkte ermöglicht es bereits vielfach, sehr ähnliche Körperhaltungen miteinander zu vernetzen. Sie macht es jedoch nicht möglich, detailliertere Gesten, für die die Stellung der Finger oder die Drehungen der Handflächen relevant sind, wiederzuerkennen. Hier könnte die Kombination mit anderen Verfahren, z.B. einer speziell trainierten *object detection* (Abb. 6), eine Verfeinerung der Ergebnisse bewirken.

39 Madhu et al. (2023).

40 Bendschus et al. (2022).

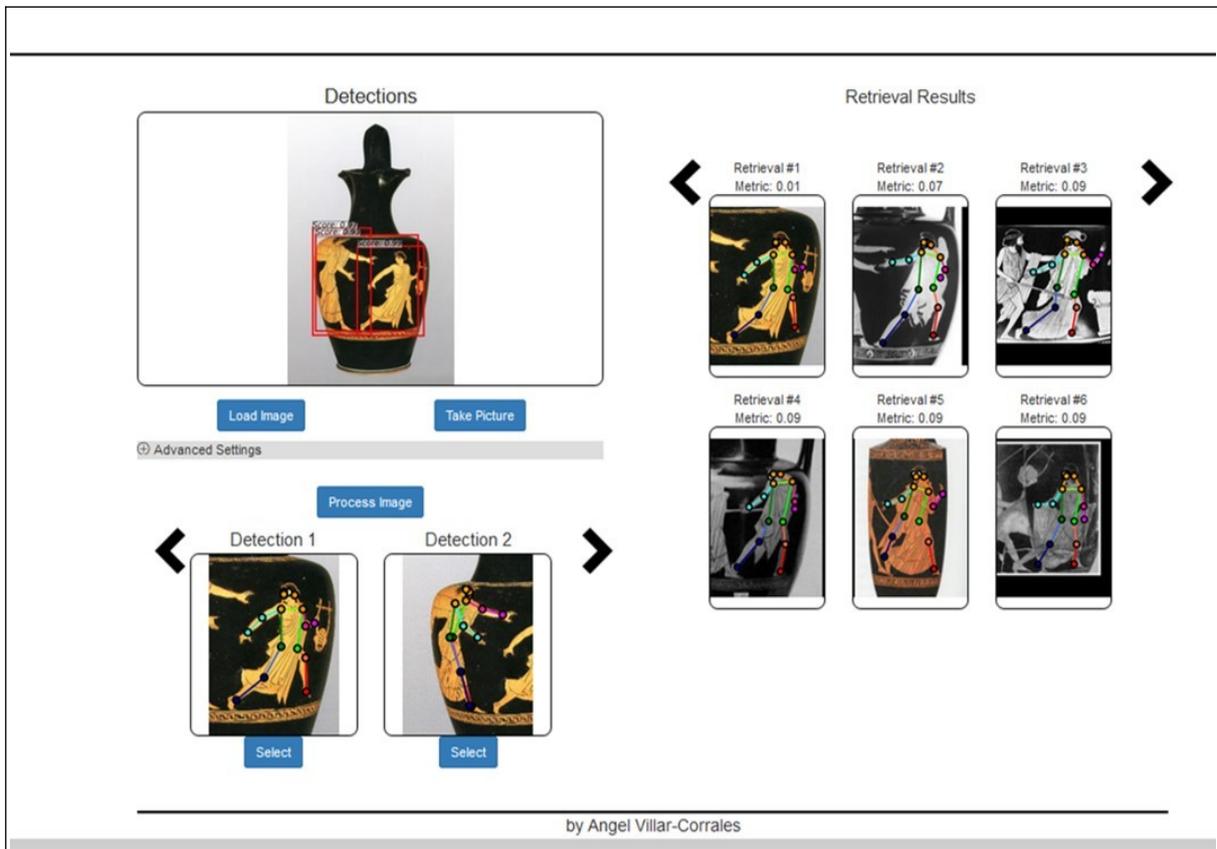


Abb. 5: Das projektinterne *Pose-based-Image-Retrieval-Tool* von Angel Villar-Corrales.

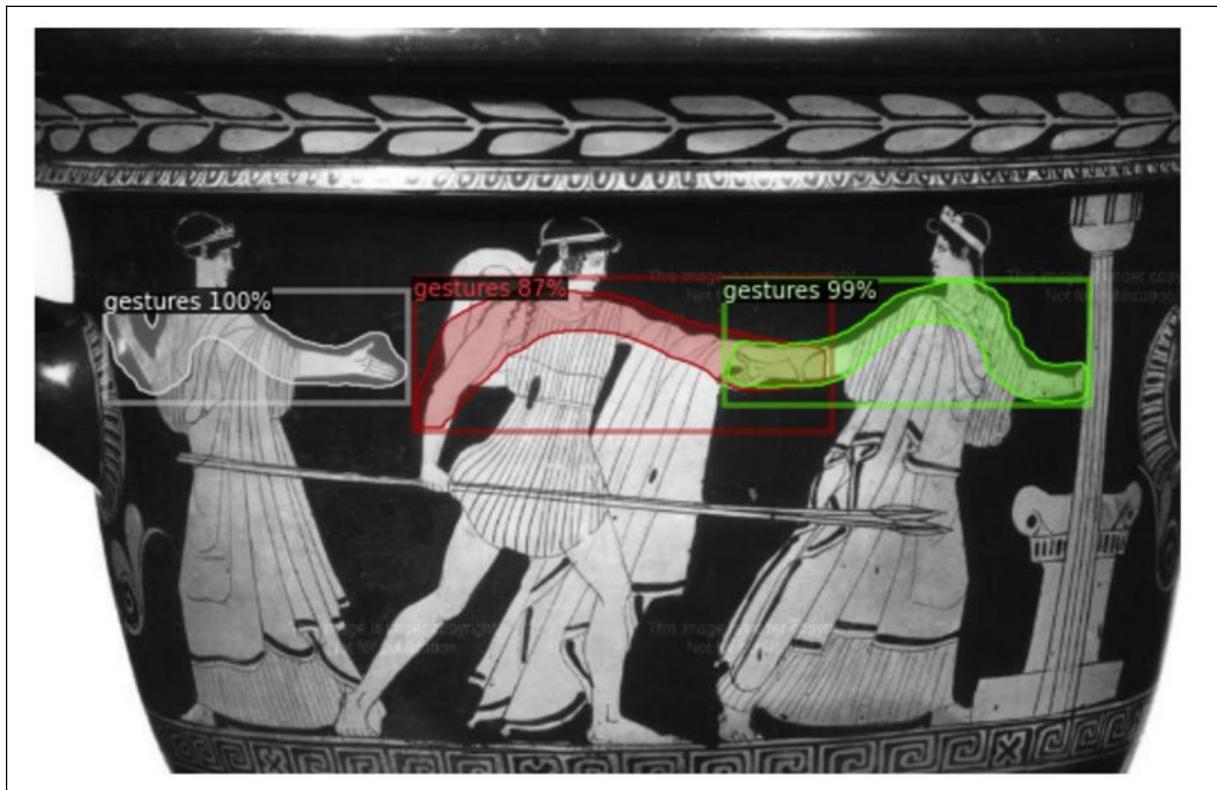


Abb. 6: Beispiele für die Erkennung von spezifischen Gesten mit dem Verfahren der digitalen Objekterkennung.

Als zweite Methode wurde das Bild-*clustering* in sogenannten *UMAP*- oder *PixPlots*⁴¹ erprobt, welche Bilder anhand verschiedener Aspekte von Ähnlichkeiten miteinander in Beziehung setzen und automatisch als Cluster sortieren. Hierbei ist das *unsupervised clustering* mit demjenigen *clustering* zu vergleichen, das bereits verschiedene Modifikationen des Bildmaterials nutzt. Ersteres führt auf Grund der Heterogenität des vorliegenden Bildmaterials dazu, dass neben den dargestellten Figuren auch zahlreiche andere Elemente des Bildes als relevant für die Frage nach einer Ähnlichkeit einbezogen werden, z.B. die Formen des Bildausschnitts, die Henkel der Vase, Farbdivergenzen oder Ähnliches. Dies hatte in einem ersten Schritt eine Sortierung vor allem nach Farbigkeit und Gefäßformen zur Folge. In einem zweiten Schritt wurden daher alle Bilder in Graustufen konvertiert und die Figuren der Verfolger sowie Flihenden manuell annotiert. Auf diesem Wege wurden Farbdivergenzen minimiert und nur die annotierten Bildbereiche für den digitalen Vergleich herangezogen. Noch immer ist festzustellen, dass Bildinformationen wie der Graustufenwert oder Verzerrungen, die durch den Blickwinkel der Fotograf*innen oder die Dreidimensionalität des Vasenkörpers entstehen, das Ergebnis beeinflussen. Nach vorheriger Modifikation ist eine automatische Sortierung des Bildcorpus nun allerdings insofern erfolgreich, dass der Algorithmus beispielsweise korrekt fliehende Figuren oder sogar Eos und Boreas als unbewaffnete geflügelte Verfolger jeweils zueinander gruppiert (Abb. 7). Eine weitere Verbesserung der Resultate im Hinblick auf die Körperhaltungen der Figuren gelang erneut durch eine Kombination verschiedener Methoden: Stellt man dem Algorithmus allein die Posenskelette einer zuvor durchgeführten digitalen Posenerkennung zur Verfügung, bleiben bei der Sortierung die für die Fragestellung irrelevanten Bildinformationen ausgeblendet. Das Modell ist auf dieser Grundlage beispielsweise imstande, alle fliehenden Figuren, die ihre Arme eng am Körper halten, in einem *cluster* zu gruppieren. In Kombination mit vorgeschalteten Modifikationen, die den Herausforderungen im Umgang mit archäologischem Bildmaterial Rechnung tragen, hat das Bild-*clustering* in *UMAP*- oder *PixPlots* somit das Potenzial, große Bildmengen aus der Distanz zu überblicken und verschiedenartig zu strukturieren, damit neue Blickwinkel auf das Material anzuregen und in Verbindung mit den Metadaten der Bilder zu Erkenntnissen hinsichtlich chronologischer Entwicklungen, Malerzuweisungen uvm. zu verhelfen.

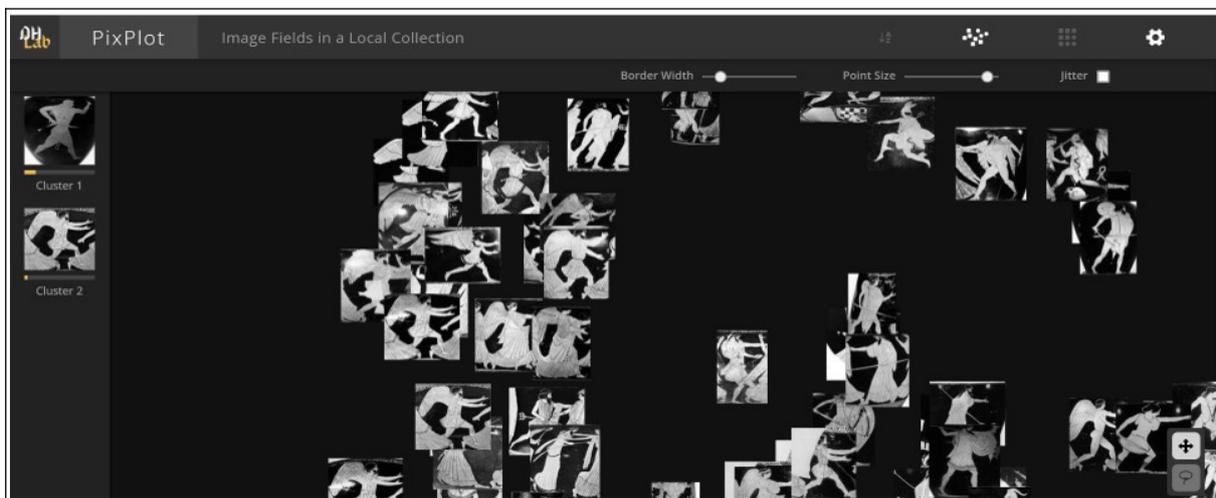


Abb. 7: Ausschnitt eines *clustering* (*PixPlot*) mehrerer Boreas- und Eos-Darstellungen.

Link zum Projekt: <https://www.klassischearchaeologie.phil.fau.de/projekt-iconographics/> (abgerufen am 05.06.2023).

41 Zum *UMAP*-Algorithmus: McInnes / Healey (2018); <https://github.com/YaleDHLab/pix-plot> (abgerufen am 23.07.2023).

Abstract 3: KI-gestützte Objekterkennung (*object detection*) in archäologischen Datensets – Erfahrungen aus archäologischer Perspektive am Beispiel des Projekts *Iconographics* an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Prof. Dr. Ute Versteegen (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)

Verfahren der KI-gestützten automatisierten Objekterkennung (*object detection*) in digitalen Bildern haben in den letzten Jahren den *Consumer*-Bereich erreicht. So ermöglicht bspw. die mobile App *Google Lens* mithilfe von sog. *Deep-Learning*-Routinen, mit der Handykamera aufgenommene Gegenstände zu identifizieren und aus dem Internet extrahierte relevante Informationen zu diesen anzuzeigen. Das von 2019–2022 an der FAU Erlangen-Nürnberg durchgeführte Projekt *Iconographics. Computational Understanding of Iconography and Narration in Visual Cultural Heritage* erforschte in Zusammenarbeit von informatischer *Computer Vision*, Digitaler Kunstgeschichte, Klassischer Archäologie und Christlicher Archäologie die Frage, wie entsprechende Verfahren der Künstlichen Intelligenz für das Analysieren historischer Bildwerke genutzt werden können.⁴² Das Teilprojekt der Christlichen Archäologie widmete sich insbesondere der Aufgabe, die für das Verständnis eines ikonographischen Bildthemas elementaren Grundbestandteile im Bild zu klassifizieren und automatisiert zu detektieren. Im Fallbeispiel wurden eigens zusammengestellte Bildcorpora frühchristlicher und byzantinischer Bilddarstellungen der Verkündigung an Maria und der Anbetung der Magier auf das Vorhandensein charakteristischer Objekte untersucht, die die figürlichen Protagonisten beispielsweise als Kleidungsbestandteile, Attribute oder grundlegende Elemente der Handlung in einer Szene auszeichnen.

Das ikonografische Bildcorpus der Christlichen Archäologie für diese beiden Kernikonographien enthält ca. 1.050 Darstellungen und damit nahezu alle bekannten Werke aus dem interessierenden Zeitraum. Anders als das Corpus der Klassischen Archäologie (vgl. Abstract 2) umfasst es einerseits sehr unterschiedliche Bildgattungen (z.B. Mosaik, Malerei, Relief, Textilien oder Toreutik), andererseits Bildträger stark variierender Formate (vom Apsismosaik bis zum Ringstein). Die im Corpus erfassten Werke decken ein chronologisches Spektrum vom dritten bis zum zehnten Jh. n. Chr. (im Westen) bzw. 15. Jh. n. Chr. (im Osten des Mittelmeerraums) ab. Da das Bildcorpus im Teilprojekt der Kunstgeschichte dieselben Themen (Verkündigung und Magieranbetung) für die westliche Kunst berücksichtigte, ergänzten diese beiden Corpora einander.

Nach Erstellen der Bildcorpora wurde das Bildmaterial mithilfe des *VGG Image Annotator (VIA)*⁴³ annotiert, d.h. mit sogenannten *labels* bzw. Objektklassen versehen. Annotiert wurden sowohl für die untersuchten Ikonographien charakteristische Objektklassen wie Körbe, Wolle, das Sitzmöbel Mariens, die Flügel Gabriels oder phrygische Mützen, Hosen und Mäntel der herbeieilenden Magier, als auch die Protagonisten als Gesamtfiguren: Maria, Gabriel und das Jesuskind. Zu Beginn wurden die zu annotierenden Bildbereiche mit Polygonen gekennzeichnet, aufgrund des hohen dafür notwendigen Zeitaufwands in Rücksprache mit den Kollegen der Informatik später mit *bounding boxes*, was den Aufwand pro *label* etwa auf ein Fünftel der Zeit reduzierte.⁴⁴

42 Vgl. zum Projekt: Madhu et al. (2019). Zu den archäologischen Teilprojekten v.a. Bendschus et al. (2022); Mührenberg et al. (2022).

43 <https://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/software/via/> (abgerufen am 20.03.2023).

44 Zum Vorgang des Annotierens: Sager et al. (2021). Exemplarisch zur Nutzung von *bounding boxes* für die Annotation kulturhistorischer Bildcorpora: Van Zuijlen et al. (2021).

Im nächsten Schritt wurden erste Versuche der automatisierten Objekterkennung gemacht, indem ein künstliches neuronales Netz auf der anhand des *COCO*-Datensets vortrainierten Basis des *Resnet50* mittels eines sogenannten *supervised-training*-Ansatzes speziell auf unser Material weiter trainiert wurde.⁴⁵ Beim *supervised-training*-Ansatz wird das KI-Modell durch ein *dataset* angeleitet, das die Zusammenstellung der Bilder und die Expertenannotationen der relevanten Objektklassen enthält. Das Modell generiert daraufhin weitere *labels*, die in einem zyklischen Arbeitsablauf wiederum durch Fachwissenschaftler*innen korrigiert werden. Als auf *Resnet50* aufsetzende Architektur des Netzes wurde zunächst *RetinaNet* genutzt, im Laufe des Projekts dann zu *Faster RCNN* (*Faster Region-based Convolutional Neural Networks*) gewechselt, da letzteres nicht nur schneller war, sondern über verschiedene Domains hinweg bessere Ergebnisse erzielte. Für die digitale Erkennung von Objekten in antiken Vasenbildern hat *RetinaNet* Ergebnisse mit einer durchschnittlichen Genauigkeit (*average precision*) von 30,5% geliefert, wenn dem Modell andere, bislang unbekannte Bilder gezeigt wurden (Trainingsset – Testset), *Faster RCNN* mit 31,8%. Mit knapp 32% lag die Performanz des genutzten Modells für antike Vasenbilder damit nur geringfügig unter der Leistung des gleichen Modells für die Objekterkennung in modernen Fotografien, welche bei 35,9% liegt.⁴⁶ Auf das christlich-archäologische Datenset konnte dieses Verfahren zunächst nicht angewandt werden, zum einen, weil das annotierte Bildcorpus zu heterogen bezüglich des Stils, der Größen und des Materials der darin repräsentierten Artefakte war, zum anderen, weil 1.000 annotierte Bilddatensätze für das Training eines KI-Modells eine zu kleine Menge sind. Die Datenbasis für das Trainieren des Modells wurde daher so erweitert, dass neben nicht-christlichen römischen, frühchristlichen und byzantinischen Darstellungen, die andere Szenen zeigen, auch einige antik-griechische und mittelalterliche Bildwerke einbezogen wurden, die eine Darstellung derjenigen Objekte beinhalten, welche für die Ikonographien der Verkündigung und Magieranbetung charakteristisch sind. Dadurch konnte das Corpus auf annähernd 9.000 Abbildungen mit 18.000 Annotationen erweitert werden. Insgesamt lieferte die Objekterkennung mit dem *supervised-learning*-Ansatz auf der Basis dieses erweiterten Bildcorpus für die Annotationen auf Objektebene schließlich dennoch nur eine Performanz von 22,9% mit *Faster RCNN*, was wesentlich unter den Ergebnissen für moderne Fotografien und auch für das Datenset der Klassischen Archäologie lag und auf die zu große Heterogenität des christlich-archäologischen Bildcorpus zurückzuführen war.

Ein Nachteil der Nutzung von neuronalen Netzen wie *Retinanet* oder *Faster RCNN* liegt darin, dass für jegliche Anwendung auf ein abweichendes Set von Objektkategorien stets neue Expertenannotationen benötigt werden. In einem nächsten Schritt wurde in *Iconographics* daher der Ansatz der sogenannten *few-shot object detection* (*FSOD*) verfolgt, der anhand einer geringen Anzahl von Annotationen trainiert werden kann und gleichzeitig fähig ist, eigenständig neue Objektklassen zu erkennen.⁴⁷ Im Gegensatz zu den zuvor genannten neuronalen Netzen funktioniert die Objektdetektion in einem Bilddatenset hier nicht im Zuge eines zweistufigen Verfahrens, sondern Detektieren und Klassifikation werden in einem Arbeitsgang miteinander verbunden (*real-time object detection*).⁴⁸ Das Objekterkennungsmodell wird zunächst für ein Set von Objektklassen trainiert und anschließend anhand eines sich von diesem unterscheidenden Set von Objekten getestet.⁴⁹ Hierfür werden dem trainierten Modell zwei Bilder gezeigt: Zum einen ein Abfragebild (*query image*), das das gesuchte Objekt zeigt, zum anderen ein Zielbild (*target image*), in dem dieses Objekt digital erkannt werden

45 *Resnet50* wird seit 2015 für die Bilderkennung in der Computer Vision eingesetzt. Vgl. He et al. (2015). Zu *COCO* (*Microsoft Common Objects in Context*): <https://paperswithcode.com/dataset/coco> (abgerufen am 20.03.2023).

46 https://paperswithcode.com/sota/object-detection-on-coco?tag_filter=3, Modell #40 (*RetinaNet*) (abgerufen am 20.03.2023).

47 Madhu et al. (2022).

48 Redmon et al. (2016); Liu et al. (2016).

49 Zur Vorgehensweise im *Iconographics*-Projekt: Madhu et al. (2022).

soll (Abb. 8). Abhängig von der Zahl n an Abfragebildern wird diese Methode als N (*one/two/three/few*)-*shot object detection* bezeichnet, wobei im Falle mehrerer Abfragebilder diese immer das gleiche Objekt zeigen müssen. Theoretisch erlaubt es dieses Verfahren, ein trainiertes Modell zu nutzen, um beliebige Objekte in einem Zielbild zu erfassen, auf welche das Modell zuvor nicht explizit trainiert wurde (*UnSeen categories* im Verhältnis zu *Seen categories*). Verglichen mit der Leistung bei modernen Fotografien, die bei 22% liegt, war die Performance dieses Modells mit unserem christlich-archäologischen Bildmaterial noch sehr gering, nämlich gerade einmal 3,58%. Die Resultate der erstmaligen Anwendung des *few-shot-object-detection*-Ansatzes auf Bilddaten der Christlichen Archäologie haben damit die Schwierigkeiten bestätigt, die in der geringen Menge des Ausgangsdatenbestands liegen, der für das Training einer KI zur Verfügung steht.

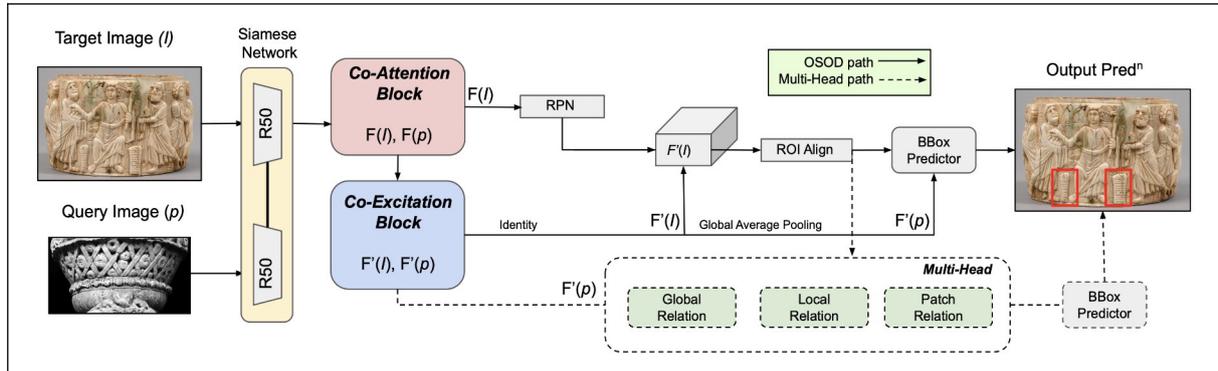


Abb. 8: Architektur des *few-shot object detection framework* im Projekt *Iconographics*.

Aus fachwissenschaftlicher Sicht waren wir uns im Projekt aber einig darüber, dass der *few-shot-object-detection*-Ansatz gegenüber denjenigen Verfahren, die eine große Menge an Bildern und Annotationen benötigen, dennoch Vorteile besitzt und prospektiv interessante Perspektiven eröffnen könnte (kein erwartbarer Anstieg der Ausgangsbasis an archäologischen Artefakten, Erzielen von Ergebnissen ohne hohen personellen und zeitlichen Aufwand). Das Verfahren erlaubt insbesondere, beliebige Objekte in einem Bild zu erfassen, auf die die KI-Modelle im Vorfeld weder hingewiesen noch trainiert worden sind. Bei einer Objektsuche können also auch Objekte in den Fokus gerückt werden, die zuvor bei der Annotation noch keine Beachtung gefunden haben, weil sie beispielsweise für ein Vorgängerprojekt nicht von Interesse waren.⁵⁰

In der transdisziplinären Diskussion zwischen den Projektpartnern stellten sich schließlich auch die Möglichkeiten statistischer Auswertungen und mathematischer Korrelationen als interessante Perspektiven für künftige Fragestellungen heraus. Die Größen der *bounding boxes* für einzelne Objektklassen wurden etwa in Relation zur jeweiligen Größe des gesamten Bildes gesetzt, um festzustellen, wie prominent einzelne ikonographische Marker ins Bild gebracht werden. Jenseits aller Fallstricke statistischer Auswertungen legten diese Auswertungen zumindest gewisse Tendenzen nahe. In einer feiner skalierten Darstellung war z.B. klar erkennbar, dass Flügel innerhalb der (apokryphen) Ikonographie der Verkündigung signifikant mehr Platz einnehmen als Körbe. Ausrechnen lassen sich auch Abstände von Objekten zu Personen oder von wiederkehrenden Objekten untereinander. Darüber hinaus sind zum Beispiel auch Kombinationsstatistiken zum gleichzeitigen Vorkommen mehrerer charakteristischer Objektklassen einer Ikonographie leicht möglich.

