

»Stadt. Mensch. Fluss. – Die Pader für Europa« als Digitales Kulturerbe 3.0 im Kontext der Bewerbung um das Europäische Kulturerbe-Siegel

Benedikt Heitmar

Einleitung

»Stadt. Mensch. Fluss. – Die Pader für Europa«: Unter diesem Titel wurde im Oktober 2023 eine gemeinsame Bewerbung von der Stadt Paderborn und der Universität Paderborn für die Pader um das Europäische Kulturerbe-Siegel (EKS) eingereicht.¹ Unterschiedlichste Akteur*innen haben schon weit vor Beginn der Bewerbungsphase die urbane Flusslandschaft der Pader als etwas Einzigartiges und Erhaltenswertes angesehen und aus ihrer jeweiligen Perspektive versucht, darauf aufmerksam zu machen. Das beste zivilgesellschaftliche Beispiel dafür ist der Verein »Freunde der Pader e. V.«, der sich am 14. Dezember 2012 gegründet hat und sich u.a. das Ziel setzt, die Pader und deren Quellen als »Identifikationsort für Paderbornerinnen und Paderborner in den Fokus zu rücken«.² Mit der »Pader-Kultour« wird der Stadtfluss seit 2013 einmal im Jahr zur Bühne für Kleinkünstler*innen.³ Auch aus geschichtswissenschaftlicher Perspektive treten die Pader und ihre Quellen seit 2014 vermehrt in den Fokus, was anhand der Veröffentlichungen von Historiker*innen des Historischen Instituts der Universität Paderborn deutlich wird.⁴

1 Vgl. STADT PADERBORN (Hg.): Stadt. Mensch. Fluss. Die Pader für Europa, Hannover 2024, S. 10.

2 Vgl. FREUNDE DER PADER E. V.: Der Verein, URL: <https://www.freunde-der-pader.de/der-verein/ueber-den-verein.html> (Zugriff: 27.07.2024).

3 Vgl. Kultour von der Quelle bis zur Mündung, in: Westfalen Blatt vom 14.05.2013, URL: https://www.wiso-net.de/document/WFB__8396282a33805983fcd16170acd4a506b2b6d408 (Zugriff: 27.07.2024).

4 Folgende drei Veröffentlichungen stechen dabei besonders hervor, weil sie das inhaltliche Gerüst für die spätere Online-Enzyklopädie Paderpedia bilden: VÖLKEL, Jana/FÄBLER, Peter: Die Ottilienquelle, das Inselbad und die »Curanstalt Inselbad bei Paderborn«. Eine Dokumentation, Paderborn 2014, URL: <https://digital.ub.uni-paderborn.de/hs/download/pdf/5099707> (Zugriff: 28.07.2024); STAFFEL, Florian/FÄBLER, Peter: Literatur- und Quellendatenbank. Die Pader als Wirtschaftsraum und -faktor vom Mittelalter bis zur Gegenwart, Universität Paderborn 2016, URL: <https://kw.uni-paderborn.de/fileadmin-kw/fakultaet/Institute/historisches-institut/Zei>

Doch welche Motivation vereint Akteur*innen aus Zivilgesellschaft, Kunst und Wissenschaft, sich für den Erhalt der urbanen Flusslandschaft der Pader einzusetzen und die Bewerbung um das Europäische Kulturerbe-Siegel zu unterstützen?

Die 1200-jährige Stadtgeschichte Paderborns ist eng verbunden mit den innerstädtischen Quellen und dem städtischen Fluss. Die lange und enge Verbindung von Pader und Mensch wird anhand der vielen wasserbautechnischen Zeugnisse deutlich, die wiederum in ihrer Entstehung den technikhistorischen Wissenstransfer auf europäischer Ebene repräsentieren. Gleichzeitig materialisiert sich dadurch das *kommunale Wasserregime* Paderborns. Der enge Zusammenhang zwischen Natur- und Kulturerbe wird an den diversen entlang des Flusses genutzten Kulturtechniken deutlich. Trotz des einzigartigen Naturerbes mit seiner hohen innerstädtischen Quellschüttung ist die Geschichte der Pader aber auch beispielhaft für die europäische Stadt(landschaft).⁵