Ein anderer Punkt, zu dem wir mit den beteiligten Informatikern in einen interessanten Austausch gekommen sind, sind Überlegungen zu den *predictions* der KI-Modelle. Als besonders aufschlussreich erwiesen sich die aus menschlicher Sicht begangenen ‚Fehler‘ der Modelle in den Objektdetektionen (Abb. 9). So gibt es Hinweise darauf, dass die gängigen neuronalen Netze Objekte wesentlich stärker anhand von Texturen als anhand von Umrissen detektieren, was der menschlichen Wahrnehmung des

50 Bendschus et al. (2022).

Erkennens von Objekten entgegensteht.⁵¹ Solche Fragen sind nicht nur aus bildwissenschaftlicher Perspektive von Interesse, sondern auch aus rein projektpraktischer für das Annotieren von Objekten. Gingen wir als Fachwissenschaftler*innen davon aus, dass wir durch das genaue Definieren der Objektumrisse mit Polygonen möglicherweise bessere Ergebnisse erzielt hätten als mit den rechteckigen *bounding boxes*, sprechen aktuelle Forschungen wie diese dafür, dass die genaue Umrissdefinition möglicherweise für das maschinelle Detektieren zumindest im Moment gar nicht von so großer Bedeutung ist und man sich diesen Aufwand sparen kann.

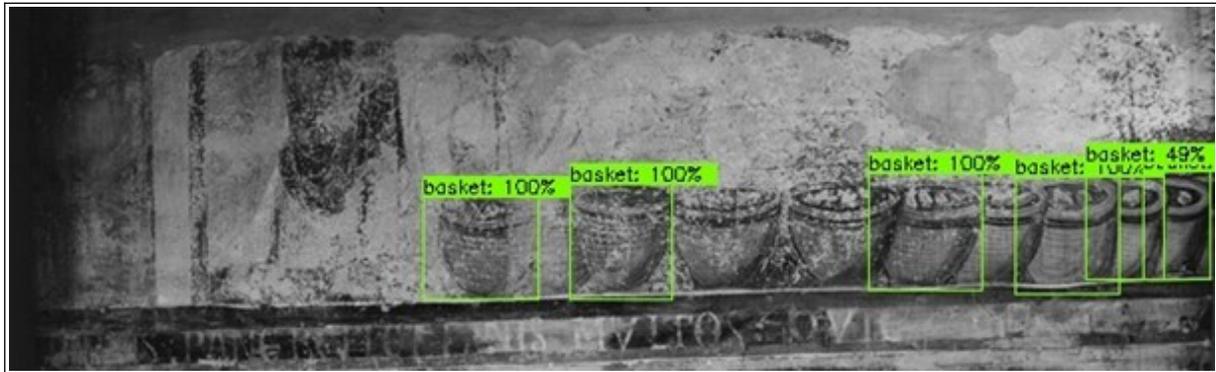


Abb. 9: Fallbeispiel einer *object detection* von Körben (*basket*), das zeigt, dass klare Umrisslinien nicht entscheidend für die Objekterkennung durch das KI-Modell waren.

Im Rahmen des *few-shot-object-detection*-Ansatzes haben wir außerdem Tests dazu gemacht, inwiefern die Genauigkeit der Lage der *bounding box* um das annotierte Objekt eine Rolle bei der Objektdetektion spielt. Hierbei wurde deutlich, dass die Modelle die besten Ergebnisse erzielten, wenn dem Modell beim Training nicht nur die Box um das relevante Objekt gezeigt, sondern der Bildausschnitt etwas größer gewählt wurde, so dass auch der umgebende Kontext mit angelernt wurde.⁵²

Link zum Projekt: <https://www.ca.phil.fau.de/forschung/projekte/iconographics/> (abgerufen am 04.06.2023).

Abstract 4: *Visuality reCOINed?* Neue epistemische Praktiken der Klassifikation und Repräsentation keltischer Münzen im Digitalen

Dr. Katja Rösler, Dr. Kerstin P. Hofmann, Chrisowalandis Deligio, M.Sc. (Römisch-Germanische Kommission des Deutschen Archäologischen Instituts, Frankfurt am Main, und Goethe-Universität Frankfurt am Main)

Dinge der Welt, in unserem Fall Münzen, werden im Zuge verschiedener Suchbewegungen, Praktiken und Konzeptualisierungen zu Erkenntnisobjekten.⁵³ Nicht selten werden sie in diesem Zusammenhang klassifiziert und repräsentiert. Hierbei spielt die Visualität gleich in mehrfacher Hinsicht eine Rolle, denn Dinge können besonders gut optisch wahrgenommen werden und das Wahrgenommene wird wiederum mit Bedeutung versehen. Ferner dienen neben Texten Visualisierungen zur Sichtbarmachung und Kommunikation von Wissen über Dinge. Ihre Relevanz nimmt im wissenschaftlichen Kontext gerade auch im Zuge der Digitalisierung immer mehr zu. Am Beispiel dreier keltischer Münzserien fragen wir uns im Rahmen des BMBF-Projektes *ClareNet – Klassifikationen und Repräsentationen für Netzwerke. Von Typen und Merkmalen zu Linked Open*

51 Geirhos et al. (2019).

52 Madhu et al. (2022).

53 Lobinger (2015); Hilgert et al. (2018).

Data bei keltischen Münzprägungen, inwiefern sich unsere Wissenspraktiken und Visualität dabei verändern.⁵⁴

Der amerikanische Kulturhistoriker Hal Foster hat 1988 einen für die *visual culture studies* wegweisenden Diskussionsbeitrag geleistet, indem er zwischen den Mechanismen und Gegebenheiten des Sehens – *vision* – und den historischen Techniken, ihren diskursiven Konstruktionen und Determinierungen – *visuality* – unterschied.⁵⁵ Seitdem werden *vision* und *visuality* in den Kulturwissenschaften oft mit einem medienanalytischen Ansatz für unsere Alltagskultur untersucht. Unseres Erachtens kann man viele der Erkenntnisse aber auch gewinnbringend ins Feld der archäologischen Wissenschaften übersetzen. So lassen sich nicht nur viele Arten des Sehens, sondern auch des Blickens unterscheiden. Statt den in der feministischen Bild- und Medienwissenschaft offengelegten *male gaze*, der sich mit aus männlicher heterosexueller Perspektive erstellten (Re-)Präsentationen von Frauen auseinandersetzt, stellen wir erste Erkenntnisse zu dem von uns postulierten *classification gaze* vor. Diese Art des Blickens wurde im wissenschaftlichen Feld der Numismatik von uns bei der Zuordnung von Objekten in bereits vorhandene Klassen beobachtet. Ferner zeigen wir, dass dieser klassifikatorische Blick durch Künstliche Intelligenz (KI) reproduziert werden kann und benennen die Gründe hierfür.

Die Numismatik der Antike ist eine spezialisierte Wissenschaft mit einem etablierten Kanon an Verfahren zur Münzbestimmung und -darstellung. Münzen waren Bestandteile der Kunstsammlungen des Spätmittelalters und der Frühen Neuzeit, bevor sie in Münzkabinetten zusammengetragen, ausgestellt sowie inventarisiert und katalogisiert wurden. Die keltischen Münzen waren Teil dieser Sammlungen, wurden aber oft vernachlässigt, da man sich zunächst bevorzugt mit der klassischen Antike auseinandersetzte. Zudem sind die keltischen Münzen im Vergleich zu den römischen und griechischen Münzen chrono-, chorologisch und ikonographisch schwerer bestimmbar. In Katalogen wurden sie exemplarisch abgebildet, es erfolgte eine systematische Ansprache und es wurden Klassifikationen bzw. Typologien erstellt.⁵⁶

Ihre wissenschaftliche Analyse und Repräsentation erfolgten dabei bis heute entlang von Verfahren, die für andere, vor allem griechische und römische Münzen, entwickelt wurden, und das, obwohl die ‚keltischen‘ Münzen sehr augenscheinliche Herausforderungen mit sich bringen: Sie haben eine größere Varianz hinsichtlich ihrer Form, ihrer Beschaffenheit und der Münzbilder innerhalb von einzelnen Münzserien.⁵⁷ Folglich werden an vorwiegend standardisierten Objekten entwickelte epistemologische Praktiken und Repräsentationsweisen auf deutlich weniger standardisierte Objekte angewendet.

Mit Hilfe eines Experiments haben wir erkundet, wie die Mechanismen des von uns postulierten *classification gaze* beim Einordnen von Münzen in bestehende Klassen funktionieren. Hierzu haben wir das Vorgehen eines Numismatikers und eines trainierten *Convolutional Neural Networks* (CNNs, im Folgenden zusammenfassend als KI-Modell bezeichnet) verglichen. Beide wiesen anhand von Fotos Münzen, die der *civitas* der *Coriosolitae* zugeschrieben werden, den in der Numismatik anerkannten sechs Klassen zu. Die Münzen stammen aus dem bislang größten bekannten keltischen Hortfund, le Câtillon II, der insgesamt ca. 70.000 Münzen umfasst. Diese Klassifikation diente als Grundlage für die vom Domain-Experten und seinem Team erstellte *ground truth*, die wiederum für das Experiment als Referenz benutzt wurde, zum einen für das Training des KI-Modells, zum anderen zur Überprüfung der Klassifizierungen durch Numismatiker und KI-Modell.

54 Wigg-Wolf et al. (2022).

55 Foster (1988), ix.

56 S. Göbl (1987). Mit dem 1892 publizierten MünzAtlas von Henri de la Tour liegt eine seitdem oft genutzte Klassifikation und Repräsentationsform der keltischen Münzen vor.

57 Vgl. Colbert de Beaulieu (1973), 14–17.

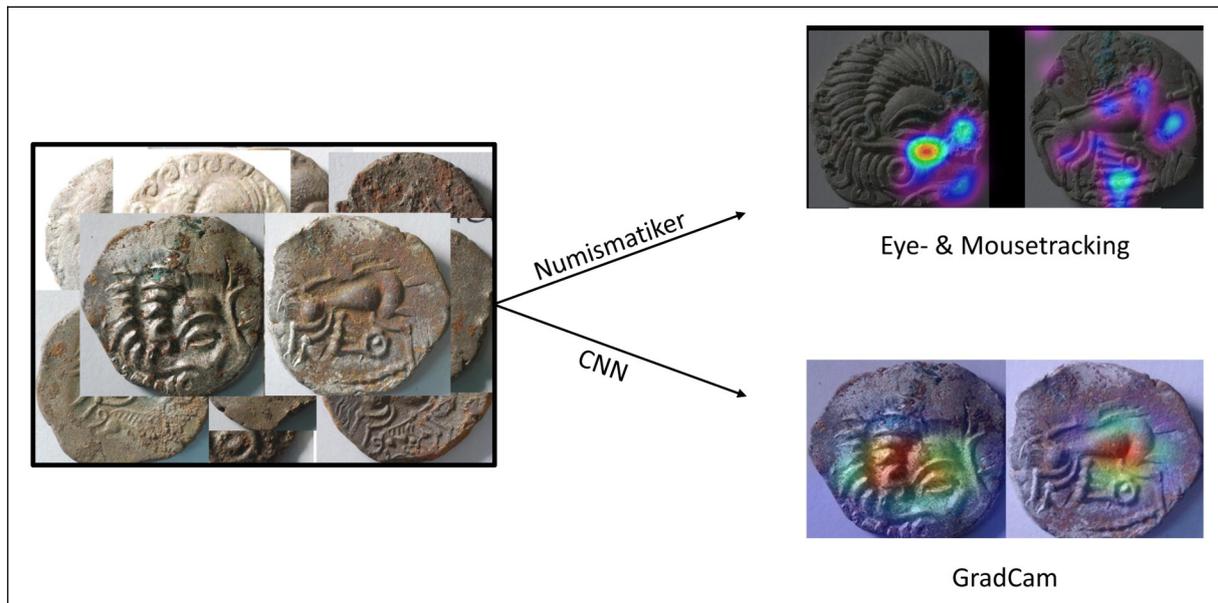


Abb. 10: Visualisierung der zur Entscheidung beitragenden Merkmale durch *heatmaps*.

In beiden Fällen werden *black-box*-Entscheidungen getroffen. Um diese auf einer visuellen Ebene vergleichen zu können, verwendeten wir auf Seite des Numismatikers *Eye- und Mousetracking*⁵⁸ und auf Seite des KI-Modells das sog. *Gradient-weighted Class Activation Mapping*⁵⁹ (Grad-CAM). Durch die Visualisierung der ausgewählten Merkmale war es möglich, die Unterschiede zwischen menschlichem und maschinellem Sehen besser nachvollziehen und dann analysieren zu können (Abb. 10). Die erzeugten *heatmaps* zeigten jene Bereiche, die für das Ermitteln der Klasse relevant waren bzw. zur Entscheidung der Zuordnung maßgeblich beigetragen haben. Der Numismatiker suchte erwartungsgemäß die Merkmale auf Avers und Revers, die in der Numismatik für die Klasseneinteilung als relevant gelten. Es handelt sich also um einen durch kommuniziertes Wissen gelenkten kursorischen Blick. Die Analyse der *heatmaps* des KI-Modells zeigte hingegen, dass auf dem Avers weniger Merkmale beachtet wurden, jedoch größtenteils jene fokussiert wurden, die zentral und über den gesamten Datensatz vorhanden sind. Auf dem Revers fokussierte das KI-Modell ebenso klassenübergreifend auf ein Merkmal, den (oft) mittig im Münzbild dargestellten Pferdekörper, der vom Numismatiker hingegen gar nicht oder kaum beachtet wurde. Sein Blick galt vielmehr den in den Randbereichen des Münzbildes auftretenden Beizeichen (Abb. 11).

Die genannten Visualisierungsmethoden helfen also, die *black-box*-Entscheidungen zur Münzbestimmung bzw. -sortierung ein wenig zu erhellen und so die Klassifizierungen nachvollziehbarer und vergleichbarer zu machen. Indem nicht allein die Richtigkeit der Merkmalsgewichtung im Sinne der *ground truth* das Ziel des Experiments war, konnten durch den direkten Vergleich Praktiken der menschlichen Wahrnehmung, und in diesem konkreten Fall das spezialisierte (Nicht-)Sehen des Numismatikers thematisiert und reflektiert werden. Hierbei waren besonders die unerwarteten Entscheidungen des KI-Modells von Interesse.

58 Voßkühler (2009).

59 Servaraju et al. (2017).



Abb. 11: Der *classification gaze* des Numismatikers und der KI mit Hilfe von *heatmaps* im Vergleich. Links die Fokussierungen des Numismatikers, rechts die des KI-Modells. Erkennbar ist, dass der Fokus des Numismatikers und des KI-Modells auf dem Avers (links) im Bereich des Gesichts liegt. Auf dem Revers (rechts) aber wandert der Fokus des Numismatikers in den Bereichen der Beizeichen umher, während der Fokus des KI-Modells auf dem zentral dargestellten Pferdekörper liegt.

Aus unserem Experiment lassen sich folgende Aussagen ableiten: Die KI ersetzt die Expert*innen nicht, sondern kann für sie eine unterstützende Rolle übernehmen. *Supervised learning* benötigt eine *ground truth*, die von Expert*innen erarbeitet werden muss. Es können dann gezielt abweichende Klassenzuweisungen für die Weiterentwicklung der KI, aber auch der numismatischen Klassifikationen genutzt werden. Visualisierungen der Vorhersagen des KI-Modells können auf andere Bereiche und Merkmale aufmerksam machen und erlauben es zudem, die Qualität des KI-Modells zu bewerten. Nach Überprüfung können die neuen Erkenntnisse zur Gewährleistung des Wissenstransfers z.B. in neuen numismatischen Idealzeichnungen Eingang finden. Zusammenfassend lässt sich also festhalten: Der *digital turn* hat und wird unsere Visualität neu prägen, aber auch Forschungstraditionen und Pfadabhängigkeiten prägen umgekehrt den *digital turn* und damit das neue digitale Sehen. Dieses wird nicht nur durch neue Technologien, sondern auch durch etabliertes Wissen und Praktiken beeinflusst.

Im Projekt *ClaReNet* werden wir weitere Versuche mit KIs durchführen, wobei auch der Vergleich verschiedener Klassifikationen und Stempel eine Rolle spielen wird. Ferner setzen wir uns mit

unsupervised learning auseinander. Der Vergleich der Verfahren von Mensch und KI regt zudem an, Wissenspraktiken sowie Möglichkeiten und Grenzen der Transparenz von Entscheidungsfindungen weiter zu erforschen. Die in der Numismatik entwickelten standardisierten Visualisierungstechniken und deren Umsetzung in der digitalen Fotografie sind für die KI und ihre automatisierte Bilderkennung besonders vorteilhaft. Durch digitale Methoden der Klassifikation und Repräsentation, die Bilder stärker als Texte und Messwerte berücksichtigen, ist ein neues Sehen, im Sinne einer *visuality reCOINed*, für die keltischen Münzen möglich.

Link zum Projekt: <https://clarenet.hypotheses.org/> (abgerufen am 04.06.2023).

Gruppeninterview zur Sektion *Ikono-graphie und Mustererkennung*

Sprecherinnen und Sprecher:

Elisabeth Günther (Universität Heidelberg), Moderation

Chrisowalandis Deligio (Goethe-Universität, Frankfurt am Main)

Kerstin P. Hofmann (Römisch-Germanische Kommission des Deutschen Archäologischen Instituts, Frankfurt am Main)

Marta Kipke (Georg-August-Universität, Göttingen)

Martin Langner (Georg-August-Universität, Göttingen)

Corinna Reinhardt (Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen-Nürnberg, jetzt Universität Zürich)

Katja Rösler (Römisch-Germanische Kommission des Deutschen Archäologischen Instituts, Frankfurt am Main)

Ute Verstegen (Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen-Nürnberg)

Elisabeth Günther:

Ich möchte alle Anwesenden herzlich zu unserem Gespräch begrüßen und darf direkt mit der ersten Frage beginnen: Welches Potenzial besitzen Mustererkennung und künstliche Intelligenz für Forschung und Lehre in der Digitalen Archäologie, also insbesondere im Bereich der Bild- und Objektwissenschaften, mit dem wir uns im Rahmen der Tagung auseinandergesetzt haben?

Martin Langner:

Mit dem Potenzial sind gleichzeitig Herausforderungen verbunden. Ich will gerne das, was ich sage, auf Bild *und* Objekt beziehen, weil wir am Institut für Digital Humanities an der Universität Göttingen ja genauso stark im 3D-Bereich wie im 2D-Bereich arbeiten, und der 3D-Bereich etwas komplizierter ist als der 2D-Bereich (vgl. Abstract Nr. 1).

Worum es aber, glaube ich, grundsätzlich geht, ist, visuelle Information direkt aus den Bildern und Objekten zu gewinnen. Wir versuchen also unterschwellig in die Dateneingabe einfließende ästhetische Erfahrungen oder Bewertungen der *user* oder Vorwissen der *user*, die immer in die Datenaufnahme einfließen, zu objektivieren. Das heißt Kennzahlen, bestimmte formale Eigenheiten so zu erfassen, dass sie für andere besser nachvollziehbar sind. Wir setzen das zum Beispiel mit der Beazleyschen Methode der Malerzuweisung bei den Vasenbildern um,⁶⁰ aber auch in vielen anderen Fällen, zum Beispiel, wenn wir versuchen, den Winter⁶¹ neu zu machen, um die Typologie der Terrakotten besser zu

60 <https://www.uni-goettingen.de/de/598165.html> (abgerufen am 03.06.2023).

61 Winter (1903).

systematisieren usw.⁶² Und da sehe ich ein großes Potenzial in der Entstehung solcher auf visueller Ähnlichkeit beruhender Netzwerke.

Das Konzept der Ähnlichkeit resultiert ja hier auf Verknüpfungen über bestimmte Maßzahlen. Und dieses Konzept, das die Klassische Archäologie immer interessiert hat, schon in der Antike, und das besonders am Ende des 19. Jh. mit dem Corpusgedanken und der Ordnung des Materials neu thematisiert wurde – das muss ich gar nicht so genau aufzählen –, wurde etwa in der Skulpturenforschung sehr stark ausdifferenziert⁶³; bei den Vasenbildern nicht weniger. Ikonographie und Ikonologie sind im Grunde verschiedene Abstufungen von Ähnlichkeit und solchen Formalisierungsprozessen. Und ich verspreche mir, dass verschiedene Eigenarten wie Zeitstil, Motivik oder, bei den Vasenmalern, der Individualstil an neuronalen Netzen trainiert werden können, um diese Gruppierungen von Bildern zu visuellen Netzwerken zu verbinden, um über die aktuellen Möglichkeiten der *image collection exploration*, also das, was Sie von Google kennen, wenn Sie bei Ihrer Suche auf ‚Bilder‘ klicken,⁶⁴ hinauszukommen. Das heißt also, um das Thema Ihrer Tagung aufzugreifen: Das ‚Neue Sehen‘ ist dann vor allem ein schnelleres Sortieren und Gruppieren von Bildwerken, die bisher nur in Beschreibungen erfasst sind.

Neue multimodale Methoden hingegen, die Sie vielleicht von der Firma *openAI* kennen,⁶⁵ gehen jetzt wieder auf die sprachliche Ebene und arbeiten damit, dass Wörter ein Wortfeld haben und einen Assoziationsraum. Und der wird dem Assoziationsraum der Bilder gegenübergestellt. Und hier liegt die eigentliche Stärke der neuronalen Netze, dass sie nämlich nicht streng kategorial vorgehen, sondern über Ähnlichkeiten. Und diese können auf vielen verschiedenen Ebenen liegen. Eben genau das ist der große Vorteil, aber auch gleichzeitig der größte Nachteil dieser Verfahren, weil wir zum Beispiel bei den Malerzuweisungen hinter die Beazleysche Methode zurückfallen, indem wir wieder assoziativ Dinge, die ähnlich sind, zusammenfassen, wobei es einen viel größeren Aufwand bedeutet festzustellen, ob diese Ähnlichkeit durch den Zeitstil bedingt ist, durch das Motiv, durch eine Werkstattähnlichkeit oder durch einen Gefäßstil (weil eben auf einer bestimmten Gefäßform ein bestimmter Platz für das Bild vorgesehen ist).

Den größten Vorteil sehe ich in einer Bestimmung von Assoziationsräumen, die durch bestimmte Vorzeichen oder *framing* auch gelenkt werden können; und den größten Nachteil darin, dass Formen des Strukturellen entweder wieder in einen Strukturalismus münden, der schlimmer ist als das, was wir in den 30er und 40er Jahren des letzten Jh. hatten, oder aber so banal, dass wir dafür eigentlich keinen Computer brauchen.

Corinna Reinhardt:

Ich möchte zunächst den Aspekt der Ähnlichkeit aufgreifen, der mir sehr wichtig erscheint. Diese Methoden ermöglichen und erfordern es intensiv und zum Teil neu darüber zu diskutieren, was wir Archäologinnen und Archäologen eigentlich unter *Ähnlichkeit* verstehen, die die Grundlage für viele Analysen ist. Wie sich hierzu die Arbeitsweisen digitaler Methoden verhalten, ist eine zentrale Frage. Gehen diese in eine ähnliche Richtung und/oder können sich beide Bereiche produktiv ergänzen? Worin ich ebenso ein großes Potenzial sehe, ist die Möglichkeit große Materialmengen zu vergleichen. In der Bildanalyse der griechischen Vasenmalerei wäre für viele Fragen der Einbezug einer großen Materialbasis wichtig. Dennoch sieht man, und das ist natürlich durch die Arbeitszeit bedingt, dass es oft Einzelstudien gibt, die sich eigentlich mit relativ wenig Material beschäftigen, dabei dennoch übergreifende Ergebnisse anstreben. Hier erhoffe ich mir vom Einsatz digitaler Methoden, dass man mehr Material einbeziehen kann. Damit in Verbindung steht natürlich auch, dass es durch die Mustererken-

62 <https://www.uni-goettingen.de/de/598167.html> (abgerufen am 03.06.2023).

63 Langner (2017).

64 <https://images.google.com> (abgerufen am 03.06.2023).

65 <https://openai.com/research/clip> (abgerufen am 03.06.2023); Radford et al. (2021).

nung möglich sein wird – so hoffe ich – Bildverbindungen zu erhalten, die man nicht in seinem Kenntnishorizont hat und die einen in der eigenen Fragestellung weiterbringen (vgl. Abstract Nr. 2). Auf einer generellen Ebene sehe ich, dass wir durch diesen interdisziplinären Austausch in unseren kleinen Fächern die Gelegenheit haben, unsere Methoden in eine größere Diskussion einzubetten und weiterzuentwickeln, ebenso wie wir unsere Bildkompetenz für den modernen Umgang mit Bildern in der *Computer Vision* fruchtbar machen können.

Ute Versteegen:

Wie unschwer zu vermuten, habe ich Ähnliches zu ergänzen wie Corinna Reinhardt. Das ist ganz klar, denn wir arbeiten ja im gleichen Projekt, *Iconographics*⁶⁶ (vgl. Abstract Nr. 3). Meiner Ansicht nach ist es einer der großen angesprochenen Mehrwerte, mehr über Ähnlichkeiten und die Verbindung von Ähnlichkeiten zu unseren Klassifikationssystemen und Methoden nachzudenken. Und dass wir in diesem Zusammenhang eben auch über unsere eigenen, sagen wir mal archäologischen Teildisziplinen, über die Archäologie als Ganzes und über verwandte Fächer wie die Kunstgeschichte sogar hinausgehen und in den Diskurs mit anderen Disziplinen treten, die sich auf ganz unterschiedliche Art und Weise mit Mustern und Ähnlichkeiten beschäftigen, um so unsere bildwissenschaftliche Forschung enorm auszuweiten. An dieser Stelle sind für uns die Diskussion und die Zusammenarbeit mit der Informatik von sehr großem Interesse. Wenn man sich zum Beispiel überlegt, wie Martin Langner das vorhin gesagt hat, wie man Ähnlichkeiten über bestimmte formale Faktoren definiert und hierfür Umrisse, Größenverhältnisse und Maße von Objekten in den Blick nimmt, können seitens der Informatik Beobachtungen dazu eingebracht werden, inwieweit Ähnlichkeiten nicht auch kontextsensitiv sind, also Ähnlichkeiten je nach unterschiedlichen Kontexten verschieden gesehen und bestimmt werden können. Das ist etwas, das wir von unserer Seite in der Bildwissenschaft wunderbar aufgreifen können und wo wir eben auch Potenzial haben, eigene Methoden weiterzuentwickeln. Das sehe ich als einen ganz großen Vorteil an, auch für die Lehre.

Und vielleicht ein ganz banales praktisches Element. Was wir bislang noch nicht angesprochen haben, ist, dass wir eben durch dieses Wechseln zwischen *distant viewing* und *close viewing* die Möglichkeit haben, sehr große Bildermengen einfach auch mal vorzusortieren. Corinna Reinhardt hat gerade angesprochen, dass man die Bilddatenbasis vergrößern kann. Wir haben nun die Möglichkeit, bei großen Bildermengen eine Vorsortierung automatisiert vornehmen zu können, um dann gezielt hinein zu zoomen und innerhalb von kleineren Teildatensätzen innerhalb eines größeren Pools eine Art *close viewing* zu machen und die entsprechenden wissenschaftlichen Fragen zu stellen, die uns interessieren.

Marta Kipke:

Um das bisher Gesagte aus der Perspektive Lehre zu ergänzen: Verallgemeinernd bieten Mustererkennung und Künstliche Intelligenz einen guten Anlass, um nicht nur Forschungsmeinungen und Methoden zu hinterfragen, sondern auch die Daten, mit denen man eigentlich arbeitet. Vor allem in den Geisteswissenschaften ist es häufig schwierig, statistische Verfahren oder quantitative Zugänge zu vermitteln. Das funktioniert sehr viel einfacher, wenn man tatsächlich die Bilder und die Datensätze vor sich hat und mit Material arbeitet, das unmittelbaren Bezug zu der geisteswissenschaftlichen Forschung hat. Ich denke, dass diese Sensibilisierung für die Daten auch etwas ist, was nicht nur Potenzial für zukünftige Arbeiten an dieser Schnittstelle zwischen Geisteswissenschaften und Informatik birgt, sondern eine zwingend notwendige Kompetenz ist.

Etwas anekdotisch möchte ich außerdem gerne hinzufügen, dass das Hinterfragen bestehender Methoden und Forschungsmeinungen für Studierende in der kritischen Auseinandersetzung mit neuronalen Netzen und den Ergebnissen von Experimenten häufig barrierefreier ist, als mit der tatsächlichen Forschung. Sie haben keine Probleme damit, *biases* in den Daten aufzuzeigen und zu erkennen. Dadurch lernen Sie, diese *biases* auch in der Forschung zu erkennen.

66 <https://www.ca.phil.fau.de/forschung/projekte/iconographics/> (abgerufen am 03.06.2023).

Ein gutes Beispiel aus unserem Projekt *EGRAPHSEN. Möglichkeiten und Perspektiven der digitalen Malerzuweisung bei attischen Vasen* (vgl. Abstract Nr. 1) sind *biases* im Trainingsdatensatz in Bezug auf die Gefäßform oder das Motiv. Den Studierenden leuchtet ein, weshalb wir diese *biases* in den Daten reduzieren müssen und wie wir dies tun. Sie fragen sich dann jedoch auch: Hatte nicht Beazley selbst in seinen Zuweisungen schon diesen *bias*? Haben wir nicht diesen *bias* eingepflanzt, indem wir ihn als *ground truth* definieren? Ich denke, dass es zahlreiche Möglichkeiten gibt, an konkreten Beispielen in unseren jeweiligen Fächern für diese Fragen und Probleme zu sensibilisieren.

Kerstin P. Hofmann:

Am Aspekt der Forschung und Lehre finde ich so spannend, dass wir ja im Endeffekt Forschungspraktiken oder auch Axiome, Methoden, die wir gar nicht mehr hinterfragen, durch die Künstliche Intelligenz in ein anderes Medium ‚übersetzen‘ – oder versuchen zu übersetzen. Hierbei wird deutlich, dass die Erkenntniswege selbst stärker beschrieben werden müssen. Im Zusammenhang mit dem Konzept der Ähnlichkeit ist daher auch zu fragen: Wann wird etwas als identisch betrachtet und wann wird eine Differenz erkannt? Wie werden diese gewichtet? Wann spricht man von Präsenz/Absenz oder Spektren? Mit welchen Toleranzen arbeiten wir? In welchen Prozessen bzw. Schritten passiert dies? Wenn wir etwas in ein anderes Medium oder eine andere Technik übersetzen, führt dies dazu, dass man sich auch selbst hinterfragt. Für die Bild- und Objektwissenschaften ist dies besonders wichtig, da wir häufig auch mit einem alltäglichen Wahrnehmen konfrontiert sind, das wir dann in die Wissenschaft transportieren, aber diese *biases* häufig nicht ausbuchstabieren können. Erkenntnistheoretisch ist dies also meines Erachtens eine große Chance, die auch sehr gut für die Lehre genutzt werden kann.

In den Digital Humanities ist man nämlich durch die Algorithmen zwangsverpflichtet, Forschungspraktiken offenzulegen und in Prozessen darzustellen. Sodann kann man mit diesen experimentieren und beobachten, welche Herausforderungen entstehen, ob ähnliche oder andere Resultate erzeugt werden.

Sowohl in der Lehre als auch in der Forschung ist es also wichtig zu fragen: Was ist eigentlich Identität, wie verhält sich Identität zu Ähnlichkeit und wann wird etwas different? Manchmal sind hierfür auch minimalste Änderungen ausschlaggebend und dabei können dann auch eventuell verschiedene Ebenen wie Kontext, Farbe oder Stil, Motivik etc. eine Rolle spielen. Diese Aspekte kann man so separieren, strukturieren und zugleich herausfinden, wie sie in Kombination wieder zusammenwirken.

Katja Rösler:

Ich möchte kurz auf den Punkt eingehen, den Kerstin Hofmann gerade angesprochen hat, nämlich zu dem Reflexiven in der Lehre, vor allen Dingen aber natürlich auch in der Forschung. Gerade durch den Einbezug von KI und der Informatik müssen Transformationen und Konfigurationen von Objekten und Bildern, die bereits geschehen sind, erneut gemacht werden, weil es auch für die KI ein *preprocessing* gibt, sie also nicht auf fertige Daten zugreift. Wir machen somit erneut etwas mit unseren Daten für die KI. Es gibt also wieder Konfigurationen/Transformationen, die dann reflektiert werden können und sollten und natürlich im Abgleich mit den vergangenen wieder diskutiert werden müssen. Das ist der hohe Wert der Reflexion, den wollte ich noch mal hervorheben, und natürlich, weil wir jetzt den Begriff thematisiert haben: Wir holen uns die IT mit an den Tisch und wir müssen uns mit der Sprache und dem Stand der Forschung und der Art der Forschung und der Herangehensweise der IT auseinandersetzen. Es geht also nicht nur um die Zusammenarbeit zwischen den Archäologien, wobei ich begrüße, dass diese enger wird und der Austausch auf dieser Ebene dadurch wieder intensiv ist, sondern auch mit der IT, mit der man sich genau auseinandersetzen muss, weil unsere Vorstellungen und Wünsche von archäologischer Seite manchmal weiter gehen als das, was die IT leisten kann.

Martin Langner:

Ich kann an alles noch mal anknüpfen und würde es gern auch in zweierlei Hinsicht weiterführen. Vor allen Dingen ist die große Materialmenge und dieses wichtige Zusammenspiel von *distant* und *close*

viewing – wie ja beim *distant reading* – eigentlich der Witz bei der Sache. Das wollte ich klar betonen. Aber in der sprachlichen sowie vor allem in der methodischen Auseinandersetzung mit der Informatik, sind es eigentlich die von Kerstin Hofmann angesprochenen Erkenntniswege, die wir richtig in den Blick nehmen können und wo wir gezwungen werden – wie es Marta Kipke für die Lehre formuliert hat – uns alles nochmal genau anzuschauen. Diese Verliebtheit in Ideen, die in den 80er und 90er Jahren vor allen Dingen auch in englischsprachiger Forschung so beliebt war, die funktioniert hier nicht mehr. Und auf dieser Ebene von Identität, Ähnlichkeit und Differenz, glaube ich, ist es noch viel strikter, als Kerstin Hofmann es gesagt hat. Was relativ gut funktioniert, ist *object detection* und *scene recognition*. Und da gibt es nun keine eindeutigen Ergebnisse im Sinne von: Das ist Herakles, sondern es gibt das Ergebnis: Das ist zu soundsoviel Prozent Herakles. Und das neuronale Netz kann nur erkennen, was es vorher schon hundertmal gesehen hat. Was aber, finde ich, für die Archäologie oder für die Wissenschaften neu und sehr wichtig ist, ist die Variationsbreite, also, dass wir uns um diese Prozentzahlen genauer bemühen und den Versuchsaufbau nicht auf Identität, sondern stärker auf Variationsbreite hinaus ausbauen. Wenn uns das nämlich gelingt, dann könnte man bei Bildern, wie zum Beispiel den *Brettspielern* des Exekias,⁶⁷ feststellen, dass es ungewöhnlich viele Bilder gibt, die alle sehr ähnlich aufgebaut sind und eine geringe Variationsbreite haben, während *Herakles im Löwenkampf* sich nicht so gut typisieren lässt. Man kann sich fragen: Woran liegt es eigentlich? Und wenn wir uns dann die Summe aller erhaltenen Vasenbilder – und jetzt komme ich wieder zum *distant viewing* – als visuelles Netzwerk vorstellen, wie ich eingangs gesagt habe, und als unterschiedlich gewichtete Knoten und Kanten, dann können wir etwas zur allgemeinen Bildwelt der Zeit beitragen und auch zur visuellen Vorstellungskraft der Betrachter. Also das, was wir eigentlich immer schon wollten, nämlich nicht die Frage: Ist genau das dargestellt, sondern: Wie kann sich die Epoche in den Bildprägungen, die in den Köpfen der Menschen existieren, ein bestimmtes Thema überhaupt nur vorstellen? Und damit hätten wir einen methodischen Zugang zur Wahrnehmung und zu Wahrnehmungsspezifika, der uns bisher versperrt war, weil kein Mensch allein die gesamte Überlieferung überblicken kann.

Kerstin P. Hofmann:

Nur ganz kurz zur Ergänzung: Der nächste Schritt, der eine ganz große Herausforderung darstellt, ist, wenn wir bei Objekten oder auch bei Bildern material- bzw. gattungsübergreifend arbeiten wollen. Man kann dann nicht mehr nur ein Corpus (entweder Keramik oder andere Materialien) in den Blick nehmen, sondern, wenn man Mustererkennung ernst nimmt, muss man auch Keramikverarbeitung mit Toreutik und anderen Bereichen vergleichen – und dies aber nicht assoziativ, sondern in geregelten Prozessen.

Die Frage nach Varianz, die Martin Langner gerade angesprochen hat, ist ebenfalls ein sehr interessantes Thema. Können wir eventuell bestimmte Zyklen oder Entwicklungen in der Motivik erkennen? So könnte man z.B. innovationstheoretisch ‚Bildserien‘ betrachten,⁶⁸ so z.B.: Am Anfang ist man experimentierfreudig und es gibt keinen festen Kanon. Dann entwickelt sich ein fester Kanon, der immer symbolischer und abstrakter wird, da das Dargestellte quasi automatisch erkannt wird, usw. All solche Fragen könnte man angehen, um dann eben auch zu untersuchen, wie sich verschiedene Materialgattungen beeinflussen, ob es Rückkopplungen und Ähnliches gibt, weil wir ja sonst immer nur einen sehr selektiven Bereich des Erkennens berücksichtigen. Gerade hier liegt meines Erachtens auch noch längerfristig ein Riesenpotenzial, das momentan in den Anfangsstadien der Bild- und Mustererkennung noch nicht genutzt werden kann, aber wohin es tendenziell hingehen wird. Es stellt sich dann immer wieder die Frage, wie durch bestimmte Abstraktionen und Schritte oder wie mit bestimmten Wahrscheinlichkeiten von uns Kausalitäten hergestellt werden, die sodann eventuell wieder zu hinterfragen sind.

67 Buchholz (1987); Pfisterer-Haas (2004).

68 Vgl. Hofmann / Patzke (2012).

Ute Versteegen:

Ja, ich kann aus meiner Perspektive an das von Kerstin Hofmann Gesagte wunderbar anschließen, weil Kerstin in ihrem Dreischritt quasi die visuelle Entwicklung der frühchristlichen Bildkultur beschrieben hat. Denn unser Teilprojekt war im Rahmen des ikonographischen Projekts, bei dem Corinna Reinhardt auch dabei war, im christlich-archäologischen Teilbereich genau diesen Fragen gewidmet. Denn unser Material ist wahnsinnig schwierig. Wir haben ein *small dataset*, einen besonders kleinen Datenbestand, wenn wir uns eine bestimmte ikonographische Entwicklung anschauen wollen, also die Genese einer Ikonographie, vielleicht die Entstehung eines Kanon, Varianten eines Kanon in verschiedenen Regionen, die sich über einen weiten Zeitraum erstrecken und weiterentwickeln und von verschiedenen Akteursgruppen ganz unterschiedlich gesehen werden können, usw. Unsere Datenbasis ist zudem außerordentlich heterogen, das heißt, wir haben uns mit diesen ganzen Materialunterschieden herumgeschlagen – wir hatten alles von Mosaik, Sarkophag, Ringstein, Elfenbein, was zu einer Ikonographie gehört. Auch sehr große Varianten in der Größe der Bilddatenträger, auf die die Ikonographie aufgebracht war. Und dann, das kommt auch noch dazu, sind diese Bilder natürlich im Raum angebracht oder auf dreidimensionalen Bildträgern aufgebracht. Auch diese ganz unterschiedlichen Kombinationen in räumlichen Situationen führten zu einem extrem heterogenen Material, das es auszuwerten galt. Und das war natürlich eine wirklich sehr, sehr große Herausforderung und hat – nicht völlig unerwartet – auch nicht immer so gute Ergebnisse erbracht wie das Corpus von Corinna Reinhardts Teilprojekt, das einer Artefaktgattung gewidmet und zeitlich sehr eng geschlossen war. Unseres reichte hingegen vom 3. bis zum 15. Jh.; da ist es völlig klar, dass es große Variationen gibt.

Aber die Fragen, die sich anschließen lassen und die gerade von Kerstin Hofmann auch schon aufgeworfen worden sind, sind für uns auch hochinteressant im Zusammenhang mit dem Beginn, mit der Genese einer frühchristlichen Bildersprache. Das Superspannende ist ja, dass wir uns mit der Genese einer visuellen Kultur beschäftigen, die sozusagen versucht, ein Textcorpus zu ergänzen, das vorher nicht bebildert war, und dafür Motive, Kombinationen von Figuren, figurale Szenen und Objekte zu neuen Bildfindungen zusammenbringt, also sehr innovativ arbeitet. Und da dann die Feinheiten der Semantik, die man nur in der visuellen Kultur jenseits der textlichen Basis herausbekommen kann, über automatisierte Vergleiche von Bildtraditionen zu untersuchen, das wäre superspannend. Das ist natürlich viel Zukunftsmusik, aber hier liegen noch sehr viele unerkannte, sage ich mal, ‚Pfade‘ in der Bildkultur verborgen, die bislang von der Forschung noch nicht gesehen wurden.

Corinna Reinhardt:

Ganz kurz ein relativ praktischer Aspekt: Wir denken auch an die Nutzerinnen und Nutzer der Zukunft. Mit der visuellen Suche, deren Potenzial wir ja thematisiert haben, kann perspektivisch den bestehenden Fachdatenbanken wie dem sogenannten *Beazley-Archive*⁶⁹ ein Tool an die Seite gestellt werden, das der antiken Bildwahrnehmung mehr entspricht als die Suche mithilfe kategorisierter Begriffe. Die Suche nach vergleichbaren Bildern findet in erster Linie auf einer visuellen Ebene statt. Natürlich muss dies entsprechend im Training der Algorithmen berücksichtigt werden. Dies gelingt meines Erachtens vor allem dann, wenn man den digitalen Bildvergleich für Grundelemente der Bildanalyse verwendet und dies weitgehend von der Interpretation trennt. Beispielsweise wie wir es im Projekt anstreben, die Körperhaltung der Figuren und ihre Ausrichtung zu erkennen und dadurch auch Zusammenhänge von Figuren vergleichen zu können, die dann wieder als ikonographische Schemata bedeutungstragend sind. Unabhängig von der eigenen digitalen Kompetenz könnte hieraus jede und jeder einen Nutzen für die eigene Forschungsarbeit ziehen. Dies erfordert aber auch die klare Kommunikation über die Grundlagen, aufgrund derer ein Bild als vergleichbar angezeigt wird, also das Grundverständnis dafür, wie ein Algorithmus entwickelt und trainiert wird. Und hier besteht noch viel Gesprächsbedarf.

69 Classical Art Research Centre (CARC) der University of Oxford: <https://www.beazley.ox.ac.uk/carc/pottery> (abgerufen am 03.06.2023).

Elisabeth Günther:

Ich denke auch, das ist etwas, was wirklich die Erschließung und auch die Beschäftigung mit den alttertumswissenschaftlichen Corpora voranbringen kann. Natürlich ist das *Beazley-Archive*⁷⁰ ein wichtiges Beispiel, aber man könnte das auch beliebig erweitern, etwa auf Münzen, z.B. das *Roman Imperial Coinage*⁷¹ oder *Roman Provincial Coinage*⁷², diese großen, online nutzbaren Corpora, die primär mit Textbeschreibungen arbeiten und die dann entsprechend nicht alle ikonographischen Feinheiten abdecken, wo Figuren wie Personifikationen und Gottheiten aufgrund der Legende eindeutig benennbar erscheinen, ihre Ansprache aber auch vom Blickwinkel der Ikonographie der Münzbilder her zu diskutieren wäre. Hier weckt die Textbeschreibung den Eindruck einer Eindeutigkeit oder interpretatorischen Klarheit, die keine Unschärfen zulässt und damit auch hinderlich sein kann, wenn man sich intensiver mit dem Verhältnis von Legende und Bild auseinandersetzen möchte.

Martin Langner:

Ich finde das grundsätzlich auch. Aber Menschen denken nicht nur in Bildern und es kann auch nicht jeder so gut zeichnen, dass er rein visuell in einer Datenbank suchen kann. Deswegen hatte ich eingangs ja schon *CLIP* von *openAI.com* genannt.⁷³ Ich glaube, die Zukunft liegt genau darin, Bilder und Labels zu kombinieren und möglichst viele neue Labels zu generieren. Damit komme ich zu dem Punkt, der mich gerade bei Ute Versteegen und dem Neuerfinden von Bildern interessiert hat. Das sind Analogien, die da am Anfang stehen. Und die Analogie ist eine der Hauptmethoden der Geisteswissenschaften. Und das macht die Künstliche Intelligenz in etwa genauso. Was dabei spannend ist, ist die Frage: Wie viel Analogie darf sein? Im Moment wird sehr stark über Transferlernen auf neuronalen Netzen, die auf anderen Bildern trainiert wurden, gearbeitet. Dazu werden vortrainierte *Convolutional Neural Networks (CNN)* mit unseren Bildern weitertrainiert, oder, noch stärker von unserem Bildmaterial entfernt, durch *up-sampling* trainiert, also durch neue, synthetisch erzeugte und nicht real existierende Bilder, um eine Gleichheit in den verschiedenen Klassen zu erreichen. Das klingt erst einmal so, als wäre das für historische Bilder völliger Unsinn. Ich frage mich aber, zumindest bei Bildern wie auf den Vasen, die in handwerklicher Produktion entstanden sind, ob die Maler nicht genau so vorgehen. Die können nicht vier Kratere am Tag töpfern und bemalen, wenn sie nicht bestimmte Figuren, Muster und Attribute im Kopf haben, die sie immer wieder frei kombinieren können. Und ich könnte mir gut vorstellen, dass, wenn man das wirklich kritisch begleitet und stärker explorativ umsetzt, diese Analogie die historischen Pfade, die sie bisher hat, ergänzen könnte durch einen synthetisch-explorativen Bereich. Man muss es aber mit großer Vorsicht angehen! Ich sehe das erst einmal als ein Potenzial, nicht als eine Möglichkeit, die blind angewendet werden sollte, sondern eher als ein Forschungspotenzial. Dann würde sich nämlich zeigen, ob das, was Corinna Reinhardt für eine Suchmaschine vorgeschlagen hat, hilfreich ist oder ob es zu noch mehr Vasenbildern als Suchergebnis führt, die man auch nicht alle durchschauen möchte. Also: Lässt sich durch Synthetisieren, durch Transferlernen eine Gruppe semantisch sinnvoller eingrenzen als bisher? Oder stehen wir einer noch größeren Flut gegenüber? Denn das ist, glaube ich, das Hauptproblem an diesen Datenbanken, dass keiner Lust hat, tausend Datensätze durchzuklicken, um genau das Bild zu finden, das er sucht.

Elisabeth Günther:

Wobei sich die Frage stellt, ob es nicht auch von der jeweiligen Forschungsfrage abhängig ist, ob dieser synthetische Bereich sinnvollen Einsatz finden kann.

70 <https://www.beazley.ox.ac.uk/carc/pottery> (abgerufen am 03.06.2023).

71 <https://numismatics.org/ocre/> (abgerufen am 03.06.2023).

72 <https://rpc.ashmus.ox.ac.uk/> (abgerufen am 03.06.2023).

73 S.o. Anm. 65.

Martin Langner:

Ja klar. Der Kontext, darüber wurde ja schon gesprochen, spielt eine Rolle, aber das Potenzial liegt in der Materialmenge. Erst mit dieser haben wir überhaupt eine Chance, solche Prozesse wie die in der Christlichen Archäologie in Angriff zu nehmen. Wir müssen uns demnach tatsächlich erst einmal an so große Corpora machen, wie Sie sie ja auch schon genannt haben. Also Münzen und Vasen. Sarkophage zum Beispiel sind viel zu wenig, denn 600 stadtrömische Sarkophage der Römischen Kaiserzeit reichen nicht aus. Es macht eigentlich nur da Sinn, wo es zum jetzigen Zeitpunkt einen ständigen Zuwachs an Bildern gibt.

Kerstin P. Hofmann:

Für uns ist dies ausgesprochen interessant, weil wir bei den keltischen Münzen im Projekt *ClaReNet – Klassifikationen und Repräsentationen für Netzwerke. Von Typen und Merkmalen zu Linked Open Data bei keltischen Münzprägungen* (vgl. Abstract Nr. 4) auch mit unterschiedlichen Sprachkontexten konfrontiert sind: Wir haben bei den Corpora immer das Problem, dass wir Bilder in unterschiedlichen Sprachen beschreiben und die verwendeten Worte und Begriffe, je nach Sprache, zudem unterschiedliche Bedeutungsräume haben. So stellen wir immer wieder fest, dass ein Bild im Deutschen und im Französischen zum Teil sehr unterschiedlich beschrieben wird. Wenn man dann überlegt, wie sich dies auf das Suchen auswirkt bzw. wenn wir Suchergebnisse vergleichen – oder gar selektiv kombinieren –, ist dies für die Analyse von Wissensproduktion wiederum sehr aufschlussreich. Da stehen wir noch immer vor großen Herausforderungen. Für die Lehre könnte es hilfreich sein zu überlegen, in welchen Abstraktionsebenen Bildbeschreibungen erfolgen. Gerade bei Münzen ist dies z.B. für die Ansprache der sogenannten *Beizeichen* interessant, für die manchmal sehr weitgehende Interpretationen vorliegen. Geht man hier wieder zurück zum Bild, kann man meines Erachtens durch die Reflexion über Prozesse und Praktiken der Versprachlichung viel lernen, übrigens auch über interkulturelle Wahrnehmung.