Eine der Anforderungen für die Auszeichnung von europäischen Stätten mit dem Europäischen Kulturerbe-Siegel ist der Nachweis des Symbolcharakters für den europäischen Gedanken.⁶ Doch nicht nur dadurch unterscheidet sich das Europäische Kulturerbe-Siegel vom UNESCO-Welterbe, sondern auch durch den starken Fokus auf eine jüngere Zielgruppe.⁷ Im Antrag zur Bewerbung potenzieller Stätten für das Europäische Kulturerbe-Siegel werden deshalb auch Bildungsaktivitäten gefordert und nach der »[...] Nutzung [...] neuer Technologien sowie digitaler und interaktiver Mittel«⁸ gefragt. Die Frage, wie eine sinnvolle und innovative Nutzung von Digitalisierungsprojekten im Zusammenhang mit den Anforderungen des Bewerbungsverfahrens aussehen könnte, soll in diesem Aufsatz am Beispiel der Paderborner Bewerbung geklärt werden. Außerdem sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie die im Laufe der Jahrhunderte verlorengegangene bzw. im Boden verborgene wasserbautechnische Infrastruktur mittels 3D-Visualisierungen wieder sichtbar gemacht und deren Bedeutung digital vermittelt werden kann. Zur interaktiven Wissensvermittlung wird u.a. der Einsatz eines Chatbots getestet, um der Pader selbst eine Stimme zu geben. Beim »Chatten« wird damit das eigene Verhältnis zum Fluss subtil hinterfragt, indem das Wasser nicht allein als beherrschbare Machtressource, sondern auch durch die Subjektivierung und einen Dialog »auf Augenhöhe« als gleichwertig wahrgenommen wird. Anstatt einer *hydraulischen Gesellschaft* (K. A. Wittfogel), die durch Macht und Kontrolle über Wasser geprägt ist, wird durch den Dialog mit dem Fluss die Koexistenz von Wasser und

tgeschichte/wirtschaftsraum-pader/wirtschaftsraum-pader-pdf-v1.pdf (Zugriff: 28.07.2024) und STRÖHMER, Michael: Wirtschaftsregion Pader – Eine geschichtswissenschaftliche Skizze (1350–1950), Universität Paderborn 2020, URL: https://www.paderpedia.de/wp-content/uploads/2020/12/Stroehmer_Michael_Wirtschaftsregion-Pader-%E2%80%93-Eine-geschichtswissenschaftliche-Skizze-1350-1950.pdf (Zugriff: 28.07.2024).

5 Vgl. STADT PADERBORN, Stadt. Mensch. Fluss, S. 22–26.

6 Vgl. STADT PADERBORN, Stadt. Mensch. Fluss, S. 52f.

7 Für die Bewerbungskriterien um das Europäische Kulturerbe-Siegel: »II.B.2. Organisation von Bildungsmaßnahmen« und »II.C.5. Besondere Berücksichtigung junger Menschen« vgl. Europäische Kommission: European Heritage Label Selection 2023. Single Site Application Form, URL: https://ec.europa.eu/eusurvey/runner/EHL_2023_Single_form (Zugriff: 29.07.2024) und STADT PADERBORN, Stadt. Mensch. Fluss, S. 56 und S. 70.

8 Vgl. STADT PADERBORN, Stadt. Mensch. Fluss, S. 60.

Mensch als ein gleichberechtigtes, nachhaltiges und ökologisch bewusstes Miteinander in den Mittelpunkt gestellt. Aus Transparenzgründen ist es wichtig, zu erwähnen, dass die hier gefasste Strategie eines Digitalen Kulturerbes 3.0 mit ihrem theoretischen Hintergrund aus den Digital Humanities bzw. aus der Informatik auf den europäischen Kulturerbe-Kontext abzielt. Inwiefern eine Übertragbarkeit der nachfolgenden theoretischen Hintergrundüberlegungen auf das UNESCO-Weltkulturerbe möglich ist, muss aufgrund unterschiedlicher (inhaltlicher) Zielsetzungen der jeweiligen Kulturerbe-Auszeichnungen erst noch untersucht werden und würde den Rahmen dieses Aufsatzes sprengen. Allerdings dürften die praktischen Beispiele der einzelnen Digitalprojekte Impulsgeber für Mitarbeitende von Bildungseinrichtungen sein, die ebenfalls auf digitale Vermittlungsangebote setzen.