Auch Bilder sind kulturspezifisch. Spannend ist, dass auch Bilder durch neue ‚fremdsprachige‘ Bilder oder Diagramme sozusagen übersetzt werden können, und dann zu sehen, wie sie neu ‚gelesen‘ bzw. ‚gesehen‘ werden.⁷⁴ Ganz ähnliches passiert ja auch, wenn wir uns durch *heatmaps* (vgl. Abstract Nr. 4 sowie Abb. 10 und 11) anzeigen lassen, welche Bildbereiche bei der Künstlichen Intelligenz für eine bestimmte Zuordnung mit welcher Wahrscheinlichkeit relevant sind. Diese Bildbereiche unterscheiden sich zwischen KI und menschlichen Expert*innen mitunter und darauf aufbauend lassen sich dann weitere Fragen entwickeln. So kann man etwa viel über aktuelle Wahrnehmungsbereiche lernen und zum Beispiel in Zusammenarbeit mit Psychologie oder kognitiven Wissenschaften aufschlussreiche Vergleiche ziehen. Dies eröffnet ganz neue Möglichkeiten, auch für Suchalgorithmen à la: ‚Finde alle ähnlichen Bilder oder bestimmte Bildbereiche mit xyz‘.

Marta Kipke:

Ich möchte gerne ein paar Punkte ergänzen, ohne die Freude über automatisierte Suche zu dämpfen. Ich glaube, eine der großen Herausforderungen, vor denen man steht, ist und bleibt immer noch die Transparenz des neuronalen Netzes selbst und der Daten, die man für das Training verwendet. Denn jedes neuronale Netz, das man trainiert, und auch die *feature maps*, die dabei entstehen, sind bis zu einem gewissen Grad subjektiv und hängen stark von der Fragestellung ab, für die man sie anlegt. Wir haben in unserem Projekt lange darüber diskutiert, ob wir unsere *embeddings* aus dem Projekt *EGRAPHSEN* für eine automatisierte Suche verwenden möchten. Sie sind da und die Weiterverwendung existierender Daten ist erstrebenswert. Allerdings sind diese Zuweisungen hochkomplex und nicht immer nachzuvollziehen. Das steht eigentlich unserem Ziel, die Zuweisung der Vasen zu Malerhänden besser zu verstehen, entgegen. Und auch fürchte ich, dass viele von den Verfahren, die mit komplexeren Methoden wie *Convolutional Neural Networks* arbeiten, nicht immer angemessen sind

74 Vgl. Bawden et al. (2016), 528–534.

oder potentiell an der Fragestellung vorbeigehen. Zum Beispiel, wenn es um das Erkennen von Figuren auf Münzen geht: Es ist zu überlegen, ob in solchen Fällen nicht manchmal auch ein einfaches *template matching* bereits ausreicht, um ähnlichkeitsbasiert *regions of interest* zu finden. Das Ziel und die Fragestellung sollten dabei stets im Mittelpunkt stehen. Selbst wenn man sich für *Convolutional Neural Networks* entscheidet, wird man keine Datenbank erstellen können, die wirklich alle Forschungsfragen oder alle Bedürfnisse wirklich abdecken kann.

Corinna Reinhardt:

Ich möchte ebenfalls bei den Einsatzmöglichkeiten anknüpfen. Darüber haben wir im Teilprojekt viel diskutiert: Wären entwickelte Modelle zum Beispiel überhaupt nachnutzbar? Sehr wichtig war mir der Aspekt, dass man sich, auch wenn das vielleicht nicht am spannendsten ist, zunächst mit ganz basalen Elementen der Bildanalyse beschäftigt, die man dann für verschiedene Fragestellungen nachnutzen kann. Wir haben hier beispielsweise an dem Erkennen von Körperhaltungen in den Vasenbildern gearbeitet, bereits das stellte uns vor viele Herausforderungen. Bei einer Suche nach Vergleichen möchte ich normalerweise nicht nur als Ergebnis erhalten, dass eine Figur Herakles darstellt, sondern ich möchte z.B. seine Körperhaltung vergleichen oder danach fragen können, ob seine Position in einer Bildkomposition einer Konvention entspricht oder abweicht. Hier bieten etablierte Datenbanken keine Möglichkeit, eine solche Suche zu unterstützen. Eine visuelle Suche kann hier einen entscheidenden Fortschritt bieten, ohne dass dies gleich statistisch belastbar sein muss. Uns interessiert das Einzelbild, aber auch das große Ganze, also beispielsweise generelle Tendenzen in der Bildgestaltung, das Arbeiten mit ikonographischen Schemata und vieles mehr. Sowohl für eher qualitative, als auch eher quantitativ ausgerichtete Studien wäre ein solcher Bildvergleich also hilfreich. Durch den Einbezug größerer Datenmengen und den schnelleren Vergleich erhoffe ich mir, dass man zahlreiche Einzelaspekte überprüfen kann, die als Fragen bei einer Analyse üblicherweise auftauchen. Ist es z.B. typisch für Halsamphoren eines bestimmten Malers aus der zweiten Hälfte des sechsten Jh. v. Chr., dass die Figuren alle in einer bestimmten Art und Weise aufeinander ausgerichtet sind? Danach ließe sich prüfen, wie relevant das Ergebnis für das Verständnis eines bestimmten Vasenbildes ist. In einem zweiten Schritt wäre außerdem die Weiterentwicklung entsprechender Tools wichtig. Man könnte sie dann an unterschiedliche Fragestellungen anpassen und mit einzeln trainierten Modellen verknüpfen.

Martin Langer:

Zum Thema Nachhaltigkeit und Weiternutzung der Daten für unterschiedliche Fragestellungen, in Ergänzung noch zu Marta Kipke: Natürlich leisten wir ganz viel, was man weiterverwenden kann. Wir haben eine außerordentlich tiefe Annotation der Bilder im Projekt *EGRAPHSSEN* vorgenommen. Wir haben alles, was man sehen kann, auch annotiert, jeden Mäander einzeln. Und das ist natürlich weiter nutzbar. Das heißt, man muss eigentlich sehr stark unterscheiden zwischen eindeutigen formalen Elementen, die man auf dem Wege der Annotation erreicht, oder, um es mit informatischen Begriffen zu benennen: Maße und klar erkennbare Formen sind auch schon mit den traditionellen *machine learning*-Modellen zu erfassen gewesen. Die muss man absetzen von *features*, die eben eigentlich eine Summe, eine große Summe von Ähnlichkeiten beschreiben und damit vielleicht jetzt von der Identität in den Bereich der Ähnlichkeit gehen, um das aufzugreifen, was Kerstin Hofmann gesagt hat, um dann über die Signale in den Daten (das, was die neuronalen Netze erzeugen), in die Ebene des noch weitergehenden Konglomerats von Formen zu kommen.

Dieser Bereich, der ist in der Tat ganz stark abhängig davon, auf welcher Datengrundlage weiter trainiert wurde, was man in den Test- und was man in den Trainingsdatensätzen hat. Und da gebe ich Marta Kipke völlig recht: Das hat einen hohen *bias* und kann eigentlich nur in Hinblick auf die Forschungsfrage einigermaßen abgemildert werden. Aber die Ebene der *features* und noch stärker die Ebene der formalen Eigenheiten ist natürlich eindeutig bestimmbar.

Chrisowalandis Deligio:

Convolutional deep learning sollte man, glaube ich, nicht immer einsetzen – manchmal ist es einfach *too much* – aber ich finde, man muss sich immer klar machen: Welche Frage hat man denn, bzw. was möchte man denn überhaupt? Man kann sich natürlich ein *feature* anschauen und dann beurteilen: Macht das Modell überhaupt das, was ich möchte oder wie ich es möchte? Manchmal sind die Zahlen ja super, aber es macht etwas ganz anderes oder schaut ganz woanders hin. Das sollte man immer beurteilen und überprüfen. Noch etwas anderes, was wir auch im Projekt benutzen: Man kann mit dem Modell auch Verschiedenes hinterfragen. Wenn ich eine klar definierte Klassifikation habe, überprüfe ich: Wie sieht das Modell das? Schaut das Modell woanders hin als der menschliche Experte? Und daraus können dann Fragen entstehen. Diese Klassifikationsflächen sind zu hinterfragen oder auch zu bestätigen. Wenn vielleicht etwas Ähnliches herauskommt, dann ist vermutlich schon etwas dran, dass diese Klassen anhand dieser Merkmale gebildet worden sind. Ein Beispiel: Wenn das Modell immer auf das Auge eines auf der Münze dargestellten Kopfes schaut, aber in der vorgegebenen Klassifikation die Nase stärker definiert ist, dann stellen sich neue Fragen, z.B. wie es zu der Klassifikation gekommen ist, auch forschungsgeschichtlich, wie bestimmte Typologien und Klassifikationen entstanden sind. Ich möchte aber den Punkt unterstreichen, dass man sich immer fragen muss: Was möchte man denn mit dem Modell erreichen? Man kann nicht irgendwelche Daten hineingeben (auch wenn selbst in diesem Fall irgendwelche Ergebnisse herauskommen werden), sondern man muss klare Zielsetzung haben.

Marta Kipke:

Vielen Dank, Herr Langner, für die Ergänzungen. Natürlich sehe ich auch alle Vorteile und finde sie unglaublich interessant. Ich möchte nur gerne betonen, dass es eine große Herausforderung ist und bleibt, die Daten als das zu sehen, was sie auch sind. Experimente sind immer toll und führen zu einem Erkenntnisgewinn. Und jedes Experiment führt zu einem neuen Modell, das man auch weiterverwenden kann, wie beispielsweise für eine bildbasierte Suche. Ich denke jedoch, dass man sich zwei zentralen Problemen stellen muss: Einerseits muss man den *user* im Blick behalten. Es muss sichergestellt werden, dass ein *user* die Daten und Vorschläge nicht als gegeben hinnimmt, sondern dass immer transparent bleibt: Mit welcher Fragestellung sind diese Modelle entstanden? Auf welcher Grundlage wurde trainiert? Wenn wir uns das jetzt wirklich ganz praktisch als Datenbank vorstellen: Dass man auch auswählen kann, welche Modelle zum Suchen verwendet werden oder auch zum Erstellen der Visualisierung oder welche weiteren Funktionen man auch einbauen möchte. Die Kriterien müssen klar und die Parameter veränderbar sein.

Das andere zentrale Problem ist eine Sensibilisierung dafür, welche Daten und welche Informationen in Visualisierungen eigentlich repräsentiert werden und der bildbasierten Suche zugrunde liegen. Es sind nicht unbedingt die Ähnlichkeiten der Bilder zueinander, wie sie ‚in den Bildern stecken‘, so wie wir Geisteswissenschaftler es uns wünschen, sondern so, wie sie vom neuronalen Netz bestimmt wurden. Im Falle von Visualisierungen handelt es sich meistens auch um eine starke Reduktion dieser Ähnlichkeiten in Form von hochdimensionalen Vektoren auf bloß zwei oder drei Dimensionen, wie beispielsweise bei dem beliebten Verfahren *tSNE*⁷⁵. Eigentlich sehen wir in diesen Verteilungsdiagrammen die Wahrscheinlichkeiten von Ähnlichkeiten durch die Brille eines neuronalen Netzes. Ich finde es für den Umgang mit den Daten sehr wichtig, dass man hierfür sensibilisiert wird. Sei es in Anwendungen für andere Forschende oder auch in der eigenen Analyse der Daten.

Elisabeth Günther:

Vielen Dank für diesen Beitrag, ich denke, das ist ein ganz entscheidender Punkt. Es geht natürlich immer auch um die Frage: Was sagt uns das Verhältnis zwischen Experten und Algorithmus? Wir müssen uns damit unbedingt auseinandersetzen und uns klar machen: Womit haben wir es eigentlich hier zu

75 *t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding*: Maaten / Hinton (2008).

tun? Zumal ja die Mustererkennung momentan sehr, sehr viel Aufmerksamkeit im Fach wie auch in der Öffentlichkeit bekommt. Es wird aber, glaube ich, nicht immer so ganz verstanden, worum es eigentlich geht und wie die Ergebnisse zu interpretieren sind.

Kerstin P. Hofmann:

Das unterstütze ich vollends. Ich glaube, das ist genau das Spannende, dass wir, während wir etwas praktizieren, sehr sorgfältig überlegen müssen, was wie in welchen Schritten passiert. Dies verdeutlicht uns zudem, welche Prozesse alle gleichzeitig ablaufen und wo Unterschiede vorhanden sind.

Wie verhält sich die Mustererkennung im Vergleich zu traditionellen Methoden und Techniken? Ein entscheidender Vorteil bei der Zusammenarbeit mit der Informatik ist, dass ich vieles ausbuchstabieren muss. Dies gilt insbesondere bei der gemeinsamen Entwicklung von Fragestellungen und Experimenten. So hatten wir zahlreiche intensive Diskussionen im Zuge des Experimentes, das wir in unserem Vortrag im Rahmen des Workshops *NEUES SEHEN* vorgestellt haben, in denen es vor allem darum ging, was wir als Datenbasis nehmen, was wir eigentlich vergleichend setzen können und warum? Diese Entscheidungen sollte man meines Erachtens auch immer mitkommunizieren.

Werden Ergebnisse, wie bei *Convolutional Neural Networks*, aggregiert, sind leider dann auch diese nicht bis ins Detail nachvollziehbar. Dies ist aber auch bei traditionellen Arbeiten der Fall. Ich habe bisher nur ganz wenige Klassifikationsbeschreibungen gesehen von Bildern oder auch Objekten, in denen wirklich offengelegt wurde, wie sie genau durchgeführt wurden, warum welche Merkmale herangezogen wurden und andere nicht und wie und warum diese so und nicht anders gewichtet wurden, welche Probleme der Erhaltungsbedingungen z.B. durch Fragmente existieren, in welchen Verhältnissen die Klassen zueinander stehen etc.

Es gibt demnach immer wieder die Möglichkeit, z.B. durch Betrachtung verschiedener Ebenen und Zusammenhänge einerseits und durch den Wechsel zwischen qualitativen und quantitativen Ansätzen andererseits, Entscheidungs- und Erkenntnisprozesse offenzulegen und zu hinterfragen. Dies ist meines Erachtens sehr vorteilhaft für die Wissenschaft und Forschung.

Katja Rösler:

Ich wollte auch hervorheben, dass wir leider überhaupt keine Standards in den Fächern haben, die genau diese Entscheidungsfindung, das Existieren dieser Entscheidungsfindung, in irgendeiner Form dokumentieren, dass es nachlesbar ist. Gerade bei der Verwendung von *CNNs* wird das immer weniger nachvollziehbar, wenn wir keine Form finden, das zu explizieren. Es ist auch schon bei publizierten, also online zugänglichen, Datenbanken oft so, dass ich gar nicht weiß, was drinsteckt, weil ich vorne etwa auf dem *user interface* keine Informationen dazu finde und die es auch nicht öffentlich zugänglich gibt, weil man den Nutzer bzw. die Nutzerin, wie Marta Kipke das so schön gesagt hat, bei dem ganzen Tun und Machen vergisst. Wir brauchen den Blick von außen, der aktiv fragt: Was sehe ich hier denn eigentlich?

Deswegen begleitet eine *science-and-technology*-Studie das Projekt *ClaReNet* auch, die natürlich nochmal ihre eigene Fragestellung hat, aber die uns auch helfen soll, den Blick von außen wahrzunehmen – immer wieder. Ich denke, dass das sehr wichtig ist, gerade auch in Zusammenarbeit mit der IT bei der Verwendung von neuen Sprachen (*ClaReTerms*) und Begriffen. Wir legen Sammlungen von Begriffen (*wikis*) an, die wir erst mal für uns definieren, weil wir uns verständigen müssen. Darunter sind dann auch Metaphern, die einfach auch mal aufgeschlüsselt werden müssen. So spricht unser *data scientist* Chrisowalandis Deligio oft von Modellen. Wir Archäologinnen und Archäologen haben aber ein ganz anderes Verständnis von Modellen. Wir versuchen das zu publizieren, damit das nicht nur im Projekt selbst klar wird, sondern möglichst hinterher nachvollziehbar und von außen einsehbar ist. Ich denke, da braucht es noch eine gewisse Form von Verständigung, wie so etwas aussehen soll in den Archäologien, in den Projekten, die mit Digitaler Archäologie irgendwie zu tun haben.

Martin Langner:

Ich finde wichtig, dass wir einen Diskussionsprozess beginnen, wie die Standards der KI-gestützten Analyse überhaupt aussehen müssen. Und das liegt auf vielen Ebenen, ich habe es auch schon gesagt, wir müssen Annotationsstandards haben. Da gibt es bereits einige, allerdings konkurrierende. Bestimmte Verfahren, die sehr einfach sind, sind auch gut geeignet, um in Bibliotheken Illustrationen schnell auffindbar zu machen. *IIIF* ist hier das Stichwort.⁷⁶ Andere brauchen eine Tiefenannotation und da muss man dann zum Beispiel wissen, dass es immer dasselbe Bild sein muss, denn es ist pixelgenau annotiert. Es muss nicht dasselbe Foto sein, das unterschiedlich eingescannt wurde, sondern es muss wirklich dieselbe Datei in derselben Dateigröße sein. Sonst entstehen hier auch schon Unschärfen.

Damit kommen wir zum Hauptproblem: den Bildrechten. Sie hindern uns am meisten in der Bildmuserkennung an einem Fortschritt und an der Formulierung von Standards, weil wir viel zu wenig freie Bilder haben. In unserer Datenbank wird es so sein, dass wir zwar angeben, welche Bilder wir verwenden, wir werden die annotierten Daten publizieren und Links auf diese Bilder. Wenn die Links aber nicht mehr funktionieren, dann könnte man uns vielleicht noch persönlich anschreiben und um das Bild bitten, aber es wird nicht mehr möglich sein, das Bild öffentlich zur Verfügung zu stellen. Das ist dann einfach so. Aber das ist immer noch besser, als diese Verbindung von Annotation und Bilddatei ganz wegzulassen. Denn dann kommen wir wirklich bloß auf eine Lösung eines bestimmten Problems, aber keiner Nachnutzbarkeit der Daten, die damit verbunden waren. Wir alle haben das jetzt ja schon mehrfach betont: Die meiste Arbeit stecken wir in das Scannen, in das Fotografieren, in das Annotieren, also in das Aufbereiten der Daten, und das Processing hängt sehr stark davon ab, ob man einen Termin im High Performance Computing Cluster des Rechenzentrums bekommt, ob man Geld für weiterführende Experimente bekommt oder ob das ohne Finanzierung nicht mehr weiter erforscht werden kann.

Ute Versteegen:

Um jetzt zunächst mal auf Martin Langner zu antworten: Da bin ich absolut deiner Ansicht. Das größte Problem bei den *FAIR*-Prinzipien⁷⁷ ist es, das *re-usable* hinzubekommen, weil wir so riesige rechtliche Schwierigkeiten in der Wieder-Bereitstellung der Corpora mit den annotierten Bildern besitzen. Letztendlich brauchen wir sehr viele politische Initiativen, die dazu führen, dass die eigentlichen Rechteinhaber – also die Eigentümer der Artefakte, die Museen und die zugehörigen Fotografen – alles in *Creative Commons* lizenzieren und nach bestimmten Standards für Repositorien zur Verfügung stellen. Sonst wird das einfach immer schwierig bleiben. Die Rechtklärung selbst im Kleinen mit wenigen Bilddatensätzen ist heutzutage noch so enorm aufwändig, wenn man nicht auf ein einzelnes Repository zurückgreifen kann, dass es mit dem *re-usable* einfach nichts wird. Ich würde sagen, das ist ein noch größeres Problem als unsere Humanressourcen, als ganz viel Geld für studentische Hilfskräfte zu beschaffen, die annotieren. Wir machen all diese Arbeit und können sie nicht wiederverwenden. Das ist das allergrößte Problem.

In unserem Projekt haben wir uns Bilder aus den unterschiedlichsten Repositorien zusammengeklaut und dann auch selbst aus Büchern gescannt. Die Grundlage der Bilddaten war aber so heterogen, was Pixelanzahl und Auflösung betraf, dass auf dieser Basis der Einsatz von KI für bestimmte Fragestellungen verunmöglicht wird. Wenn wir Plots nutzen, um auf einem solchen Datenset basierend Vergleiche anzustellen, dann ist vollkommen klar, dass das, was die Algorithmen da zurecht sortieren, uns am Ende eigentlich nur zeigt, ob das jetzt Schwarzweiß-Aufnahmen von einem Objekt sind oder Farbaufnahmen – das war jetzt mein Kommentar zu Marta Kipkes Beitrag vorhin.

76 *International Image Interoperability Framework (IIIF)*: https://iiif.io/guides/guide_for_implementers/ (abgerufen am 03.06.2023).

77 *Findability, Accessibility, Interoperability, Reuse of digital assets*: <https://www.go-fair.org/fair-principles/> (abgerufen am 03.06.2023).

Ja, am Ende bekommen wir – das war bei uns so – alle Sarkophage in einer Wolke zusammensortiert und dann alle Textilien in einer anderen, also Gruppierungen, in denen Textur und Farben irgendwie ähnlich waren. Das bringt einen aber nicht weiter, wenn man zum Beispiel die Fragestellung verfolgt, in welchen Bildern gattungsübergreifend ein und dieselbe Geste vorkommt.

Und um noch mal auf Kerstin Hofmann zu antworten: Auch in unserem Projekt war das mit Abstand Interessanteste die Diskussion der vermeintlichen, aus menschlicher Sicht vermeintlichen, Fehler zusammen mit der Informatik, was die *predictions*, die Überlegungen zu den *predictions* der Modelle anbelangt. Denn die Modelle geben uns ja nicht die Wahrscheinlichkeit an, dass da zu 95% ein Herakles wiedergegeben ist, sondern dass das Netz der Ansicht ist, es könnte zu 95% Wahrscheinlichkeit einen solchen gefunden haben. Das ist nicht dasselbe. Diese Diskussion über die entsprechenden, aus menschlicher Sicht begangenen Fehler in der *object detection* war auch ein sehr weiterführender Punkt, der uns dann auch dazu gebracht hat, unser Training nochmal mit anderen Methoden durchzuführen. Für mich war der Diskurs mit den anderen Fachwissenschaften, aber auch mit der Informatik selber das eigentlich Spannendste im Projekt, weil ich den Eindruck hatte, dies führt dann auch unsere fachlichen Fragen weiter.

Kerstin P. Hofmann:

Ganz herzlichen Dank. Es sind wirklich verschiedenste Aspekte bis hin zu der Frage, was man eigentlich als Voraussetzungen bzw. Rahmenbedingungen hat. Wir haben z.B. im Zuge unserer Münzaufnahmen erneut diskutiert über Aufnahme- und Repräsentationsverfahren in der Numismatik, welche oft nicht beschriebenen Forschungspraktiken existieren, wann dreidimensionale und wann zweidimensionale Repräsentationen genutzt werden, welche zusätzlichen Informationen eigentlich mitberücksichtigt werden, die dann aber mitunter bei den Klassifikationen gar nicht mehr angegeben werden. Wird zum Beispiel aufgrund der Bilderkennung nur noch auf das Foto der Münze fokussiert, werden Materialzusammensetzung oder das Gewicht zu zusätzlichen Informationen, die dann bewusst vorher oder irgendwann nachträglich einbezogen werden. Das Gleiche gilt für die Berücksichtigung des archäologischen Kontextes etc. Ich glaube, wir müssen dringend über verschiedene Repräsentationstechniken und -standards diskutieren: Welche Aussagen möchten wir eigentlich treffen? Welche Daten und welche über andere Datensammlungen und Module zugänglichen Informationen möchten wir erheben bzw. berücksichtigen? Bei uns im Projekt haben wir bei der Analyse der hier vorgestellten Münzserie sehr stark auf das Foto statt auf die Münze an sich fokussiert, so dass vieles auch von der Fotoqualität abhängig ist. Denn nur im absoluten Ausnahmefall wird das Objekt selbst dann noch konsultiert. Worauf man referenziert, sollte man sich jedoch immer klar machen und auch bei der Datenprozessierung offenlegen.

Neben den Bildrechten, die im Verhältnis zu den Textrechten sicherlich eine absolute Krux sind, gilt es auch die Frage der Publikation von Datensätzen zu diskutieren: Wann ist eigentlich ein*eine Autor*in oder eine Mehrautor*innenschaft zu nennen? Wann publiziere ich einen Datensatz und ab wann bin ich Mitautor*in oder muss zumindest zitiert werden? Wie soll dies oder auch das Annotieren als eigenständige Leistung anerkannt werden? In diesem Bereich haben wir noch keine Standards und momentan ist dies auch noch nicht in Lebensläufen oder anderswo gut verankert. Datenkritik ist neben der Quellenkritik eine Aufgabe, in die wir massiv Zeit investieren müssen. Außerdem müssen wir darauf achten, dass wir in digitalen Projekten nicht schon zum Teil überholte Wissensbestände als Normdaten festschreiben, nur weil sie viel referenziert wurden. Vielmehr gilt es, aktuelle Diskussionen immer wieder neu zu integrieren. Ein Buch ist eine statische Publikation, und man ist sich einig: Das ist das Hauptergebnis. Doch auch beim dynamischen Publizieren müssen wir zwischen Forschungsprozess und -ergebnis unterscheiden oder durch Versionierungen zumindest Etappen eines Forschungsprozesses definieren. Denn nur so können andere Forschende darauf aufbauen und referenzieren. Eine große Herausforderung wird sein, mit der entstehenden Vielfalt an Publikationen sinnvoll umzugehen und sich hier auf verschiedene (Qualitäts-)Standards zu einigen.