Digitales Kulturerbe 3.0

Der Einsatz digitaler Medien zur Wissensvermittlung passt nicht nur zum Selbstverständnis der Paderborner Stadtverwaltung als »Digitale Heimat PB«,⁹ »Leitkommune der Digitalen Modellregion OWL«¹⁰ und als geförderte »Smart City«,¹¹ sondern auch zur Paderborner Hochschullandschaft mit ihrem IT-Schwerpunkt.¹² Der Computerpionier und Unternehmer Heinz Nixdorf hat an dieser thematischen Ausrichtung seiner Wahlheimat einen großen Anteil gehabt, was man auch im weltgrößten Computermuseum erfahren kann.¹³ Davon konnten sich die Teilnehmenden der diesem Tagungsband zugrundeliegenden Veranstaltung »Wasserregime. Hydraulische Gesellschaften in der europäischen Städtelandschaft von 1300–1900« im Heinz Nixdorf MuseumsForum selbst überzeugen.

Der Einsatz von »neuen Technologien« bei der Bewerbung der Paderborner Flusslandschaft um das Europäische Kulturerbe-Siegel wird nicht nur als eine Anforderung unter vielen angesehen, sondern voller Überzeugung als der zentrale Schlüssel auf der Ebene der Wissensvermittlung hochgeschätzt – im Hinblick auf das Erreichen junger Europäer*innen ist dieser sogar alternativlos.

Nachdem der Grund für den Einsatz digitaler Medien in den vorherigen Absätzen diskutiert worden ist, geht es im Folgenden um die Frage, wie ein sinnvoller Einsatz von

9 Vgl. STADT PADERBORN: Leitlinie Digitale Heimat Paderborn, URL: https://www.paderborn.de/microsite/digitale_heimat/Leitlinie-Digitale-Heimat-Paderborn.pdf (Zugriff: 29.07.2024).

10 Vgl. STADT PADERBORN: Digitales OWL, URL: https://www.paderborn.de/microsite/digitale_heimat/digitales_owl/index.php (Zugriff: 29.07.2024).

11 Vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR WOHNEN, STADTENTWICKLUNG UND BAUWESEN: Smart City Dialog Paderborn, URL: <https://www.smart-city-dialog.de/mpsc/paderborn> (Zugriff: 29.07.2024).

12 Die Paderborner Hochschullandschaft ist eng vernetzt und besteht aus der Universität Paderborn, der Fachhochschule der Wirtschaft und dem bib International College.

13 Die aktuelle thematische Sonderausstellung »Wellen – Tauch ein!« ist ein gelungenes Beispiel, um Themen der Digitalisierung und der Natur zu verbinden. Vgl. HEINZ NIXDORF MUSEUMSFORUM: Sonderausstellung Wellen – Tauch ein! (24.05.2024–05.01.2025), URL: <https://www.hnf.de/ausstellungen/wellen-tauch-ein.html> (Zugriff: 30.08.2024).

Hard- und Software bei der Vermittlung der repräsentativen 1200-jährigen Wassergeschichte der Pader für junge Europäer*innen aussehen könnte. Der Leitbegriff »Digitales Kulturerbe 3.0« fasst dabei den theoretischen Hintergrund der Digitalstrategie der Bewerbung zusammen. Doch was heißt das konkret?

Der Leitbegriff wurde in Anlehnung an die Geschichte des World Wide Web (WWW) gewählt. Die Geschichte des Internets kann man in drei Entwicklungsstufen einteilen: Web 1.0, Web 2.0 und Web 3.0.¹⁴ Die Anfänge des Internets (Web 1.0) waren geprägt von statischen Internetseiten, auf denen Besucher*innen lediglich passiv Informationen erhalten konnten.¹⁵ Zwar war es möglich, mit dem Host der Website per E-Mail in Kontakt zu treten, anderweitige Interaktionsmöglichkeiten mit der Internetseite waren für die User*innen aber noch nicht möglich.¹⁶ Das änderte sich mit dem Web 2.0, bei dem der aktive Informationsaustausch im Vordergrund stand. Angefangen bei der Kommentarfunktion von Webseiten über (themenspezifische) Internetforen bis hin zu sozialen Medien wie Facebook, Twitter oder YouTube entwickelte das Internet in den 2000er Jahren mehr Dynamik und Interaktionsmöglichkeiten.¹⁷ Mit Blick auf den gegenwärtigen Zustand des Internets und dessen zukünftige Ausrichtung gibt es unterschiedliche Konzepte wie Web 3.0 oder Web3. Während Web 3.0 (auch bekannt als »semantic web«)¹⁸ die Informationen im World Wide Web maschinenlesbar und semantisch in einem Graphenmodell mit Knoten und Kanten miteinander zu verknüpfen versucht, geht es bei Web3 hauptsächlich um den Einsatz von Technologien wie *Blockchain* bzw. darum, Dienste, Daten und Anwendungen im Internet zu dezentralisieren.¹⁹ Beiden Konzepten gemein ist aber der Fokus auf die Benutzer*innen. So können durch Technologien des Web 3.0 Suchmaschinen für die Anwender*innen relevantere Ergebnisse anzeigen, indem Suchmaschinen Webseiten nicht mehr nur nach exakten Wortübereinstimmungen