Ich denke, dass viele kleine Entscheidungen bei Digital-Projekten derzeit sehr langfristige Auswirkungen haben können (Stichwort: *Pfadabhängigkeiten*). Diese sollten wir daher auch besonders reflektiert durchführen.

Elisabeth Günther:

Vielen Dank, auch das ist noch mal ein sehr wichtiger Punkt. Er zielt natürlich auch auf die Fragen ab: Was passiert jetzt auch mit unseren Datensätzen, mit unseren Forschungsprojekten? Wie können wir uns untereinander vernetzen und können auch voneinander profitieren? Wie können vielleicht auch zusammenarbeiten? Worauf müssen wir achten? Gibt es da bestimmte Standards, die wir setzen müssen, und in welchem Bereich ist es sinnvoller, das Ganze flexibler zu handhaben und eher den Kontext zu sehen, die Fragestellung, das Ziel? Wie könnte man eine engere Kollaboration unterschiedlicher Projekte realisieren?

Corinna Reinhardt:

Ich war mit dem Projekt (vgl. Abstract 2) Neueinsteigerin in dem Bereich der *Computer Vision* und ihrer Anwendung in den Bildwissenschaften. Natürlich habe ich selbst sehr viel dabei gelernt und lernen müssen. Vor allem haben die Diskussionen innerhalb unserer interdisziplinären Gruppe geholfen. Viele grundlegende Fragen konnten wir aber erst im Laufe der Projektzeit angehen und nicht generell auf bereits Etabliertes zurückgreifen, beispielsweise zu Standards möglicher Nachnutzungen. Dieser Bereich ist eben noch nicht Teil einer länger etablierten Grundlagenforschung unserer archäologischen Fächer, was auch die Frage danach, wie können Kollaborationen realisiert werden, erschwert. Martin Langner hat in dieser Gesprächsrunde am längsten Erfahrung. Wenn Erfahrungen in diesem Bereich für antike Bildwissenschaften nun tatsächlich stärker in die Forschungsausrichtung unserer Disziplinen übergehen, dann kann man auch langfristige Planungen machen, denn bislang ist es ja doch sehr stark vom geförderten Einzelprojekt abhängig, was realisiert werden kann. Die damit zusammenhängende kompetitive Ausrichtung befördert strategische Planungen ja nicht unbedingt. Kooperationen sehe ich dennoch als einen zentralen Schritt für die Frage, welches Ziel wir innerhalb unserer Fachdisziplinen denn eigentlich damit verfolgen. Unser Gespräch ist da eine gute Grundlage, genauso wie eine Arbeitsgemeinschaft oder Ähnliches. Es ist sicherlich hilfreich, Datensätze abzustimmen, dass nicht beispielsweise mehrere das Gleiche annotieren. Vielmehr hilft es, wenn man Daten gegenseitig austauscht und sie dann auch für unterschiedliche Fragestellungen anpasst. Generell braucht es sicherlich für die Frage nach der Zukunft eine stärkere Verankerung an einigen Professuren, beispielsweise mit einem Forschungsschwerpunkt.

Ute Versteegen:

Ich wollte nur noch mal darauf hinweisen, dass es bei den Kollaborationen strategisch betrachtet keine unwesentliche Rolle spielt, mit welchen bildrechtlichen Voraussetzungen man konfrontiert ist. Es ist wichtig, dass man jetzt mittelfristig so plant, dass man Projekte anstoßen kann, die einmal in der Lage sein werden, größere Repositorien nach der Annotation zur Verfügung zu stellen. Da eignen sich zum Beispiel numismatische Datenbanken auch deshalb gut, weil sie bildrechtlich meistens noch als machbar eingeschätzt werden. Man muss sich immer darüber im Klaren sein, dass diese bildrechtlichen Implikationen wirklich auch über unsere Fächer hinaus eine Rolle spielen, wenn es Repositorien gibt. In der Kunstgeschichte hat das schon dazu geführt, dass ‚Flachware‘, urheberrechtlich unbedenkliche Malerei bis 1900, in größeren Repositorien zusammengefasst worden ist. Da gibt es zum Beispiel *OmniArt*⁷⁸ und *IconArt*⁷⁹, das sind Repositorien, die die informatischen Kolleginnen und Kollegen dann auch wahnsinnig gerne benutzen, um quasi ‚zu spielen‘, einfach mal etwas mit den Netzwerken, die sie trainieren, auszuprobieren. Um einfach mal zu schauen, was sie mit Bilddatensätzen historischer Kunst machen können, um nicht nur aktuelle fotografische

78 Zu *OmniArt*: <https://isis-data.science.uva.nl/strezoski/#3> (abgerufen am 20.03.2023); Strezoski / Worring (2017).

79 Zu *IconArt*: <https://paperswithcode.com/dataset/iconart> (abgerufen am 20.03.2023); Gonthier et al. (2019).

Bilddatenpools wie *COCO*⁸⁰ oder *ImageNet*⁸¹ nutzen zu müssen. Da müssen wir unheimlich aufpassen, dass die Netzwerke dann nicht anhand solcher Repositorien weiter trainiert werden und uns hinterher angeboten werden. Dann entstehen diese *biases*, auf die bereits immer wieder hingewiesen wurde. Das ist wichtig. Wir können in unseren Fachkulturen bestimmte Artefaktgruppen finden, über die wir jetzt sehr gut auch größere Projekte in Kollaboration anschieben können. Aber natürlich ist es trotzdem spannend, da muss ich aus meinem eigenen Fach heraus sprechen, auch mit diesen kruden Mischungen aus einer Forschungsperspektive mit der Informatik weiterzuarbeiten. Denn wer weiß, vielleicht sind wir in zehn Jahren so weit, auch mit unserem Material entsprechend weiter und anders umzugehen, wenn wir jetzt mit viel Impetus daran forschen.

Marta Kipke:

Ich wollte noch mal kurz auf den Aspekt der Autorenschaft der Datensätze eingehen, den Kerstin Hofmann vorhin angesprochen hat. Ich finde ihn ganz wichtig, weil ich zuletzt ja auch ein ganzes Jahr im Projekt *EGRAPHSEN* daran gearbeitet habe, einen solchen Datensatz zusammenzustellen und viel intellektuelle Leistung hineinfließt, diesen ausgeglichen zu gestalten und entsprechende *sampling*-Methoden zu entwickeln, die sowohl informatischen als auch geisteswissenschaftlichen, spezifisch archäologischen Ansprüchen genügen. Insbesondere in Bezug auf die *biases*, die nur wir als Fachwissenschaftlerinnen und Fachwissenschaftler überhaupt erahnen können. Eigentlich muss über die Art und Weise, wie wir unsere Daten publizieren, ein Umdenken stattfinden.

Zu dem Punkt mit den Kollaborationen unterschiedlicher Projekte: Hier fangen die Schwierigkeiten häufig auch schon viel simpler an als man denkt, z.B. verwenden alle unterschiedliche Dateiformate für ihre Annotation. Es wäre schon mal ein guter ein Anfang, wenn alle ihre Formate, also alle ihre Annotationen, in demselben Format machten, weil Konvertierungen von einem ins andere Format auch nicht immer problemlos funktionieren. Und ich glaube, da braucht es tatsächlich einen ernsthaften Vorschlag für einheitliche, grundlegende Richtlinien. Ich muss immer daran denken, wie mir beigebracht wurde, wie ich ikonografische Analyse oder Bildbeschreibung zu machen habe. Es ist frage-spezifisch und es steht nicht alles in einer Bildbeschreibung oder ikonographischen Analyse, was auch dargestellt ist. Aber wir haben dennoch grundlegende Regeln, wie wir etwa bei der Beschreibung vorgehen. Das müsste es für Annotation so auch geben, dass man die Datensätze zwar vielleicht nicht immer unbedingt sofort weiterverwenden kann, aber dass sie flexibel sind und es einfach ist, anzuknüpfen. In *EGRAPHSEN* haben wir sehr stark versucht, eine flexible Annotationsrichtlinie zu machen, die auch in anderen Fragestellungen verwertbar ist. Dort kann man einfach schon nach den Sachen suchen, die darin sind, und muss nur noch kleine Ergänzung machen.

Kerstin P. Hofmann:

Durch Kollaborationen kann man viel lernen und sie sind dringend notwendig. Wir werden bei quantitativen Forschungen und bei dem Einsatz von KI nicht mehr nur einzeln und im stillen Kämmerlein arbeiten können. Wir müssen zusammenarbeiten und dabei so mutig sein, nicht nur offenzulegen, was gut, sondern auch was schlecht gelaufen ist. Dies wird unsere Arbeitsweise verändern bzw. hat sie auch schon z.T. in bestimmten Bereichen verändert; dies kostet aber auch Zeit. Wir sollten nicht nur irgendwie in Projekten für drei Jahre planen müssen, sondern wir benötigen Strukturen, die darüber hinausgehen. Deswegen sind meines Erachtens solche Initiativen wie *NFDI*⁸² oder *E-RIHS*⁸³ so wichtig, die dann aber auch wirklich Teil der Forschungen sein sollten.

80 <https://paperswithcode.com/dataset/coco> (abgerufen am 20.03.2023).

81 <https://www.image-net.org/> (abgerufen am 20.03.2023).

82 Nationale Forschungsdateninfrastruktur: <https://www.nfdi.de/> (abgerufen am 19.06.2023).

83 European Research Infrastructure for Heritage Science: <https://www.e-rihs.eu/> (abgerufen am 03.06.2023).

Wir haben festgestellt, dass es einfach auch an Plattformen fehlt, auf denen man eine Übersicht über aktuelle Projekte bekommt. Man erfährt zwar auf Workshops und Tagungen, was passiert ist, dies aber eben erst relativ spät. Es bräuchte einen dauerhaften Austausch und Netzwerke. Wenn wir Personen, die auch wirklich an Forschung interessiert sind, in diesem Bereich halten möchten, müssen wir ihnen auch Perspektiven bieten. Leider wandern uns viele Kolleg*innen gerade im informatischen Bereich ab, weil sie außerhalb der Wissenschaft einen Berufsmarkt vorfinden, der wesentlich bessere Rahmenbedingungen bietet. Gleichzeitig sehe ich, dass es zu einer Spezialisierung und Separierung der Digitalen Archäologie kommt, wobei deren Einbettung in die Fächerlandschaft noch offen diskutiert werden sollte. Die zahlreichen digitalen Archäologiestellen, die momentan an vielen Universitäten ausgeschrieben werden, bedürfen einer qualifizierten Besetzung und Rückbindung. Vieles wird derzeit versucht, mit kurzfristigen Projekten und Stellenausschreibungen umzusetzen. Die notwendigen Infrastrukturmaßnahmen, die meist nicht ausreichend finanziell ausgestattet sind, werden dazu führen, dass vermutlich nur einige wenige Institutionen hier federführend sein können. Die große Herausforderung wird sein, innovative Forschungen auf breiter Basis zu ermöglichen und eine gute Kombination zwischen Infrastruktur- und Projektarbeit, mit ihren zahlreichen Zwischenschritten, wie z.B. die Entwicklung von Pilotstudien, Standards und *best practices*, zu wählen.

Außerdem müssen wir schauen, dass nicht nur die Anzahl der Daten eine Rolle spielt, sondern auch die Datenqualität. Meldungen, dass z.B. 35.000 neue Datensätze eingegeben wurden, sind zwar erfreulich, aber dies sagt meist noch nichts über deren Umfang und Validierung aus. Dahingehend wird die Bereinigung bzw. Überarbeitung von Daten meist nicht mehr gefördert, doch auch für diese zentralen Aufgaben müssen wir Möglichkeiten schaffen. Ich hoffe, dass viele der anstehenden Herausforderungen durch *NFDI* und vergleichbare Initiativen angegangen werden. Aber digitales Forschen ist eine Herkulesaufgabe, die uns alle noch viel Zeit kosten wird.

Chrisowalandis Deligio:

Das ist ein Punkt, den ich bei Kerstin Hofmann unterstützen würde. Fehlt denn wirklich eine Plattform, wo dieser Austausch stattfinden kann? Wäre ich nicht bei der Tagung gewesen, hätte ich die ganzen Projekte gar nicht gesehen. Irgendwo müsste man eine Sammlung für Projekte und Vorhaben haben. In der IT gibt es schon entsprechende Seiten. Da gibt es viele Datensätze, über die man sich austauscht und mit denen man sich auch gegenseitig herausfordert. Vermutlich scheitert es an den Rechten, aber wenn man eine vereinfachte Version davon hätte, in der mitgeteilt würde, mit welchen Daten gearbeitet wird oder mit welcher Zielsetzung und wie man irgendwie Kontakt herstellen könnte, wäre schon ein wenig geholfen. Oder auch jetzt bei der Trierer Tagung, dass wir, wenn man sich ganz öffentlich machen will, so eine *GitHub*-Gruppe gründen könnten. Das fehlt ja so ein bisschen. Kurz: Wo finde ich, welche Projekte gerade laufen? Wie kann ich mich mit den Leuten hilfreich austauschen? Eine Plattform, auf der man diese Projekte schnell findet, wäre gut.

Elisabeth Günther:

Ich kann mir vorstellen, dass so etwas gerade für junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nützlich wäre, die noch nicht so etabliert sind und nicht so viele Kontakte, und daher auch noch nicht so einen Überblick haben, die aber vielleicht gerade auch interessiert sind, zu diesem Bereich beizutragen.

Martin Langner:

Also da, glaube ich, mache ich mir tatsächlich jetzt mal ein bisschen Hoffnung bei der *Nationalen Forschungsdateninfrastruktur-Initiative (NFDI)*, dass solche Sachen umgesetzt werden können. Ansonsten bin ich ganz hin und hergerissen. Ich wollte eigentlich, als ich mich meldete, noch mal die Paradata stark machen, die die Prozesse der Erhebung der Daten sehr umfassend dokumentieren. Das ist hier absolut notwendig, also noch mehr als in anderen Fällen. Aber nach den Vorrednern habe ich mich jetzt gefragt: Was ist eigentlich das, was wir brauchen? Zunächst dachte ich an eine Forschergruppe,

wie die *Römische Ikonologie* in den frühen 70er Jahren. Da hatte man eine Gruppe von Interessenten (es waren gar nicht viele), die haben Standards definiert, haben in wegweisenden Aufsätzen definiert, wie man es machen muss und wie man es besser nicht machen sollte, mit guten Beispielen. So was braucht es auf jeden Fall. Ich glaube, wir alle, die wir jetzt auch gut miteinander diskutieren können, haben auch eine Grundlage, auf der wir so etwas auf den Weg bringen könnten. Insofern läge vielleicht die Idee einer DFG-Forschergruppe nahe, einen wirklich sichtbaren *use case* umfassend, reflektiert und mit allen Daten publiziert, gut durchschaubar, nachnutzbar, usw. Das könnte, glaube ich, schon ein sehr sinnvolles Ziel sein. Aber vielleicht brauchen wir doch eher die *Faust*-Edition. Im Textbereich der Digital Humanities gibt es zum Beispiel eine Edition von Goethes *Faust*⁸⁴ und an der kommt man jetzt nicht mehr vorbei. Wenn man digitale Editionen macht, muss man das mindestens so machen wie die *Faust*-Edition. Also vielleicht brauchen wir eher als eine Forschergruppe ein Leuchtturmprojekt, wo an einem zentralen Beispiel der Archäologien eine Bildmustererkennung mal so vorgeführt wird, dass man das immer als Referenz nehmen kann. Aber auch da wieder nicht einer alleine, sondern wirklich eine Gruppe, wobei dann auch ein intensiver Diskussionsprozess stattfindet. Das ist eben der Punkt, wo ich glaube, dass NFDI das nicht mehr leisten kann, sondern da müssten vielleicht genau wir, die wir jetzt hier beisammen sind, uns mal im Nachgang überlegen, was das sein könnte, das wir gemeinsam (oder wen nehmen wir noch dazu?) als ‚Vorzeige-KI-Projekt‘ der Bildmustererkennung umsetzen könnten, wo auch ein Ergebnis zu erhoffen ist. Und, das haben die Diskussionen sehr deutlich gezeigt, dass wir das auch wirklich kritisch und reflektiert und auf Grundlage von visuellen Phänomenen angehen und nicht nur ein gegebenes Problem lösen, sondern dann auch viel stärker die ganze Bandbreite noch nicht ins Auge genommener Probleme adressieren.

Kerstin P. Hofmann:

Zur Ergänzung: Ich denke, wir brauchen eine breite Klaviatur. Je nach Fragestellung bräuchten wir unterschiedliche Leuchtturmprojekte, deren Referenzcharakter jedoch diskutiert und sehr bedacht gewählt werden muss. Schön wäre es, wenn diese Projekte auch zu einem gewissen Grad methodenorientiert und selbstreflexiv konzipiert würden und durch eine systematische Begleitung sowie Dokumentation und Vernetzung ihre Erkenntnisse in die neu entstehende Forschungslandschaft einbringen würden. Ferner stimme ich Chrisowalandis Deligio zu, dass Plattformen und Austausch wichtig wären, und zwar nicht nur für Nachwuchswissenschaftler*innen, denn gerade im digitalen Bereich ist und wird lebenslanges Lernen notwendig sein. Insbesondere interdisziplinäre Forschung stellt hier eine ganz andere Herausforderung dar, denn man kann nicht auf allen Gebieten den aktuellen Forschungsstand kennen. Wir müssen uns daher fragen: Wann diskutieren wir Details und wann Übergreifendes, wie Methoden und Theorien. Wir hatten hier jetzt einen starken Fokus auf das Bild. Noch herausfordernder wird es werden, wenn wir Dinge in ihrer ganzen Komplexität in den Blick nehmen und dann etwa ihr Material, ihre Oberflächenstruktur, Fragmentierungen, Assemblagen usw. mit betrachten. Also ich würde sagen, bei Text und Bild sind wir schon relativ gut und weit vorangekommen. Wenn wir jedoch Objekte digital erforschen wollen, stellen sich viele weitere Fragen, und sei es nur, wo die Grenze eines Objekts ist? Es ist eine ganz große Herausforderung, wenn wir dann zukünftig z.B. auch den Bildträger stärker mitberücksichtigen.

Elisabeth Günther:

Diesen Ausblick über das Bild hinaus auf das Objekt würde ich gerne gewissermaßen als Schlusswort stehen lassen. Es gibt natürlich noch viele weitere Aspekte der Mustererkennung, die wir jetzt noch besprechen könnten oder die wir hätten besprechen können. Das war jetzt nur ein kleiner Einblick, aber ich fand sehr interessant, was hier angesprochen wurde und in welche Richtung sich unser Gespräch entwickelt hat. Wichtig fand ich insbesondere den Bedarf, der sich hier gezeigt hat, sich untereinander stärker auszutauschen und darüber nachzudenken, wie wir besser zusammenarbeiten können, welche Voraussetzungen für Kollaborationen zu schaffen wären. Diese Diskussionen müssen natürlich

84 <https://www.faustedition.net> (abgerufen am 03.06.2023).

in einem Kontext geführt werden, der weit über diesen kleinen Gesprächskreis hinausgeht. Denn das ist, und das hat sich auch in den anderen Gruppeninterviews im Nachgang der Tagung *NEUES SEHEN* gezeigt, Grundlage, um die Entwicklung der archäologischen Disziplinen zu reflektieren und diese bewusst zu gestalten. Wir stehen vor sehr großen Veränderungen und Transformationen – oder sind eigentlich schon mittendrin –, die sich auf Forschung und ebenso auf die universitäre Lehre und die Zusammenarbeit mit Institutionen der Denkmalpflege, der Museen, erstrecken. Es gibt also noch viel Gesprächspotenzial und ich möchte mich abschließend schon einmal herzlich für die Diskussionen und Anregungen in diesem Kreis bedanken.

Literaturverzeichnis

- Argyrou / Agapiou (2022): A. Argyrou / A. Agapiou, A Review of Artificial Intelligence and Remote Sensing for Archaeological Research, *Remote Sensing* 2022, 14,23 (2022), <https://www.mdpi.com/2072-4292/14/23/6000> (abgerufen am 01.10.2023).
- Arnold / Tilton (2021): T. Arnold / L. Tilton, Distant Viewing: Analyzing Large Visual Corpora, *Digital Scholarship in the Humanities* 36,2 (2021), e1–e14, <https://doi.org/10.1093/digitalsh/fqz013> (abgerufen am 01.10.2023).
- Bawden et al. (2016): T. Bawden / D. Bonatz / N. Dietrich / J. Fabricius / K. Gludovatz / S. Muth / T. Poiss / D. A. Werning, Early Visual Cultures and Panofsky's Perspektive als 'symbolische Form', *eTopoi. Journal for Ancient Studies, Special Volume 6* (2016) (= G. Graßhoff / M. Meyer (Hrsgg.), *Space and Knowledge. Topoi Research Group Articles*, Berlin 2016, 525–570), http://www.topoi.org/wp-content/uploads/2017/01/eTopoi_Sp6_Bawden-et-al.pdf (abgerufen am 01.10.2023).
- Bendschus et al. (2022): T. Bendschus / L. Mührenberg / C. Reinhardt / R. Kosti / P. Madhu / U. Versteegen, Computer Vision und Deep Learning aus Perspektive der archäologischen Bildanalyse, in: L. Dieckmann / B. Pflöging / G. Schelbert / T. Wübbenet (Hrsgg.), *4D: Dimensionen – Disziplinen – Digitalität – Daten, Computing in Art and Architecture 6*, Heidelberg 2022, <https://books.ub.uni-heidelberg.de/arhistoricum/catalog/book/1100/chapter/15427> (abgerufen am 01.10.2023).
- Buchholz (1987): H.-G. Buchholz, Brettspielende Helden, in: S. Laser (Hrsg.), *Sport und Spiel. Mit einem Exkurs über „Rasseln und Schellen, Reifen, Wippen und Schaukeln“ und einem Anhang über „Brettspielende Helden“*, *Archaeologia Homerica* 3, Kapitel T, Göttingen 1987.
- Colbert de Beaulieu (1973): J.-B. Colbert de Beaulieu, *Traité de numismatique celtique 1, Méthodologie des ensembles*, *Ann. Litt. Univ. Besançon* 135, Besançon 1973.
- de la Tour (1892): H. de la Tour, *Atlas de monnaies gauloises préparé par la commission de topographie des gaules et publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique*, Paris 1892.
- Foster (1988): H. Foster, Preface, in: H. Foster (Hrsg.), *Vision and Visuality*, Seattle 1988, ix–xiv.
- Geirhos et al. (2019): R. Geirhos / P. Rubisch / C. Michaelis / M. Bethge / F. A. Wichmann / W. Brendel, ImageNet-trained CNNs are Biased Towards Texture; Increasing Shape Bias Improves Accuracy and Robustness, in: *International Conference on Learning Representations (ICLR) 2019*, <https://openreview.net/forum?id=Bygh9j09KX> (aktualisiert am 12.02.2023, abgerufen am 20.03.2023).
- Göbl (1987): R. Göbl, *Numismatik. Grundriss und wissenschaftliches System*, München 1987.
- Gonthier et al. (2019): N. Gonthier / Y. Gousseau / S. Ladjal / O. Bonfait, Weakly Supervised Object Detection in Artworks, in: L. Leal-Taixé / S. Roth (Hrsgg.), *Computer Vision, ECCV 2018 Workshops*, Cham 2019, 692–709, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-11012-3_53 (abgerufen am 01.10.2023).
- Goodfellow et al. (2018): I. Goodfellow / Y. Bengio / A. Courville, *Deep Learning. Grundlagen, aktuelle Verfahren und Algorithmen, neue Forschungsansätze*, Frechen 2018.
- Graepler (2016): D. Graepler, Künstlerhand und Kennerauge: Die Zuschreibung als archäologisches Methodenproblem, in: N. Eschbach / S. Schmidt (Hrsgg.), *Töpfer – Maler – Werkstatt. Zuschreibungen in der griechischen Vasenmalerei und die Organisation antiker Keramikproduktion*, Beihefte zum *Corpus Vasorum Antiquorum* 7, München 2016, 14–24.

- Günther (2021): E. Günther, Mehrdeutigkeiten antiker Bilder als Deutungspotenzial. Zu den Interdependenzen von Affordanzen und *frames* im Rezeptionsprozess, in: E. Günther – J. Fabricius (Hrsgg.), Mehrdeutigkeiten. Rahmentheorien und Affordanzkonzepte in der archäologischen Bildwissenschaft, *Philippika* 147, Wiesbaden 2021, 1–40.
- Günther (2022): E. Günther, Map of Things: West-östliche Narrative über die antiken Seidenstraßen, *Junges Forum für Sammlungs- und Objektforschung* 6 (2022), 56–65, https://edoc.hu-berlin.de/bitstream/handle/18452/26681/07_Guenther.pdf (abgerufen am 01.10.2023).
- Günther / Günther (2021): E. Günther / S. Günther, Interaktiv, international, interkulturell. Das Ausstellungsprojekt „Machtszenarien – Scenarios of Power – 无处不在的权力. Roles and Actions of Roman Emperors“, *Geldgeschichtliche Nachrichten* 316 (2021), 218–223.
- Günther / Günther (2022a): E. Günther / S. Günther, Mit Plinius dem Älteren im antiken Rom – Ein internationales Digital Mapping Projekt, in: P. Reinhardt / L. Scheuermann (Hrsgg.), *Geschichtswissenschaften in Pandemiezeiten. Beiträge zur Digitalen Wissensvermittlung und Public History*, Abhandlungen der Arbeitsgemeinschaft Alte Geschichte und EDV, Gutenberg 2022, 171–188.
- Günther / Günther (2022b): E. Günther / S. Günther, Augustus in Saigon!? Die Rezeption westlicher Antike in der kolonialen Bilderwelt und post-kolonialen Gesellschaft Vietnams, *Gymnasium* 129 (2022), 453–490.
- He et al. (2015): K. He / X. Zhang / S. Ren / J. Sun, Deep Residual Learning for Image Recognition, <https://arxiv.org/abs/1512.03385> (submitted 10.12.2015, abgerufen am 20.03.2023).
- Hilgert et al. (2018): M. Hilgert / H. Simon / K. P. Hofmann (Hrsgg.), *Objekt epistemologien. Zur Vermessung eines transdisziplinären Forschungsraums*, Berlin 2018, <https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/23823> (abgerufen am 01.10.2023).
- Hofmann / Patzke (2012): K. P. Hofmann / S. Patzke, Von Athen nach Etrurien. Zum Diffusionsprozess der entlehnten Innovation „ceramica sovraddipinta“, in: A. Kern / J. K. Koch / I. Balzer / J. Fries-Knoblach / K. Kowarik / C. Later / P. C. Ramsel / P. Trebsche / J. Wiethold (Hrsgg.), *Technologieentwicklung und -transfer in der Hallstatt- und Latènezeit. Beiträge zur Internationalen Tagung der AG Eisenzeit und des Naturhistorischen Museums Wien, Prähistorische Abteilung – Hallstatt 2009, Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas* 65, Langenweißbach 2012, 83–101.
- Hofmann et al. (2019): K. P. Hofmann / S. Grunwald / F. Lang / U. Peter / K. Rösler / L. Rokohl / S. Schreiber / K. Tolle / D. Wigg-Wolf, Ding-Editionen. Vom archäologischen (Be-)Fund übers Corpus ins Netz, *DAI e-forschungsberichte* 2019-2, <https://publications.dainst.org/journals/efb/2236> (abgerufen am 01.10.2023).
- Kaempf-Dimitriadou (1979): S. Kaempf-Dimitriadou, Die Liebe der Götter in der attischen Kunst des 5. Jahrhunderts v. Chr., *Beiheft zur Halbjahresschrift Antike Kunst* 11, Bern 1979.
- Kipke et al. (2022): M. Kipke / L. Brinkmeyer / S. Bagayoko / L. Schmidt-Thieme / M. Langner, Deep Level Annotation for Painter Attribution on Greek Vases utilizing Object Detection, *Proceedings of the 4th ACM International workshop on Structuring and Understanding of Multimedia Heritage Contents* 2022, 23–31, <https://doi.org/10.1145/3552464.3555684> (abgerufen am 17.10.2023).
- Langner (2017): M. Langner, Übersetzungsleistungen antiker Bildproduzenten. Überlegungen zu aktuellen Positionen der archäologischen Bildanalyse, *Saeculum. Jahrbuch für Universalgeschichte* 67 (2017), 67–101.

- Lin et al. (2014): T.-Y. Lin / M. Maire / S. Belongie / L. Bourdev / R. Girshick / J. Hays / P. Perona / D. Ramanan / C. L. Zitnick / P. Dollár, Microsoft COCO. Common Objects in Context, in: D. Fleet / T. Pajdla / B. Schiele / T. Tuytelaars (Hrsgg.), Computer Vision – ECCV 2014, Proceedings of the 13th European Conference on Computer Vision 5, Cham 2014, 740–755, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-10602-1_48 (abgerufen am 20.03.2023).
- Liu et al. (2016): W. Liu / D. Anguelov / D. Erhan / C. Szegedy / S. Reed / C.-Y. Fu / A. C. Berg, SSD. Single Shot Multibox Detector, in: B. Leibe / J. Matas / N. Sebe / M. Welling (Hrsgg.), Computer Vision – ECCV 2016, Proceedings of the 14th European Conference on Computer Vision 1, Cham 2016, 21–37, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-46448-0_2 (abgerufen am 20.03.2023).
- Lobinger (2015): K. Lobinger, Visualität, in: A. Hepp / F. Krotz / S. Lingenberg / J. Wimmer (Hrsgg.), Handbuch Cultural Studies und Medienanalyse. Medien – Kultur – Kommunikation, Wiesbaden 2015, 91–100, <https://doi.org/10.1007/978-3-531-19021-1> (abgerufen am 17.10.2023).
- Maaten / Hinton (2008): L. van der Maaten / G. Hinton, Visualizing Data Using t-SNE, Journal of Machine Learning Research 9 (2008), 2579–2605.
- Madhu et al. (2019): P. Madhu / R. Kosti / L. Mührenberg / P. Bell / A. Maier / V. Christlein, Recognizing Characters in Art History Using Deep Learning, in: V. Gouet-Brunet (Hrsg.), SUMAC 2019 – The 1st workshop on Structuring and Understanding of Multimedia heritAge Contents, Nizza, 21.–25. Oktober 2019, New York 2019, 15–22, <https://doi.org/10.1145/3347317.3357242> (abgerufen am 17.10.2023).
- Madhu et al. (2022): P. Madhu / A. Meyer / M. Zinnen / L. Mührenberg / D. Suckow / T. Bendschus / C. Reinhardt / P. Bell / U. Verstegen / R. Kosti / A. Maier / V. Christlein, One-Shot Object Detection in Heterogeneous Artwork Datasets, in: 2022 Eleventh International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA), 1–6, <https://ieeexplore.ieee.org/document/9784141> (abgerufen am 05.06.2023).
- Madhu et al. (2023): P. Madhu / A. Villar-Corrales / R. Kosti / T. Bendschus / C. Reinhardt / P. Bell / A. Maier / V. Christlein, Enhancing Human Pose Estimation in Ancient Vase Paintings via Perceptually-grounded Style Transfer Learning, Article No.: 16, Journal on Computing and Cultural Heritage 16,1 (2023), 1–17, https://www.researchgate.net/publication/346933628_Enhancing_Human_Pose_Estimation_in_Ancient_Vase_Paintings_via_Perceptually-grounded_Style_Transfer_Learning (abgerufen am 01.10.2023).
- McInnes / Healy (2018): L. McInnes / J. Healy, UMAP: Uniform Manifold Approximation and Projection for Dimension Reduction, <https://www.semanticscholar.org/paper/UMAP%3A-Uniform-Manifold-Approximation-and-Projection-McInnes-Healy/3a288c63576fc385910cb5bc44eaea75b442e62e> (abgerufen am 05.06.2023).
- Mührenberg / Verstegen (2020): L. Mührenberg / U. Verstegen, CA 2.x – Christliche Archäologie im *inverted classroom*. Ein Beitrag zur videobasierten digitalen Lehre an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, in: J. Handke / S. Zeaiter (Hrsgg.), Inverted Classroom – Past, Present & Future. Kompetenzorientiertes Lehren und Lernen im 21. Jahrhundert, 8. ICM-Fachtagung an der Philipps-Universität Marburg, Baden-Baden 2020, 165–178.

- Mührenberg / Verstegen (2022): L. Mührenberg / U. Verstegen, Christliche Archäologie im „inverted classroom“ und auf „virtueller Exkursion“, in: K. Döring / S. Haas / M. König / J. Wettlaufer (Hrsgg.), *Digital History. Konzepte, Methoden und Kritiken Digitaler Geschichtswissenschaft*. Berlin 2022, *Studies in Digital History and Hermeneutics* 6, 281–302, <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/9783110757101-015/html?lang=de> (abgerufen am 01.10.2023).
- Mührenberg et al. (2022): L. Mührenberg / T. Bendschus / C. Reinhardt / U. Verstegen, Kann eine Künstliche Intelligenz antike Kunst verstehen?, *Antike Welt* 3 (2022), 44–51.
- Pfisterer-Haas (2004): S. Pfisterer-Haas, Helden beim Brettspiel, in: R. Wünsche / F. Knauß (Hrsgg.), *Lockender Lorbeer. Sport und Spiel in der Antike*, München 2004, 381–385.
- Radford et al. (2021): A. Radford / J. W. Kim / C. Hallacy / A. Ramesh / G. Goh / S. Agarwal / G. Sastri / A. Aspell / P. Mishkin / J. Clark / G. Krueger / I. Sutskever, Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision, in: *International Machine Learning Society* (Hrsg.), *Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning* 139, 2021, Red Hook 2022, <https://arxiv.org/pdf/2103.00020.pdf> (abgerufen am 01.10.2023).
- Redmon et al. (2016): J. Redmon / S. Divvala / R. Girshick / A. Farhadi, You Only Look Once. Unified, Real-Time Object Detection, *Computer Vision and Pattern Recognition* 2016, 779–788, <https://arxiv.org/abs/1506.02640> (abgerufen am 20.03.2023).
- Redmon / Farhadi (2018): J. Redmon / A. Farhadi, Yolov3. An Incremental Improvement, *arXiv preprint: arXiv:1804.02767* (2018), <https://arxiv.org/abs/1804.02767> (abgerufen am 04.06.2023).
- Reinhardt / Bendschus (2021): C. Reinhardt / T. Bendschus, Simulating Digital Classics in Classical Teaching: A New Approach for New Demands in the Education of Classical Archaeology, in: S. Feuser / S. Merten / K. Wesselmann (Hrsgg.), *Teaching Classics in the Digital Age*, Kiel 2021, 117–128, https://macau.uni-kiel.de/receive/macau_mods_00001375 (abgerufen am 01.10.2023).
- Rother et al. (2004): C. Rother / V. Kolmogorov / A. Blake, “GrabCut” Interactive Foreground Extraction Using Iterated Graph Cuts, *ACM transactions on graphics (TOG)* 23.3 (2004), 309–314, <https://cvg.ethz.ch/teaching/cvl/2012/grabcut-siggraph04.pdf> (abgerufen am 01.10.2023).
- Sager et al. (2021): C. Sager / C. Janiesch / P. Zschech, A Survey of Image Labelling for Computer Vision Applications, *Journal of Business Analytics* (2021), 1–20, <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2104/2104.08885.pdf> (abgerufen am 01.10.2023).
- Servaraju et al. (2017): R. R. Selvaraju / M. Cogswell / A. Das / R. Vedantam / D. Parikh / D. Batra, Grad-CAM: Visual Explanations from Deep Networks via Gradient-based Localization (*IEEE International Conference on Computer Vision*, 2017), <https://arxiv.org/abs/1610.02391> (abgerufen am 05.06.2023).
- Simonyan / Zisserman (2015): K. Simonyan / A. Zisserman, Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition, *ICLR 2015*, <https://arxiv.org/pdf/1409.1556.pdf> (abgerufen am 01.10.2023).
- Stansbury-O’Donnell (2009): M. Stansbury-O’Donnell, The Structural Differentiation of Pursuit Scenes, in: D. Yatromanolakis (Hrsg.), *An Archaeology of Representations. Ancient Greek Vase-Painting and Contemporary Methodologies*, Athen 2009, 341–372.
- Strezoski / Worring (2017): G. Strezoski / M. Worring, Omniart. Multi-Task Deep Learning for Artistic Data Analysis, 2017, *arXiv preprint: https://arxiv.org/abs/1708.00684* (abgerufen am 05.06.2023).

- Van Zuijlen et al. (2021): M. Van Zuijlen / H. Lin / K. Bala / S. Pont / M. W. A. Wijntjes, Materials In Paintings (MIP): An Interdisciplinary Dataset for Perception, Art History, and Computer Vision, PLoS ONE 26,8 (2021), e0255109, <https://arxiv.org/pdf/2012.02996.pdf> (abgerufen am 01.10.2023).
- Verstegen et al. (2022): U. Verstegen / L. Mührenberg / F. Nicol / J. Abura, Virtual Reality in der Christlichen Archäologie. Zur Konzeptionierung virtueller Exkursionen und ihrem Einsatz in der universitären Lehre, in: V. Pirker / K. Pišonić (Hrsgg.), Virtuelle Realität und Transzendenz. Theologische und pädagogische Erkundungen, Freiburg 2022, 191–221.
- Verstegen / Kremer (2023): U. Verstegen / D. Kremer, The Nuremberg Stations of the Cross. Enriching On-Site Experiences of a Historical Pathway by the “FAU GeoExplorer” App, in: S. Münster / C. Kröber / A. Pattee / F. Niebling (Hrsgg.), Research and Education in Urban History in the Age of Digital Libraries. Third International Workshop, UHDL 2023, Munich, Germany, March 27–28, 2023, Revised Selected Papers. Cham 2023, Communications in Computer and Information Science 1853, 207–219, https://doi.org/10.1007/978-3-031-38871-2_12 (abgerufen am 01.10.2023).
- Voßkühler (2009): A.Voßkühler, OGAMA Description. A Software to Record, Analyze and Visualize Gaze and Mouse Movements in Screen Based Environments, <http://www.ogama.net/sites/default/files/pdf/OGAMA-DescriptionV25.pdf> (abgerufen am 05.06.2023).
- Wigg-Wolf et al. (2022): D. Wigg-Wolf / K. P. Hofmann / K. Tolle / K. Rösler / M. Möller / C. Deligio / J. Tietz / C. v. Nicolai, ClaReNet. Klassifikation und Repräsentation keltischer Münzprägungen im Netz. Das Projekt von 2021 bis 2024, DAI e-forschungsberichte 2022-2, <https://publications.dainst.org/journals/efb/article/view/3975/7659> (abgerufen am 01.10.2023).
- Winter (1903): Franz Winter, Die Typen der figürlichen Terrakotten. Die antiken Terrakotten III, Berlin 1903, <http://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/winter1903> (abgerufen am 05.06.2023).

Abbildungsnachweise

Abb. 1: M. Langner / M. Kipke.

Abb. 2: M. Langner / M. Kipke.

Abb. 3: © G. Pöhlein, Antikensammlung der FAU Erlangen-Nürnberg, CC BY-NC-SA 4.0.

Abb. 4: British Museum, Inv.-Nr. 1836,0224.68 [E 512]. © The Trustees of the British Museum. Shared under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) license.

Abb. 5: A. Villar-Corrales / R. Kosti / P. Madhu, CC BY-NC-SA 4.0.

Abb. 6: Objekterkennung / Segmentation durchgeführt von R. Kosti / P. Madhu, CC BY-NC-SA 4.0.

Abb. 7: R. Kosti / P. Madhu (mit PixPlot), CC BY-NC-SA 4.0.

Abb. 8: Grafik: R. Kosti / P. Madhu, CC BY-NC-SA 4.0.

Abb. 9: *Iconographics*-Projekt, FAU; Objekterkennung durchgeführt von R. Kosti und P. Madhu, CC BY-NC-SA 4.0.

Abb. 10: Grafik: C. Deligio; Fotos: © Jersey Heritage; all rights reserved.

Abb. 11: GIF: C. Deligio; Fotos: © Jersey Heritage; all rights reserved.

Autoreninformation⁸⁵

Dr. Torsten Bendschus
Institut für Klassische Archäologie
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Kochstr. 4 / 19
91054 Erlangen
E-Mail: t.bendschus@hotmail.de

Chrisowalandis Deligio, M.Sc.
Goethe-Universität Frankfurt am Main
Robert-Mayer-Str. 10 (5. Stock)
60325 Frankfurt am Main
E-Mail: Deligio@em.uni-frankfurt.de

Dr. Elisabeth Günther
Universität Heidelberg
Institut für Klassische Archäologie und Byzantinische Archäologie
Marstallhof 4
69117 Heidelberg
E-Mail: elisabeth.guenther@zaw.uni-heidelberg.de

Dr. Kerstin P. Hofmann
Römisch-Germanische Kommission
des Deutschen Archäologischen Instituts
Palmengartenstr. 10–12
60325 Frankfurt am Main
E-Mail: kerstin.hofmann@dainst.de

Marta Kipke, M.A.
Georg-August-Universität Göttingen
Institut für Digital Humanities
Nikolausberger Weg 23
37073 Göttingen
E-Mail: marta.kipke@uni-goettingen.de

Prof. Dr. Martin Langner
Georg-August-Universität Göttingen
Institut für Digital Humanities
Nikolausberger Weg 23
37073 Göttingen
E-Mail: martin.langner@uni-goettingen.de

Prof. Dr. Corinna Reinhardt
Institut für Archäologie
Fachbereich Klassische Archäologie
Rämistr. 73
CH-8006 Zürich
E-Mail: corinna.reinhardt@archaeologie.uzh.ch

85 Die Rechte für Inhalt, Texte, Graphiken und Abbildungen liegen, wenn nicht anders vermerkt, bei den Autoren. Alle Inhalte dieses Beitrages unterstehen, soweit nicht unter den Abbildungsnachweisen anders gekennzeichnet, der Lizenz CC BY 4.0.

Dr. Katja Rösler
Römisch-Germanische Kommission
des Deutschen Archäologischen Instituts
Palmengartenstr. 10–12
60325 Frankfurt am Main
E-Mail: katja.roesler@dainst.de
ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0002-7520-7079>

Prof. Dr. Ute Verstegen
LS Christliche Archäologie
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Kochstr. 6
91054 Erlangen
E-Mail: ute.verstegen@fau.de
ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0002-6577-5144>

NEUES SEHEN – Aktuelle Ansätze der Digitalen Archäologie in der Objekt- und Bildwissenschaft. Teil 4/4: Interinstitutionelle Zusammenarbeit und Wissensvermittlung

Elisabeth Günther, Sascha Schmitz, Eva Bleser,
Michael Drechsler, Nico Feld, Karl-Uwe Mahler

Abstract: The conference *NEUES SEHEN. Aktuelle Ansätze der Digitalen Archäologie in der Objekt- und Bildwissenschaft* (*NEUES SEHEN. Current approaches to object and image studies in digital archaeology*), held at the University of Trier, 20.–22.05.2022, explored the potential of digital tools and methods applied to archaeological objects and imagery. This fourth part of the conference proceedings discusses the potential of digital archaeology for the inter-institutional exchange between university, museum and the state agency responsible for monument protection and preservation, with a special focus on the city of Trier (session 4 of the conference).

Einleitung: Potenziale der Digitalen Archäologie für den Austausch zwischen Universität, Museum und Denkmalpflege

Elisabeth Günther

Dieser letzte Teil der vierteiligen Beitragsreihe zur Tagung *NEUES SEHEN. Aktuelle Ansätze der Digitalen Archäologie in der Objekt- und Bildwissenschaft*¹, organisiert von Elisabeth Günther und Sascha Schmitz an der Universität Trier (20.–22.05.2022), bringt drei Institutionen der Forschung und Wissensvermittlung miteinander in Austausch: Universität, Museum und Denkmalpflege. Die vielfältigen Möglichkeiten der Digitalen Archäologie stellen die jeweiligen Institutionen sowie deren Zusammenarbeit vor neue Herausforderungen. Im Fokus steht dabei die Stadt Trier, in der Universität, Rheinisches Landesmuseum und Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz (GDKE) eng miteinander verflochten sind.

Der interinstitutionelle Austausch findet dabei auf mehreren Ebenen statt, wie auch dem hier vorgelegten Gruppengespräch zu entnehmen ist. Sicherlich am prominentesten tritt die Digitale Archäologie im Bereich der Wissensvermittlung in Erscheinung.² Neben einer Erweiterung musealer Präsentation, etwa in Form von Videos, die digitale Rekonstruktionen der antiken Stadt zeigen, bieten sich für die archäologischen Stätten Triers, z.B. die Porta Nigra oder die Kaiserthermen, neue Darstellungsmöglich-

1 S. Tagungsprogramm: <https://www.uni-trier.de/universitaet/fachbereiche-faecher/fachbereich-iii/faecher/klassische-archaeologie/forschung-und-projekte/tagungen-und-kongresse/tagung-neues-sehen> (abgerufen am 05.12.2023).

2 S. auch Teil 2/4 dieser Beitragsreihe *3D-Modellierung und digitale Rekonstruktion* in DCO 9 (2023), 78–115.

keiten für die Besucherinnen und Besucher.³ Hier stellt sich, wie im Gespräch deutlich wird, insbesondere die Frage nach den Bedürfnissen der Nutzerinnen und Nutzer und den Möglichkeiten des ‚authentischen‘ Erlebens der Weltkulturerbestätten.

Eine besondere Herausforderung bieten Forschungsprojekte, die an den Schnittstellen der unterschiedlichen Institutionen, entweder strukturell, personell oder sowohl als auch, angesiedelt sind. Hier sind zwei Projekte der Sprecherinnen und Sprecher zu nennen: zum einen das *Archäologische Stadtkataster Trier (PAS-TR)*, ein Kooperationsprojekt der Stadt Trier und der Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz (Abstract Nr. 1), zum anderen das *Antike Kulturerbe Trier (AKuT)* der Fächer Klassische Archäologie und Informatik an der Universität Trier, in dessen Rahmen ein begehbare VR-Modell des römischen Trier entstanden ist, über welches die Nutzerinnen und Nutzer mithilfe eines *Knowledge Graph*⁴ weitere Informationen zu den einzelnen Monumenten und deren unterschiedlichen Bauphasen abrufen können (Abstract Nr. 2). Neben dem wichtigen Beitrag, den beide Projekte für die Erforschung des römischen Trier in seiner topographischen und baulichen Komplexität leisten, spielt auch hier die Weitergabe und Vermittlung der Ergebnisse eine nicht unbedeutende Rolle; *PAS-TR* hat eine Visualisierung der antiken Befunde zum Ziel, um bei der zukünftigen Stadtentwicklung das kulturelle Erbe unter der Stadt zu berücksichtigen. Das Stadtmodell von *AkuT* soll letztlich einem breiteren Publikum zur Verfügung stehen.

Grundlegend für beide Projekte ist das Anlegen einer umfangreichen Datenbank. Dabei sind nicht nur das Sammeln und Aufbereiten der Daten, sondern insbesondere die Strukturierung sowie die Verknüpfung der Daten zentral. Hier stellen sich wichtige Fragen im Bereich des Datenmanagements: Wie geht man mit den teils sensiblen Daten (z.B. Informationen über die Lage noch nicht ergrabener Befunde) um? Für welches Publikum können und dürfen welche Daten zugänglich sein? Welche Lizenzierungen sind sinnvoll? Welche Möglichkeiten und Herausforderungen bietet *Open Data*? Inwieweit lassen sich Datensätze standardisieren, um interdisziplinäre sowie interinstitutionelle Forschungsprojekte zu ermöglichen?

Die Bereitstellung bzw. die Verfügbarkeit von Daten hat in den archäologischen Disziplinen enorm an Bedeutung gewonnen. Nicht nur für die Antragsstellung von Projekten ist sie entscheidend; sie beschäftigt zunehmend Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in frühen Karrierephasen. Insofern stellt sich die Frage, inwieweit Datenmanagement in die universitäre Lehre integriert werden sollte.⁵

Die Sprecherinnen und Sprecher zeichnen sich durch besondere Expertise im Bereich der Digitalen Archäologie bzw. des Datenmanagements aus und sind in der Universität, dem Museum oder der Denkmalpflege tätig.

Der Archäologe Dr. Karl-Uwe Mahler ist wissenschaftlicher Referent für die römischen Großbauten und das Trierer UNESCO-Welterbe am Rheinischen Landesmuseum Trier (Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz [GDKE]). Er ist Ansprechpartner und Koordinator verschiedener digitaler Projektkooperationen der GDKE mit der Stadt Trier, Hochschulen und Universitäten im Bereich von Forschung, Vermittlung und Stadtentwicklung.

Der provinzialrömische Archäologe Michael Drechsler, M.A., war von Oktober 2021 bis Juni 2023 zusammen mit Sascha Schmitz, M.A., Projektleiter des landesweiten Pilotprojekts *Archäologisches Stadtkataster Trier* der Stadtverwaltung Trier und der GDKE (Abstract Nr. 1). Er hat davor intensive Erfahrung mit dem kulturellen Erbe der Stadt Trier und dessen Archivierung und Digitalisierung wäh-

3 In Absprache mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Tagung wurde festgelegt, jeweils die weibliche und männliche Sprachform zu verwenden.

4 Ein *Knowledge Graph* strukturiert und verknüpft Datensätze, ähnlich einer relationalen Datenbank. Anders als herkömmliche Datenbanken, die aus Zeilen und Spalten bestehen, setzt sich eine relationale Datenbank aus Knotenpunkten und deren Verbindungen zusammen, was zu einer größeren Flexibilität in der Abfrage von komplexen Datensätzen führt.

5 Allgemein zur Digitalen Archäologie in der universitären Lehre s. Teil 1/4 der Beitragsreihe in DCO 9 (2023), 54–77.

rend seines Dissertationsprojektes zur römischen Stadtbefestigung Triers (Universität zu Köln) gesammelt.

Sascha David Schmitz, M.A.,⁶ der gemeinsam mit Michael Drechsler die Leitung im Projekt *Archäologisches Stadtkataster Trier (PAS-TR)* innehat, ist Doktorand im Fach Klassische Archäologie an der Universität Trier (Thema: Die Import-Sigillatafunde vom Kerameikos in Athen). Hier war er von 2017 bis 2020 auch wissenschaftlicher Mitarbeiter im transnationalen LEADER-Projekt *Antike Realität mobil erleben (ARmob)*⁷ und für 3D-Rekonstruktion zuständig. Außerdem ist er seit November 2022 als Projektmitarbeiter im DFG-Projekt *Römische Grabdenkmäler des Treverergebietes im Kontext*⁸ tätig, das an der Goethe-Universität Frankfurt ansässig ist, und für 3D-Rekonstruktion von Grabdenkmälern sowie die Analyse ihrer landschaftlichen Einbindung und Sichtbarkeit verantwortlich.