- 14 Neben der Dreiteilung der Entwicklungsstufen des Internets gibt es auch seit Längerem eine bisher nicht genau definierte Zukunftsversion für des Web 4.0 als weitere Evolutionsstufe des Internets: Vgl. AGHAEI, Sareh/NEMATBAKHS, Ali/FARSANI, Khosravi Hadi: Evolution of the World Wide Web: From Web 1.0 to Web 4.0, in: International Journal of Web & Semantic Technology 3 (2012), URL: <https://airccse.org/journal/ijwest/papers/3112ijwest01.pdf> (Zugriff: 27.09.2024). Für einen ausführlicheren Vergleich der vor allem von Tim Berners Lee und Tim O'Reilly geprägten Dreiteilung von Web 1.0, Web 2.0 und Web 3.0, vgl. HIREMATH, B. K./KENCHAKKANAVAR, Anand Y.: An Alteration of the Web 1.0, Web 2.0 and Web 3.0: A Comparative Study, in: Imperial Journal of Interdisciplinary Research 2 (2016), S. 705-710.
- 15 Vgl. BERNERS-LEE, TIM: »The World Wide Web: A very short personal history«, 1998, URL: www.w3.org/People/Berners-Lee/ShortHistory.html (Zugriff: 14.09.2024).
- 16 Vgl. CHOUDHURY, Nupur: World Wide Web and Its Journey from Web 1.0 to Web 4.0, in: International Journal of Computer Science and Information Technologies 5 (2014), S. 8096.
- 17 Vgl. O'REILLY, Tim: What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software, 2005, URL: www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html (Zugriff: 07.09.2024).
- 18 Vgl. BERNERS-LEE, Tim/HENDLER, James/LASSILA, Ora: The Semantic Web. A New Form of Web Content That is Meaningful to Computers Will Unleash a Revolution of New Possibilities, in: Scientific American 284 (2001), S. 35-43.
- 19 Vgl. zur inhaltlichen Definition von Web 3.0 HENDLER, Jim: Web 3.0 Emerging, in: Computer (42) 2009, S. 111-113 und in Abgrenzung zum Web3-Konzept vgl. LAI, Yiwei/YANG, Jingyi/LIU, Mingzhe/LI, Yibei/LI, Shanli: Web3: Exploring Decentralized Technologies and Applications for the Future of Empowerment and Ownership, in: Blockchains 1 (2023), S. 111-131.

durchgehen, sondern auch nach relevanten Zusatzinformationen, die semantisch mit der Sucheingabe verbunden sind.²⁰ Technologien des Web3 wie Blockchain zielen ebenfalls auf Vorteile für Benutzer*innen ab. So kann das dezentralisierte Speichern von Nutzerdaten für mehr Sicherheit sorgen.²¹

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Internetseiten in den frühen Jahren des WWW zur passiven Informationsausgabe (Web 1.0) genutzt wurden. Danach wurden Möglichkeiten zum Informationsaustausch und zur Interaktion zwischen Benutzer*innen (Web 2.0) geschaffen. Gegenwärtig bzw. auch zukünftig arbeitet man am Einsatz von Technologien im Internet, um den individuellen Anforderungen der Anwender*innen passgenauer nachzukommen (Web 3.0).