Eva Bleser, M.A. M.A., absolvierte ein Doppelmaster-Studium in den Fächern Klassische Archäologie und Geschichte an der Universität Trier. Während ihres Studiums arbeitete sie als wissenschaftliche Hilfskraft für das LEADER-geförderte Projekt *Antike Realität mobil erleben (ARmob)*⁹ sowie für *Antikes Kulturerbe Trier (AkuT, Abstract Nr. 2)*, wo sie für die Erstellung der Beispieldatensätze und der Ontologie zuständig war. Seit November 2023 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin bei dem von der DFG geförderten Digitalisierungs- und Erschließungsprojekt *Merian online* der Universitätsbibliothek Trier, in dem die als Dauerleihgabe der Universitätsbibliothek zur Verfügung gestellten Topographien von Matthäus Merian und Martin Zeiller für die Forschung in einer digitalen Edition aufbereitet werden.¹⁰

Nico Feld, M.Sc., promoviert an der Universität Trier im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion zu Virtual und Augmented Reality. Im Rahmen des interdisziplinären Projekts *AKuT* mit der Klassischen Archäologie der Universität Trier hat er an der Erstellung des vorgestellten Demonstrators mitgewirkt.

Die Moderatorin Dr. Elisabeth Günther war Akademische Rätin a.Z. im Fach Klassische Archäologie der Universität Trier. Seit April 2023 ist sie als Akademische Rätin am Institut für Klassische Archäologie und Byzantinische Archäologie der Universität Heidelberg tätig.¹¹ Sie war und ist an mehreren interdisziplinären wie internationalen Lehrprojekten zur Erstellung einer Onlineausstellung mit interaktiven Karten beteiligt.¹²

6 <https://www.uni-frankfurt.de/128948705/Schmitz> (abgerufen am 05.12.2023).

7 Im Rahmen des Projekts wurde die App *ARGO – Augmented Archaeology* entwickelt, die es Nutzerinnen und Nutzern ermöglicht, an über 100 Standorten in der Region Trier-Luxemburg antike und mittelalterliche Bauten mit Hilfe von Augmented Reality wieder zum Leben zu erwecken. Für weitere Informationen s. Cordie et al. (2020), Schmitz (2022) und <https://ar-route.de/> (abgerufen am 05.12.2023). Vgl. auch das Projektabstract in Teil 2/4 dieser Beitragsreihe *3D-Modellierung und digitale Rekonstruktion* in DCO 9 (2023), 93–95.

8 https://www.uni-frankfurt.de/128552583/Trier_Grabdenkm%C3%A4ler_im_Kontext (abgerufen am 14.01.2023). Vgl. auch das Projektabstract in Teil 2/4 dieser Beitragsreihe *3D-Modellierung und digitale Rekonstruktion* in DCO 9 (2023), 87f.

9 Vgl. Anm. 7.

10 <https://www.merian.uni-trier.de> (abgerufen am 13.09.2023).

11 <https://www.uni-heidelberg.de/fakultaeten/philosophie/zaw/klarch/mitarbeiter/guenther.html> (abgerufen am 21.04.2023).

12 Studentische numismatische Ausstellung *Machtszenarien – Scenarios of Power* 2019 am Institut für Klassische Archäologie der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und am Institute for the History of Ancient Civilizations, Northeast Normal University, Changchun, China, gemeinsam mit Prof. Dr. Sven Günther: <https://www.klassischearchaeologie.phil.fau.de/ausstellungen/machtszenarien-scenarios-of-power-eine-numismatische-ausstellung/welcome-to-our-international-exhibition-of-roman-coins/> (abgerufen am 13.12.2022), s. hierzu Günther / Günther (2021). Zu weiteren Digitalprojekten von Elisabeth Günther s. Günther / Günther (2022a); Günther / Günther (2022b); Günther (2022).

Abstracts der Projekte der Sprecherinnen und Sprecher

Abstract 1: Unsichtbares sichtbar machen – Das Projekt *Archäologisches Stadtkataster Trier (PAS-TR)*

Michael Drechsler (Universität zu Köln, ehem. Stadtverwaltung Trier, Amt für Stadtkultur und Denkmalschutz), Dr. Karl-Uwe Mahler (GDKE)

Das römische Trier besitzt eine reiche antike Überlieferung, die in den zum Teil als UNESCO-Welterbe ausgezeichneten Baudenkmalen und den Funden des Rheinischen Landesmuseums ihren Ausdruck findet. Darüber hinaus hat sich durch Ausgrabungen und Untersuchungen seit dem 19. Jahrhundert zum nicht sichtbaren unterirdischen Trier ein so komplexer und umfangreicher Datenbestand ergeben, dass eine vollständige Aufarbeitung noch aussteht und nur schrittweise möglich ist. Neben der fachwissenschaftlich-archäologischen Auswertung dieser Daten ist gleichzeitig eine Erschließung und schnelle Recherchierbarkeit im Hinblick auf die Belange städteplanerischer Anforderungen wichtig. Nur so kann die Abstimmung denkmalpflegerischer Zielsetzungen und moderner Stadtentwicklungskonzepte in einer sich verändernden Stadtlandschaft erfolgen.

Im Oktober 2021 startete ein Kooperationsprojekt der Stadt Trier und der GDKE (Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz), um auf der Achse Römerbrücke-Amphitheater modellhaft alle bisherigen Daten – analog und digital – zum nicht sichtbaren Trier zusammenzuführen. Das Projekt *PAS-TR*¹³ ist in dieser Form einzigartig, weil es von Beginn an kooperativ zwischen Bauplanung und Bodendenkmalpflege konzipiert ist. Dadurch soll künftig das kulturelle Erbe unter der Stadt bereits prognostisch berücksichtigt werden können. Für dieses Ziel ist ein breiter Austausch von üblicherweise stark getrennten Datensammlungen der jeweiligen Verwaltungsbereiche erfolgt. In einem nächsten Schritt wurden zusammen mit Vertreterinnen und Vertretern der Stadt und Stadtentwicklerinnen und Stadtentwicklern Konzepte einer Visualisierung diskutiert, die für den städtebaulichen Blick eine Informations- und Entscheidungshilfe darstellen.

Der Vortrag vermittelt in aller Kürze die Rahmenbedingungen des Projektes, die Praxis der Datenbeschaffung von Stadtverwaltung und GDKE, die konkrete Zusammenführung der Daten in einem *GIS (QuantumGIS)* und die langfristige Archivierung der Arbeitsergebnisse in der bestehenden Fachdatenbank (*PGIS*). Danach werden Beispiele der Analyse und Prognose der Daten und ihre jeweilige mögliche Visualisierung demonstriert, die sich später sowohl an fachliches wie nichtfachliches Publikum richten soll. Diese Visualisierungen basieren auf folgenden Leitfragen:

- Wo und wie (tief) wurden innerhalb des Arbeitsgebietes Bodeneingriffe vorgenommen?
- Welche archäologischen Quellen wurden dabei dokumentiert und wie sind diese heute erhalten?
- Wo wurden keine Bodeneingriffe vorgenommen und welche archäologischen Quellen sind dort zu vermuten?
- Wie lassen sich Flächen unter Berücksichtigung des kulturellen Erbes städte- und bauplanerisch qualifizieren und quantifizieren?

Der Vortrag ist aus der tagesaktuellen Arbeit des Projektes abgeleitet, das Mitte 2024 enden wird.

13 <https://mdi.rlp.de/service/pressemitteilungen/detail/lewentz/leibe-stadtkataster-projekt-in-trier-ist-landesweit-einmalig> (abgerufen am 30.11.2023).

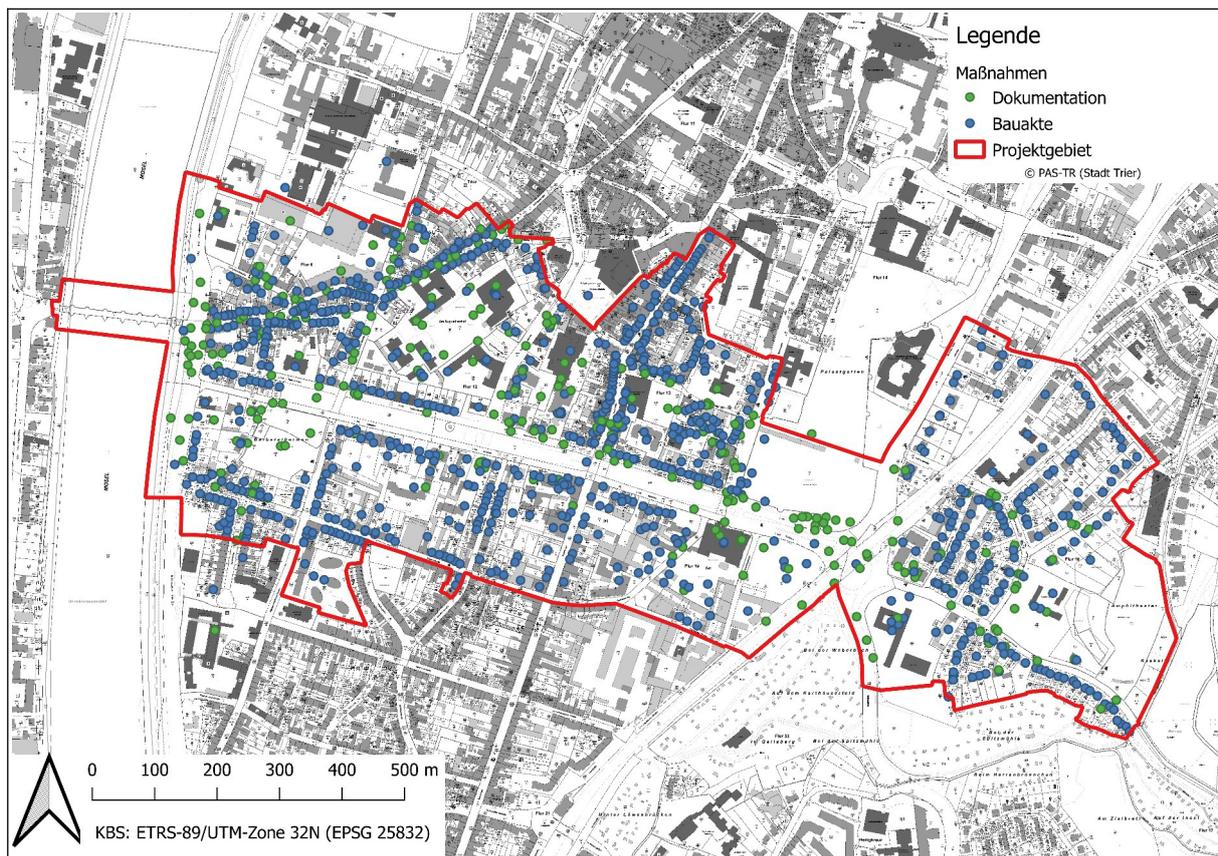


Abb. 1: Projekt Archäologisches Stadtkataster, Arbeitsgebiet.

Abstract 2: Ein Ausweg aus dem Datenchaos? Neue Wege der wissenschaftlichen Recherche und Datenverwaltung

Eva Bleser, M.A. M.A. (Universitätsbibliothek Trier), Nico Feld, M.Sc. (Universität Trier)

Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung im Bereich der Informatik entstehen u.a. neue Möglichkeiten zur Generierung, Sammlung und Speicherung von Daten, die auch das wissenschaftliche Forschungsdatenmanagement betreffen. Dazu zählt der Umgang mit der Vielfalt der verfügbaren Datenformen (Bilder, Texte, geographische Daten etc.). Mit dieser Thematik befasst sich seit 2020 das interdisziplinäre Projekt *Antikes Kulturerbe Trier (AKuT)* der Fächer Klassische Archäologie und Informatik, das im Bereich der *Cultural Heritage Studies Trier (CHeST)* an der Universität Trier angesiedelt ist. Schwerpunkte des Projekts sind die Förderung von intuitiven Recherchen durch Datenverknüpfungen, die Verwaltung von raumbezogenen Daten sowie die Verwahrung und der Austausch von Modellierungsdaten. Auf der Basis von Datensätzen zu publizierten Bodendenkmälern des Trierer Landes, zur Dokumentation der Kaiservilla von Konz (Bilder, Pläne, Grabungsdokumentation) und zu ausgewählten Trierer Römerbauten (Kaiserthermen, Kaiserpalast) wurden der Demonstrator eines *Knowledge Graph* mit *WebGIS* und ein virtuelles Stadtmodell von Trier in der Spätantike umgesetzt.

Die in Form eines *Knowledge Graph* realisierte Forschungsdatenbank ermöglicht über die verschiedenen Knotenpunkte intuitives Auffinden von mit der Fragestellung verbundenen Datensätzen. Eine solche Verbindung kann u.a. aus dem gleichen Bautyp oder einer gleichzeitigen Datierung bestehen. Um die dafür benötigte Einheitlichkeit bei der Beschreibung von Objekteigenschaften zu erreichen, wurde die vom *International Council of Museums*¹⁴ entwickelte und auch im archäologischen Kontext genutzte Ontologie *CIDOC-Conceptual Reference Model*¹⁵ verwendet und erweitert. Auf diese Weise

14 <https://icom.museum/en/> (abgerufen am 13.09.2023).

15 <https://www.cintuidoc-crm.org/> (abgerufen am 13.09.2023).

können Objektdaten standardisiert erhoben und abgelegt werden. Mit dem *Knowledge Graph* verknüpft ist ein *WebGIS*, das die Standorte der Denkmäler aufzeigt und zudem mit weiteren Anzeigefunktionen ausgestattet ist. So können nur Objekte einer bestimmten Zeitspanne und/oder eines Bautyps eingeblendet werden, zusätzlich kann auf verschiedene Karten des Trierer Umlands zurückgegriffen werden. Durch den *Knowledge Graph* und das *WebGIS* können so Informationen intuitiv durch semantische und/oder geographische Zusammenhänge exploriert werden. Außerdem wurde ein erstes *Usermanagement System* implementiert, welches nicht öffentliche Daten für nicht autorisierte Benutzer entweder anonymisieren oder gänzlich verstecken kann.

Das Stadtmodell besteht aus den vier Komponenten *O(pen)S(treet)M(ap)*, *Model Storage*, *Model Knowledge Graph* und einem *Controller*. Um die neuen Erkenntnisse aus der Forschung schnell und einfach abbilden zu können, soll das Stadtmodell flexibel und benutzerfreundlich bearbeitbar sein. In *OSM* wird unter Verwendung des *OSM Software Stacks*¹⁶ die Verortung von Gebäuden, Straßen, Mauern, etc. vorgenommen. Der *Model Storage* ist eine Datenbank verschiedener 3D-Modelle der in der *OSM* verorteten Objekte. Diese müssen nicht einzigartig sein, d.h. für ein Objekt können mehrere 3D-Modelle existieren, z.B. für verschiedene Epochen. Der *Model Knowledge Graph* verlinkt nun die Daten der *OSM* mit den Modellen des *Model Storages* mitsamt weiteren Informationen, wie Epoche und Material. Der *Controller* verwaltet die Benutzeranfragen an das System und liefert mit Hilfe der drei anderen Komponenten ein maßgeschneidertes 3D-Modell basierend auf den Parametern der Benutzeranfrage. Im *Demonstrator* wurde dies beispielhaft für die *Unity-Engine*¹⁷ als *Plug-in* implementiert, welches dem Benutzer ein generiertes Stadtmodell des spätantiken Trier liefert. Auch wurde dort beispielhaft die Darstellung von unscharfen Daten implementiert, was zukünftig weiter ausgebaut werden soll.

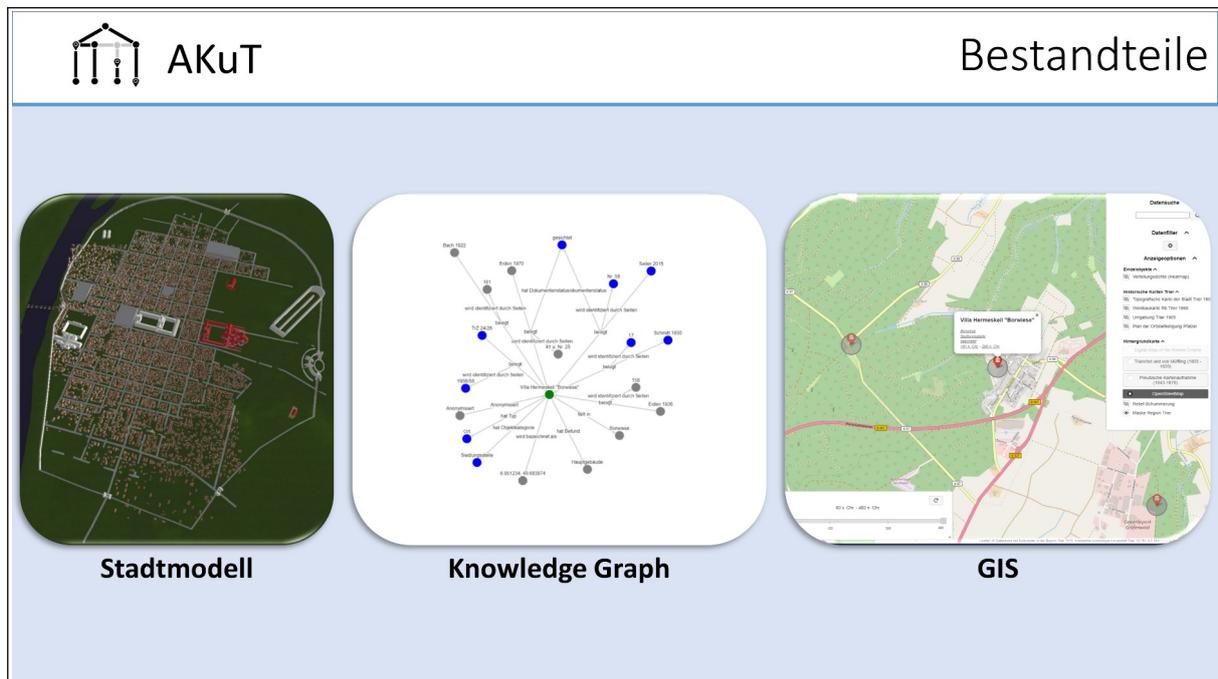


Abb. 2: Die drei Teile des Demonstrators: Das virtuelle Stadtmodell, der *Knowledge Graph* und das *WebGIS*.

16 <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Develop> (abgerufen am 13.09.2023).

17 Die *Unity-Engine* ist eine verbreitete Software zur Erstellung von 3D-Anwendungen, welche eine einfache Einbindung von eigenen Erweiterungen bietet.

Gruppeninterview zur Sektion *Interinstitutioneller Austausch und Wissensvermittlung*

Sprecherinnen und Sprecher:

Elisabeth Günther (Universität Heidelberg), Moderation

Eva Bleser (Universitätsbibliothek Trier)

Michael Drechsler (Stadt Trier)

Nico Feld (Universität zu Köln, ehemals Stadtverwaltung Trier, Amt für Stadtkultur und Denkmalschutz)

Karl-Uwe Mahler (Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz, Trier)

Sascha Schmitz (Goethe-Universität Frankfurt / Universität Trier)

Elisabeth Günther:

Ich begrüße alle Sprecherinnen und Sprecher zum Gespräch. Wir steigen mit folgender Frage ein: Welches Potenzial bieten digitale Methoden und Anwendungen für den Einsatz in der Wissensvermittlung?

Michael Drechsler:

Das Erste, das mir hierzu einfällt, ist zwar bekannt, verdient aber doch immer wieder eine Betonung, nämlich dass digitale Methoden sehr viele Leute erreichen können. Das gilt umso mehr für englischsprachige Publikationen, die gerade im digitalen Bereich gängig sind. Der große Vorteil von Englisch als Kommunikationssprache in der Wissenschaft ist mir jetzt im Zusammenhang mit Publikationen aus Osteuropa wieder aufgefallen. Wenn man standardmäßig in Englisch publiziert, erreicht man ein viel breiteres und gerade auf digitalem Wege ein sehr großes potenzielles Publikum.

Karl-Uwe Mahler:

Ohne Frage führt das Publizieren in Englisch auf wissenschaftlicher Ebene zu einer größeren Verbreitung und damit im besten Fall zu einem intensiven fachlichen Austausch unter Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Gleichzeitig ist aber auch zu bedenken, dass mitunter aus verschiedenen Gründen Inhalte in der Übersetzung verloren gehen können oder unscharf werden. Hier beide Wege zu gehen, sowohl in der jeweiligen Muttersprache als auch in Englisch bzw. in anderen weit verbreiteten Sprachen zu publizieren, ist sicherlich sinnvoll. Einen dualen Weg – analog und digital – würde ich auch im Bereich der Vermittlung kulturellen Erbes vorschlagen, da bei einer ausschließlichen Nutzung digitaler Angebote ebenfalls ‚Verluste‘ eintreten könnten. Ein großer Vorteil digitaler Vermittlungsangebote ist sicherlich, dass bestimmte Zielgruppen für das Thema kulturelles Erbe – insbesondere die römische Hinterlassenschaft – begeistert und/oder besser informiert werden könnten. Digitale Techniken bieten hier Chancen, weil sie Seh- und Handlungsgewohnheiten aufgreifen, die in bestimmten Bereichen schon vorhanden sind. Digitale Spiele und Smartphone-Nutzung haben in den letzten etwa 20 Jahren bei jüngeren Generationen einen anderen Blick generiert. Gerade diese Zielgruppen der Besucherinnen und Besucher unserer Museen und kulturellen Stätten können somit über diesen Weg besser erreicht werden. Da sehe ich großes Potenzial in der Vermittlung mittels digitaler Techniken. Gleichzeitig ist ein kritischer, reflektierender Umgang mit dem *Gamification*-Konzept sehr wichtig, insbesondere wenn AR oder VR spielerisch eingesetzt werden. Verschiedene gewinnbringende Möglichkeiten der Umsetzung haben wir im Rahmen dieser Tagung kennengelernt. Eine aus fachlicher Sicht angemessene Qualität der Angebote erfordert aber auch eine entsprechend intensive Planungs- und Arbeitsphase.

Zu bedenken und zu berücksichtigen ist gleichzeitig, dass Erwartungs- und Anspruchshandlung der Besucherinnen und Besucher ganz unterschiedlich sein können. Digitale Angebote sind nicht durchgängig von allen gewünscht. Dies haben wir seitens der GDKE konkret an einem Beispiel in Trier der vergangenen Jahre beobachten können. Im Amphitheater gibt es seit etwa zwei Jahren auch die Möglichkeit, mediale Inhalte inklusive virtueller Rekonstruktionen über das Smartphone abzurufen. Um eine Rückmeldung zur Akzeptanz zu erhalten, wurde eine zweitägige kurze Umfrage durchgeführt. Diese ist zwar nicht repräsentativ, aber die Reaktionen waren interessant. Zentral war der Wunsch der Besucherinnen und Besucher, die Stätte persönlich, authentisch, zu erleben. Der ‚analoge Besuch‘ war für sie wichtig und hätte nach eigener Aussage nicht durch ein virtuelles Angebot ersetzt werden können, wurde aber durch das neue Angebot nach eigener Aussage bereichert. Einige – nicht nur ältere – Nutzerinnen und Nutzer gaben zudem an, das digitale Angebot gar nicht in Anspruch nehmen zu wollen. Das unmittelbare Erlebnis war für sie entscheidend und die sonstigen analogen Informationsmöglichkeiten wurden von Ihnen als ausreichend für den Besuch gesehen. Um möglichst alle Zielgruppen zu erreichen, wird man aus diesem Grund für die nähere Zukunft konzeptionell an dem weiteren Ausbau des kombinierten – analogen und digitalen – Vermittlungsangebots arbeiten.

Während der Tagung ist aus meiner Sicht (als Archäologe) noch einmal sehr deutlich geworden, dass die inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit und Begleitung solcher Vermittlungsangebote durch Fachwissenschaftlerinnen, Fachwissenschaftler und andere Experten beispielsweise aus den Bereichen Pädagogik oder der Informatik unverzichtbar sind. Dass man sich hier zusammenfindet, ist wichtig, um die inhaltlichen Themen qualitativ zu setzen und auszuarbeiten. Welche Auswahl trifft man, welche Geschichten kann und will man an einem Ort erzählen? Die GDKE hat in diesen Abstimmungsprozessen bei verschiedenen Projekten Erfahrungen sammeln können. Es ist ein sehr interessanter, aber auch langwieriger Prozess des Austauschs. Die Schaffung einer gemeinsamen Verständnisebene – u.a. zwischen Archäologen und Informatikern – muss dem vorausgehen.

Eva Bleser:

Man muss vielleicht aufpassen, wenn man diese oder ähnliche Angebote für die Öffentlichkeit macht, dass man nicht zu viel auf Effekte und Visualisierung setzt und es damit nicht übertreibt. Dies ist jetzt weniger gedacht im Sinne von Reizüberflutung, sondern eher dahingehend, dass man die Inhalte als besonders sensationell darstellen möchte und dabei übertreibt, vielleicht insofern, dass man sich ein wenig zu weit von der Sache entfernt und nur auf den Effekt achtet, weil man denkt, dass das Wissenschaftliche nicht ausreicht, um genügend Leute zu erreichen und genügend Aufmerksamkeit zu generieren.

Nico Feld:

Wir haben jetzt ein paar Mal den Aspekt der Zielgruppe angesprochen. Den Vorteil von digitalen Anwendungen sehe ich darin, dass man die Daten einfacher und gezielter für die jeweilige Zielgruppe aufbereiten kann. Das war auch ein Teilaspekt von unserem Projekt im Rahmen von *AKuT (Antikes Kulturerbe Trier, Abstract Nr. 2)*, dass wir dieses Stadtmodell des antiken Trier mit kleinen Änderungen oder Parameteränderungen für die verschiedenen Zielgruppen aufbereiten können. Das ist, glaube ich, auch eine Sache, die die Digitalität als Vorteil mit sich bringt.

Sascha Schmitz:

Ich möchte einwerfen, dass manche der angesprochenen Aspekte aber gar nicht so sehr auf das Digitale beschränkt sind, z.B. die Ablehnung von digitalen Angeboten durch die Besucherinnen und Besucher im Amphitheater Trier. Es gibt auch Leute, die das authentische Erlebnis insofern suchen, als dass sie ein Führungsheftchen, eine Führung oder ein Buch ebenfalls ablehnen und einfach nur den Ort an sich auf sich wirken lassen möchten. Das hat dann mit dem Digitalen gar nichts zu tun.

Ein anderer Punkt, der nicht nur digitale Rekonstruktionen betrifft, ist die Frage: Wie zeigt man, was rekonstruiert und was konstruiert ist? Auch hierfür ist das Trierer Amphitheater ein ganz gutes Bei-

spiel. Denn der Besucher, der auf das Digitale verzichtet und sich in das Bauwerk hineinstellt, weil er das ‚authentische‘ Erlebnis möchte – wer die besondere Atmosphäre eines antiken Bauwerks vor Ort erfahren möchte –, kann nicht erkennen, wie viel davon eigentlich später wieder aufgemauert wurde. Das ist in diesem konkreten Fall eine ganze Menge, wenn man sich Bilder des Amphitheaters vom Anfang des 20. Jahrhunderts anschaut; ein grundsätzliches Problem bei der Vermittlung durch bauliche Rekonstruktionen.

Ich möchte damit nicht sagen, dass es nicht wichtig wäre diese Aspekte zu diskutieren, sondern nur zu bedenken geben, dass sie auch vor der Digitalisierung schon relevant waren und es auch heute unabhängig von digitalen Methoden sein können.

Und, um noch kurz einen Aspekt hinzuzufügen: Eine digitale Rekonstruktion ist reversibel.

Karl-Uwe Mahler:

Damit es nicht missverstanden wird: Im oben angesprochenen Kontext habe ich unter dem Begriff ‚authentisch‘ das Besuchs- und Wahrnehmungserlebnis als solches verstanden, nicht bezogen auf das Denkmal im Sinn seiner Originalität. Das ist selbstverständlich zu unterscheiden. Die digitale Rekonstruktion bzw. digitale Sichtbarmachung des originalen Bestandes kann hier eine neue Qualität in der Vermittlung darstellen und hat dahingehend erhebliches Potenzial. Dabei sollte aber darauf geachtet werden, dass das Sehen des eigentlichen Objekts und damit die umgebende Realität immer im Vordergrund stehen. Das schließt letztlich in gewisser Weise an das an, was Sascha Schmitz schon gesagt hat: Dass genau zu prüfen ist, was auf welche Weise dargestellt wird.

Elisabeth Günther:

Wobei man natürlich da auch einwenden könnte, dass ein authentisches Erlebnis für jemanden, der jetzt in einer digitalen Umgebung groß wird, also sehr vertraut mit Digitalen Spielen und Medien sowie mit Social Media ist, anders aussieht als für unsere Generation. Dass also vielleicht dieses Verhältnis zu dem Original oder sozusagen diese Atmosphäre, diese Einzigartigkeit des Monuments oder auch das Sich-Hineinfühlen in diese Situation, anders wahrgenommen wird als das bei uns mit einem vielleicht eher ‚analogen‘ Erfahrungs- und Lebenshintergrund der Fall ist.

Karl-Uwe Mahler:

Dies trifft sicherlich zu, aber gleichzeitig bleibt bei einem Besuch die uns eigene Wahrnehmung mit allen Sinnen ein wesentlicher Faktor, der ein besonderes und individuelles Erleben ermöglicht. Betritt man etwa im Sommer die zum Teil gefluteten Kellerräume unter der Arena des Amphitheaters, so trifft man dort auf andere klimatische Verhältnisse – die Besucherinnen und Besucher umfängt feuchte Kühle und durch die Audioinstallation eingespielter Arenalärm. Dadurch und durch die Rezitation der Flüche, die auf den hier aufgefundenen Bleitafelchen zu lesen waren, entsteht ein sinnliches Erlebnis. Auch wenn dies nur sehr bedingt eine antike Realität widerspiegelt, ist es dennoch ein authentisches Erlebnis, bei dem unterschiedliche Sinne aktiviert werden und das im besten Fall dazu führen kann, dass Interesse und Informationsbedürfnis gesteigert werden.

Michael Drechsler:

Ich glaube, es ist ein großer Vorteil, dass man das Erleben etwas mehr in die Länge ziehen kann: Ich kann mich vorbereiten, indem ich mir etwas im Vorfeld digital schon einmal anschau. Dann habe ich das authentische Erlebnis im Amphitheater selbst. Ich kann aber auch jederzeit nochmal zurückkommen und mir das noch einmal durch den Kopf gehen lassen bzw. digital ansehen, ohne ein weiteres Mal hinfahren zu müssen (was auch nicht jede und jeder kann). Gerade beim Thema Vermittlung ist Wiederholung ein großer Punkt. Das erinnert mich ein bisschen an den illegalen Download von Kinofilmen: Alle haben gesagt, dass dies das Ende von Kino sei, aber die Branche hat ganz im Gegenteil einen Boom erlebt, weil sich die Leute umso mehr für die Kinofilme interessiert haben. Also das ist durchaus ein Potenzial: Das Erlebnis vor Ort und das Digitale können sich gegenseitig begünstigen.

Elisabeth Günther:

Da gebe ich dir auf jeden Fall Recht: Digitale allgemein verfügbare Informationen (inklusive Modelle, virtuelle Rundgänge, etc.) zu den archäologischen Stätten und Monumenten können natürlich auch Neugierde wecken und dann Motivation sein, den Ort zu besuchen. Daran können die Museen eigentlich nur interessiert sein, auch um so die Besucherzahlen eventuell zu steigern.

Karl-Uwe Mahler:

Das kann ich nur bestätigen. In Corona-Zeiten wurden seitens der GDKE zahlreiche Angebote online gestellt. Im Gespräch mit einigen Besucherinnen und Besuchern wurde für mich später deutlich, dass dies dazu geführt hat, dass sich einige der Rezipienten die archäologischen Stätten gerne im Original ansehen wollten. Es ist also sinnvoll, digitale Angebote sowohl vor Ort als auch online zur Verfügung zu stellen. Ich denke ähnlich wie Michael Drechsler, dass die Vor- und Nachbereitung die (realen) Orte noch attraktiver macht.

Elisabeth Günther:

Vielen Dank, das waren alles ganz wichtige Punkte. Ich fasse unser bisheriges Gespräch so zusammen: Das Neue ist wichtig, aber das Alte soll deswegen nicht verschwinden. Das Digitale ist eine wertvolle Ergänzung, die auch neue Perspektiven vermitteln kann, aber die eben mit dem Erleben der Wirklichkeit, der originalen Monumente und Objekte, zusammengehen sollte.

Karl-Uwe Mahler:

Um das bewältigen zu können, ist es zwingend notwendig, dass unterschiedliche Institutionen eng zusammenarbeiten. So kann von Museumsseite eine ganz andere Sichtweise auf die Vermittlung eingebracht werden als etwa von der universitären Forschung mit ihrer kritischen Reflexion im Umgang mit digitalen Medien. Im Alltag der praktischen Museumsarbeit kann dies nicht im gleichen Umfang geleistet werden.

Elisabeth Günther:

Da stellt sich natürlich die Frage: Wo seht ihr ganz konkret Herausforderungen in der inter-institutionellen Zusammenarbeit zwischen Museum, Universität und Denkmalpflege? Und wo seht ihr Chancen? Wie könnte man die Zusammenarbeit zwischen diesen doch sehr unterschiedlichen Institutionen intensivieren?

Michael Drechsler:

Modernes wissenschaftlich-didaktisches Arbeiten ist immer stark verschränkte Teamarbeit von verschiedenen Spezialistinnen und Spezialisten. Alle bringen verschiedene Stärken und Fähigkeiten mit: Die Landesdenkmalpflege sitzt eher auf den Kerndaten und ist sozusagen ganz nah an den Quellen. Das Museum hat dafür die Kompetenz in der Vermittlung und die Universität ist in der Lage, schnell und flexibel neue Methoden zu entwickeln. Wenn man diese Stärken wie in einem guten Team miteinander kombinieren kann, dann kommt man zum besten Ergebnis. Schlimm wäre im Gegenteil, wenn jede Institution glaubt, sie könne alles selbst und am besten. Denn das produziert unweigerlich Widersprüche. Das Potenzial liegt aus meiner Sicht genau darin, dass man Stärken erkennt und sinnvoll miteinander koordiniert.

Die erfolgreichen Projekte, gerade im Bereich Digitalisierung, das sind die, die mit verlässlichen Partnerinstitutionen intensiv zusammenarbeiten, die eine gemeinsame Sprache zwischen der Pädagogik und dem rein wissenschaftlichen Blick auf den jeweiligen Projektgegenstand entwickelt haben. Und das ist das, was sich jetzt durchsetzt: Die guten Sachen, die auf einer guten Teamarbeit beruhen.

Karl-Uwe Mahler:

Eine Schwierigkeit, die ich dabei sehe, ist die der personellen und finanziellen Ressourcen. Man kann sicherlich sehr interessante Projekte konzipieren, aber in der Umsetzung binden sie eben auch Personal. Wenn Arbeitskraft über (befristete) Forschungsprojekte generiert wird, dann ist das zwar eine Möglichkeit, Stellen zu schaffen, die fokussiert im Projektbereich arbeiten. Mögliche Kooperationspartnerinnen und -partner in öffentlichen Institutionen mit operativem Tagesgeschäft verfügen allerdings nicht immer über entsprechende personelle Kapazitäten, um ihren Part der Kooperation zu leisten.

Michael Drechsler:

Man könnte überlegen, ob es nicht sinnvoll wäre, an einer von diesen Institutionen eine Stelle zu schaffen, die genau solche Koordinierungsaufgaben übernimmt. Dann hätte man einen festen Ansprechpartner bzw. eine feste Ansprechpartnerin, der oder die auch einen praktischen Leitfaden entwickeln kann, wie solche Institutionen in Kommunikation miteinander treten können, wie man den Austausch gewährleisten kann. Das wäre vielleicht eine Möglichkeit, auch wenn diese, um es mal von der praktischen Seite zu betrachten, natürlich wieder am Geld und an der Person hängt.

Karl-Uwe Mahler:

Das ist aus meiner Sicht auch das Problem bei Forschungs- oder Drittmittelprojekten, die nur über einen bestimmten Zeitraum finanziert, verlängert oder nicht verlängert werden. Angestellte Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler stehen unter dem Druck, ihre Existenz sichern zu müssen, und scheiden möglicherweise frühzeitig aus dem Projekt aus, weil sich eine vielversprechendere berufliche Perspektive ergibt. Prinzipiell wäre es wichtig, diese Arbeiten zu verstetigen, auch um eine entsprechende Koordination zu gewährleisten.

Elisabeth Günther:

Wobei das natürlich dann auch wieder eine Koordinationsstelle ist. Das heißt, die Arbeitszeit fließt dann in die Koordination und die Stellen für die Leute, die das Projekt umsetzen sollen, die eigentlich fehlen, werden dadurch nicht unbedingt generiert.

Eva Bleser:

Genau das ist wichtig bei diesen Projekten, dass sie in ihrer Laufzeit finanziell ausreichend gefördert werden. Aber hinterher, wenn man eine Datenbank aufbaut, braucht man jemanden, der sie weiterführt. Das ist auch wieder eine Stelle, wie umfangreich sie dann auch sein mag. Man braucht hier neben dem Server, auf dem alles abgelegt ist und auf dem die ganzen Daten gesichert werden, jemanden, der das von Seiten der IT betreut. Man bräuchte an dieser Stelle aber auch jemanden, der es wissenschaftlich betreut und sicherstellt, dass weiterhin Daten eingespeist werden, wenn es neue Daten gibt, und der für die Projektkommunikation, z.B. im Falle von Fragen oder Anfragen, zuständig ist. Es reicht nicht, dass man ein finales Ergebnis hat, sondern man muss auch dafür sorgen, dass die Datenpflege langfristig gesichert ist.

Sascha Schmitz:

Ein wesentliches Problem ist die Zugänglichkeit von Daten. Ich mache jetzt einen Lösungsvorschlag, der vielleicht ein bisschen provokant ist: Ein Austausch wäre wahrscheinlich personell leichter möglich, wenn er nicht immer aktiv stattfinden müsste, sondern auch passiv möglich wäre. Ein Beispiel: Die American School of Classical Studies at Athens (ASCS), die für die Ausgrabungen in der Athener Agora verantwortlich ist, hat die gesamten Altgrabungsunterlagen gescannt. Sie stellt die gesamten Grabungstagebücher, die Teil der Altgrabungsunterlagen sind, online zur Verfügung.¹⁸ Ich kann mir

18 <https://www.ascsa.edu.gr/excavations/athenian-agora> (abgerufen am 05.12.2023); Link zu den Tagebüchern: <https://agora.ascsa.net/research?v=list&q=&sort=&t=notebook> (abgerufen am 22.01.2024).

Fotos von allen Funden ansehen, die sind alle durchfotografiert worden. Das ist natürlich einmal ein Riesenaufwand gewesen, aber jetzt muss ich da niemanden behelligen. Damit wir der anfangs erhöhte Personalaufwand in der Folgezeit wieder eingespart. Es wäre also vielleicht ein Ansatz, mehr Daten frei zur Verfügung zu stellen.

Michael Drechsler:

Das würde ich zu einhundert Prozent unterstützen. Ich weiß, dass das ein großer Sprung ist. Als Fachwissenschaftler hat man immer das Gefühl, wenn man Informationen aus der Hand gibt, dass es schwierig ist, die Kontrolle über Ihre Deutung gegenüber Laien zu behalten. Ich weiß auch, dass es Einzelfälle gibt, wo dies ganz sicher nicht möglich ist. Aber zumindest für den größeren Teil unserer Daten, glaube ich, könnte man eine freie Verfügbarkeit tatsächlich umsetzen. Und ich glaube, es wäre nicht zum Nachteil unserer Profession. Im Gegenteil ist die niederschwellige Zugänglichkeit von Quelldaten seit jeher ein Grundprinzip der Wissenschaft. Ich weiß, dass es im praktischen beruflichen Umfeld anders aussieht.

Karl-Uwe Mahler:

Wenn diese öffentliche Bereitstellung von Daten erfolgt, muss auch die personelle Struktur in den Einrichtungen geschaffen werden, um die erwartbaren Informationsanfragen zu bearbeiten. Dessen muss man sich bewusst sein. Einzelne Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bzw. andere Interessierte werden um weitere Informationen bitten, wie etwa genauere Angaben zu Funden oder Befunden. Der dadurch zwangsläufig entstehende Kommunikationsbedarf muss berücksichtigt werden. Das steht nicht dem Grundgedanken der freien Verfügbarkeit entgegen, aber bei einer zu überstürzten Bereitstellung, würde das zu unterschiedlichen Problemen führen, die besser im Vorfeld zu klären sind.

Nico Feld:

Bei uns in der IT stellt sich natürlich auch immer die Frage, wenn wir Studien in der Informatik machen, ob wir den Programmcode oder unsere Forschungsdaten veröffentlichen oder die Daten bzw. Ergebnisse anderer Forschungsprojekte verwenden. Was die Publikation von Bildern und Forschungsdaten betrifft, ist es bei euch in der Archäologie vermutlich auch eine Frage der Lizenzen, sodass man sich intensiv damit auseinandersetzen muss, welche Lizenzen es gibt, bzw. ob und welche eigene Lizenzen für die eigenen Publikationen vergeben werden müssen.

Sascha Schmitz:

Hinsichtlich des Setzens von Standards käme auch den Universitäten als den Institutionen, in denen die Nachwuchskräfte sozusagen noch ausgebildet werden, eine wichtige Rolle zu. Denn diese Standards müssten von Anfang an den Studierenden vermittelt werden.

Elisabeth Günther:

Wobei man natürlich in der universitären Lehre immer sehr stark exemplarisch arbeitet, sodass allgemeine Strukturen oder Methoden abhängig von der jeweiligen Fragestellung und von der jeweiligen Perspektive auf den Gegenstand sind. Insofern weiß ich nicht, ob man da tatsächlich Standardabläufe o.Ä. vermitteln könnte und sollte. Ich sehe auch in der Forschung selbst, dass wir sehr individuell arbeiten. Das heißt nicht, dass wir nicht im Team arbeiten sollen, ganz im Gegenteil. Aber ich denke, das individuelle Reflektieren bestimmter Fragen und auch die individuelle Perspektive, die nicht so gut zusammengeht mit Standardisierungen, sollte man unbedingt bewahren, weil gerade das uns Vielfalt bringt, also ganz viel Potenzial hat, neue Fragestellungen zu entwickeln.

Michael Drechsler:

Ich frage mich, ob das nicht auf die Frage hinausläuft: Können wir uns als Einzelwissenschaftlerinnen und Einzelwissenschaftler diese Kompetenzen in einem Akt der Selbstorganisation selbst aneignen? Oder brauchen wir die institutionelle Lösung, d.h., dass es jemanden gibt, der das für uns übernimmt,

sich in diesem Bereich speziell weiterbildet und das dann quasi als Dienstleistung für alle übernimmt? Das ist eine sehr spannende Frage. Ich glaube, beide Wege können zu einem Ergebnis führen. Ich würde aber auch sagen, dass der Aufbau individueller Kompetenzen zumindest der Weg sein sollte, den man zuerst umsetzt. Ich glaube, dass das schneller zum Erfolg führt.

Elisabeth Günther:

Ohne Frage sollten diese neuen Formen, diese neuen Herausforderungen im Umgang mit Daten, Teil der universitären Lehre sein. Das betrifft z.B. die Auswahl von Bildern – das Thema Bildrechte und Lizenzen wurde ja schon angesprochen – oder auch die Frage, auf welche Websites und Datensätze man im Rahmen einer Hausarbeit o.Ä. zurückgreifen kann. Wie man das dann letztendlich in ein Seminar einbaut, ist natürlich nochmal eine andere Frage.¹⁹

Ich denke, hier stehen zwei verschiedene Systeme nebeneinander. Auf der einen Seite versucht man, unterschiedliche Forscherinnen und Forscher, unterschiedliche Fachdisziplinen zusammenzubringen, indem man Standards und auch bestimmte Strukturen vorgibt. Das tut natürlich auch die DFG. Wenn man einen Antrag schreibt, muss man auch bestimmte Vorgaben berücksichtigen, wenn man Erfolg haben möchte. Auf der anderen Seite steht unser traditionell sehr individuelles Arbeiten, das von ganz spezifischen Fragestellungen ausgeht und das entsprechend nur bedingt in diese Schubladen passt. Der Mehrwert ist gerade, dass man sich gegen diese Schubladen sperrt, und auch das kann der Startpunkt für interdisziplinäres Arbeiten werden.

Die Herausforderung ist, beide Seiten zusammenzubringen und natürlich die Zusammenarbeit zwischen Einzelpersonen wie auch Disziplinen zu fördern und zu fordern. Gerade aber da, wo etwas vielleicht nicht zusammen passt oder sich aneinander reibt, da entsteht Forschung, entstehen neue Fragen und Projektideen. Wie bereits angesprochen, ist hier eine gemeinsame die Sprache ganz wichtig, damit man sich wirklich versteht und austauschen kann. Wir haben bereits verschiedene Aspekte angesprochen, wie man unterschiedliche Institution in Forschung und Wissensvermittlung zusammenbringen kann. Die sicherlich wichtigste Voraussetzung ist da der direkte und persönliche Austausch: Die Sprache des anderen zu verstehen, aber auch die Bedenken, die rechtlichen Grenzen der jeweiligen anderen Institutionen wirklich zu kennen. Hier wären meines Erachtens gegenseitige Schulungen oder Workshops sinnvoll.

Ich möchte das gerne als Ausblick am Ende dieser Diskussionsrunde stehen lassen. Ich bedanke mich herzlich für das Gespräch, das uns hoffentlich näher zusammen gebracht und den Austausch zwischen Universität, Museum und Denkmalpflege weiter angeregt hat.

19 Zur Digitalen Archäologie in der universitären Lehre s. Teil 1/4 der Beitragsreihe in DCO 9 (2023), 54–77.

Literaturverzeichnis

- Cordie et al. (2020): R. Cordie / A. Kronenberg / T. Mattern / S. D. Schmitz (Hrsgg.), Vergangenheit neu sehen! Archäologie in Bildern, Luxemburg und Rheinland-Pfalz, Trier 2020.
- Joos (2000): B. Joos, Das „Neue Sehen“. Extreme Perspektiven in der Photographie, in: B. Salmen (Hrsg.), Blicke, Durchblicke, Ausblicke in Kunst und Volkskunst, Mulmau 2000, 84–90.
- Günther (2022): E. Günther, Map of Things. West-östliche Narrative über die antiken Seidenstraßen, Junges Forum für Sammlungs- und Objektforschung 6 (2022), 56–65.
- Günther / Günther (2021): E. Günther / S. Günther, Interaktiv, international, interkulturell. Das Ausstellungsprojekt „Machtszenarien – Scenarios of Power – 无处不在的权力. Roles and Actions of Roman Emperors“, Geldgeschichtliche Nachrichten 316 (2021), 218–223.
- Günther / Günther (2022a): E. Günther / S. Günther, Mit Plinius dem Älteren im antiken Rom – Ein internationales Digital Mapping Projekt, in: P. Reinhardt / L. Scheuermann (Hrsgg.), Geschichtswissenschaften in Pandemiezeiten. Beiträge zur Digitalen Wissensvermittlung und Public History, Abhandlungen der Arbeitsgemeinschaft Alte Geschichte und EDV, Gutenberg 2022, 171–188.
- Günther / Günther (2022b): E. Günther / S. Günther, Augustus in Saigon!? Die Rezeption westlicher Antike in der kolonialen Bilderwelt und post-kolonialen Gesellschaft Vietnams, Gymnasium 129 (2022), 453–490.
- Schmitz (2022): S. D. Schmitz, Von ARmob zu ARGO – Zur Entwicklung eines Augmented Reality Besucherführungssystems, in: P. Reinhardt / L. Scheuermann (Hrsgg.), Geschichtswissenschaften in Pandemiezeiten. Beiträge zur Digitalen Wissensvermittlung und Public History, Abhandlungen der Arbeitsgemeinschaft Alte Geschichte und EDV, Gutenberg 2022, 243–253.
- Zielasko et al (2020): D. Zielasko / N. Feld / C. Flemming / P. Lungershausen / A. Morgenthal / T. Mattern / S. D. Schmitz / B. Weyers, Towards Preservation and Availability of Heterogeneous Cultural Heritage Research Data via a Virtual Museum, in: B. Weyers / C. Lürig / D. Zielasko (Hrsgg.), GI VR / AR Workshop 2020, 24.–25. September 2020, Trier 2020.

Abbildungsnachweise

Abb. 1: Sascha David Schmitz (Stadt Trier).

Abb. 2: Erstellt von Nico Feld, 06.12.2023, eigenes Werk.

Autoreninformation²⁰

Eva Bleser, M.A. M.A.
Universitätsbibliothek Trier
Merian online
Universitätsring 15
54295 Trier
E-Mail: bleser@uni-trier.de

Michael Drechsler, M.A.
Universität zu Köln
Archäologisches Institut
Albertus-Magnus-Platz
50923 Köln
E-Mail: mdrechl@smail.uni-koeln.de

Nico Feld, M.Sc.
Universität Trier
FB IV – Informatik, Human-Computer Interaction
54296 Trier
E-Mail: feldn@uni-trier.de

Dr. Elisabeth Günther
Universität Heidelberg
Institut für Klassische Archäologie und Byzantinische Archäologie
Marstallhof 4
69117 Heidelberg
E-Mail: elisabeth.guenther@zaw.uni-heidelberg.de

Dr. Karl-Uwe Mahler
Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz
Rheinisches Landesmuseum Trier
Weimarer Allee 1
54290 Trier
E-Mail: karl-uwe.mahler@gdke.rlp.de

Sascha David Schmitz, M.A.
Goethe-Universität Frankfurt
Institut für Archäologische Wissenschaften
Campus Westend, Hausfach 7
Norbert-Wollheim-Platz 1
60323 Frankfurt
E-Mail: Sa.Schmitz@em.uni-frankfurt.de

20 Die Rechte für Inhalt, Texte, Graphiken und Abbildungen liegen, wenn nicht anders vermerkt, bei den Autoren. Alle Inhalte dieses Beitrages unterstehen, soweit nicht anders gekennzeichnet, der Lizenz CC BY 4.0.