Der Leitbegriff »Digitales Kulturerbe 3.0« bildet die Vision hinter der Digitalstrategie für die Pader-Bewerbung und ist eng verbunden mit den Zielen von Web 3.0. Konkret bedeutet das, dass sich die jeweiligen Digitalprojekte eng nach den individuellen Anforderungen von Benutzer*innen richten. Wie genau sich der Begriff »Digitales Kulturerbe 3.0« mit praktischen Projekten füllen lässt, soll im Folgenden anhand dreier Blöcke erläutert werden:

- 1) Das Wissen über die Pader soll gesammelt, digitalisiert und zur weiteren Verarbeitung aufbereitet werden.
- 2) Ein digitaler Zwilling hilft, die landschaftlichen Überformungen an der Pader sichtbar zu machen und historische Bebauungszustände im virtuellen Raum zu visualisieren.
- 3) Mittels Augmented Reality (AR) können die unterschiedlichen Bebauungssituationen und Änderungen am Flussverlauf mit der Blaupause der Gegenwart besser vertortet werden und die Benutzer*innen erhalten optimierte Informationen.

Aus diesen drei Blöcken soll eine App entstehen, die die jeweiligen Informationen und Technologien miteinander vereint. Dadurch wird eine auf individuelle Anforderungen ausgerichtete, digitale Führung an der Pader möglich.

1 Wissen sammeln, digitalisieren und aufbereiten

1.1 »Paderpedia« – Online-Enzyklopädie als bürgerwissenschaftliches Projekt zur Digitalisierung und Sammlung des Wissens über den Stadtfluss Pader

Zentraler digitaler Wissensspeicher für die Pader ist die Online-Enzyklopädie »Paderpedia«²², die sich als erste Anlaufstelle für Fragen rund um die urbane Flusslandschaft

20 Vgl. BARTUSSEK, Wolfram e. a.: Einführung in semantische Anwendungen, in: HOPPE, Thomas/HUMM, Bernhard G./REIBOLD, Anatol (Hg.), Wissensbasierte KI-Anwendungen. Methodik, Technologie, Betriebliche Nutzung, Berlin 2023, S. 1–13, hier S. 5.

21 Vgl. LIU, Weikang/CAO, Bin/PENG, Mugen: Web3 Technologies: Challenges and Opportunities, in: Institute of Electrical and Electronics Engineers Network 38 (2024), S. 187ff.

22 STADT PADERBORN/UNIVERSITÄT PADERBORN: Paderpedia, URL: <https://paderpedia.de/> (Zugriff: 14.07.2024).

etabliert hat. Zum Füllen des Wissensspeichers wird ein bürgerwissenschaftlicher Ansatz gewählt, sodass Paderpedia nicht nur ein Veröffentlichungsportal für Wissenschaftler*innen ist, sondern Bürger*innen aktiv in die interdisziplinäre Erforschung der Pader einbezogen werden. Durch das Einbeziehen von Bürger*innen in den Forschungsprozess zum Kulturerbe wird dieser wiederum transparenter und die lokale Expertise der Einwohnerschaft kann die wissenschaftliche Forschung ergänzen.²³

Der interdisziplinäre Forschungsansatz wird anhand des bereits existierenden breiten Themenspektrums deutlich: Angefangen von zahlreichen Artikeln zur Kulturgeschichte über eine audiovisuelle Sammlung der Flora und Fauna an der Pader hin zur Landschaftsgeschichte zeigt der »klassische Enzyklopädie«-Teil die wechselseitigen Beziehungen zwischen den ökologischen Voraussetzungen der urbanen Flusslandschaft Pader und den anthropogenen Eingriffen.²⁴ Besonders die von Michael Ströhmer untersuchten historischen Ressourcenkonflikte verschiedener wirtschaftlicher Partikularinteressen im Menüpunkt »Kulturgeschichte« zeigen die praktischen Folgen menschlicher Eingriffe.²⁵ Durch konkrete Beispiele dieses Spannungsverhältnisses zwischen Mensch und Fluss sollen interessierte Bürger*innen auch einen leichteren Zugang zum Aushandlungsprozess eines *kommunalen Wasserregimes* erhalten und zur Mitarbeit motiviert werden. Um die Mitarbeit beim Füllen des Wissensspeichers besonders einfach zu gestalten, finden sich Hinweise zum verwendeten Originalaufsatz, zur Kontaktaufnahme mit der Redaktion, zu den Quellen- und Literaturnachweisen sowie zur Quellen- und Literaturlistenbank bei jedem Aufsatz in Paderpedia.

Um die Tier- und Pflanzenwelt in Paderpedia zu dokumentieren, wurden neben einer bebilderten Übersicht von Tieren und Pflanzen entlang der Pader auch weitere Medien verlinkt: So kann man einen Großteil der aufgelisteten Fledermäuse und Vögel nicht nur sehen, sondern deren Rufe und Gesänge durch einen Mausklick auch anhören. Außerdem bieten die verlinkten 3D-Modelle der Flora und Fauna einen zusätzlichen visuellen Reiz, sich mit der Ökologie der Pader auseinanderzusetzen.²⁶

Im Bereich der Landschaftsgeschichte konnten verschiedene lokale Experten dazu beitragen, die besondere Verbindung zwischen der trockenen Karstlandschaft der Paderborner Hochfläche und dem Wasserreichtum der innerstädtischen Paderquellen zu

23 Ein gutes Beispiel, um den hohen Stellenwert der lokalen Expertise zu verdeutlichen, ist der Aufsatz des Heimatforschers Gregor C. Santel, der durch die spiegelbildliche Betrachtung des Kupferstichs »Fons Padulus« die frühere Heilquelle in Schloß Neuhaus verorten konnte. Vgl. SANTEL, Gregor C.: »Fons Padulus«. Die Entdeckung des Ortes der Padulus-Quelle in Schloß Neuhaus, in: Paderpedia, URL: <https://paderpedia.de/landschaftsgeschichte/die-padulus-quelle/> (Zugriff: 14.07.2024).

24 Vgl. STADT PADERBORN, Stadt. Mensch. Fluss, S. 46.

25 Vgl. STRÖHMER, Michael: Ressourcenkonflikte an und um die Pader, in: Paderpedia, URL: <https://paderpedia.de/ressourcenkonflikt-an-und-um-die-pader/> (Zugriff: 14.07.2024); STRÖHMER, Michael: Wasserkonflikt unter Müllern, in: Paderpedia, URL: <https://paderpedia.de/wasserkonflikt-unter-muellern/> (Zugriff: 14.07.2024) und STRÖHMER, Michael: Rechtsstreitigkeiten durch Überstauung der Pader, in: Paderpedia, URL: <https://paderpedia.de/rechtsstreitigkeiten-durch-ueberstauung-der-pader/> (Zugriff: 14.07.2024).

26 Vgl. Ökologie der Pader. Tierwelt (Fauna), in: Paderpedia, URL: <https://paderpedia.de/pader-tierwelt-fauna> (Zugriff: 14.07.2024) und Ökologie der Pader. Pflanzenwelt (Flora), in: Paderpedia, URL: <https://paderpedia.de/pader-pflanzenwelt-flora> (Zugriff: 14.07.2024).

erklären. Gerade diese Quellsituation ist aufgrund ihrer Lage im Stadtinneren und der seit 1200 Jahren positiven Bevölkerungsentwicklung Paderborns im europäischen Vergleich von besonderer Bedeutung.²⁷ Dank des Beitrags von Bernd Thesing von der »Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst Lippe« können Leser*innen von Paderpedia das im Karst versickernde Regenwasser am Beispiel des »Bakenponors« unter der Erdoberfläche nachverfolgen.²⁸ Gerade anhand solcher geologischer Einblicke bis tief unter die Erde wird der Mehrwert lokaler Expertise deutlich.

Für die Bewerbung der Pader um das Europäische Kulturerbe-Siegel wurde ein neuer Menüpunkt »Pader für Europa« hinzugefügt, der einerseits allgemeine Informationen zum Bewerbungsverfahren an sich, andererseits auch Besonderheiten der Pader im europäischen Kontext direkt auf einen Blick auflistet. Besonderes Highlight ist die interaktive Einbindung der 3D-Rekonstruktion über den Sketchfab 3D Viewer²⁹ im Ozonwasserwerk-Artikel. Die Leser*innen können sich so nicht nur über die technikhistorische Bedeutung der europäischen Pionieranlage zur Trinkwasseraufbereitung informieren, sondern erhalten auch die Möglichkeit eines digitalen Rundumblicks von einem Gebäude, welches heute nicht mehr vorhanden ist.³⁰

Als Hilfestellung für alle, die sich aktiv bei der Erforschung der Pader einbringen wollen, wurde eine Quellen- und Literaturliteraturdatenbank erstellt. Diese beinhaltet knapp 600 Einträge, die neben Hinweisen auf schriftliche Dokumente auch Beiträge von Fernseh- oder Radiosendungen umfasst. Dadurch können auch Hinweise auf audiovisuelle Medien erlangt werden. Der Hauptvorteil bei der Benutzung dieser Datenbank hängt allerdings mit der Erfassung seiner Einträge zusammen: Durchsucht werden nicht nur die typischen Metadaten wie Autor*in, Titel, Untertitel, Erscheinungsjahr etc., sondern auch die enthaltenen Abstracts der Einträge. Diese beinhalten auch Seitenangaben zu wichtigen Themen rund um die Pader. Dadurch erhalten die Benutzer*innen passgenaue Ergebnisse. Für eine Offline-Nutzung oder die Einbindung der Datenbankeinträge in das eigene Literaturverwaltungsprogramm stehen unterschiedliche Formate (.csv, .pdf oder .bib) zum Download bereit.³¹

Neben der Sammlung von Quellen und Literatur wurden auch alle in Paderpedia verlinkten Bilder und Videos in einer weiteren Datenbank gesammelt und als Galerie für die Benutzer*innen durchsuchbar gemacht. Über einen Klick auf die entsprechenden Kategorien lassen sich die Ergebnisse leicht filtern. Die angezeigten Bilder und Karten sind

27 Vgl. STADT PADERBORN, Stadt. Mensch. Fluss, S. 20ff.

28 Vgl. THESING, Bernd: Löcher in der Paderborner Hochfläche – der »Bakenponor«, in: Paderpedia, URL: <https://paderpedia.de/landschaftsgeschichte/loecher-in-der-paderborner-hochflaeche> (Zugriff: 14.07.2024).

29 Vgl. Sketchfab Inc.: Sketchfab Viewer API (1.12.1), 2024, URL: <https://static.sketchfab.com/api/sketchfab-viewer-1.12.1.js>.

30 Vgl. STRÖHMER, Michael: Das Ozonwasserwerk. Eine europäische Pionieranlage, in: Paderpedia, URL: <https://paderpedia.de/ozonwasserwerk/> (Zugriff: 18.08.2024).

31 Vgl. die auf der Arbeit von Florian STAFFEL und Peter E. FÄßLER basierende Quellen- und Literaturdatenbank, in: Paderpedia, URL: <https://paderpedia.de/literaturdatenbank/> (Zugriff: 18.08.2024).

so verlinkt, dass man über das jeweilige Bild bzw. über die Karte zum passenden Artikel aus der Online-Enzyklopädie gelangt.³²

Die verwendeten Karten bilden allerdings einen Sonderfall, da diese auch außerhalb der Artikel im gleichnamigen Menüpunkt zu finden sind. Dort wird das (überwiegend historische) Kartenmaterial gesammelt und mittels H5P-Inhalten³³ interaktiv aufbereitet, um die Veränderungen am Flussverlauf der Pader besser nachvollziehen zu können.³⁴ Durch Überlagerungen mehrerer Karten, die unterschiedliche historische Zustände der Pader darstellen, können die jeweiligen Änderungen am Flussverlauf und in der Stadtentwicklung visuell eindrücklich und interaktiv aufgezeigt werden. Die Entscheidung für den Einsatz von H5P-Inhalten liegt darin begründet, dass H5P gerade im Bildungsbereich weit verbreitet ist und die Einbettung fremder Inhalte auf eigene Moodle-Lernplattformen im Bildungsbereich in der Praxis häufig umgesetzt wird.³⁵ Da Paderpedia auch im Bildungswesen eine große Zielgruppe hat, wurde bei der Erstellung der Online-Enzyklopädie darauf geachtet, dass die Übernahme von Inhalten für Lehrende besonders einfach gestaltet ist.

Weitere H5P-Inhalte speziell für Schüler*innen werden unter dem Menüpunkt »Lernen« zusammengefasst. Ein *Gamification*-Ansatz durchzieht die Aktivitäten in diesem Bereich. So lassen sich bspw. interessante Fakten über die Pader im europäischen Kontext via Quiz abfragen oder die landschaftlichen Veränderungen anhand eines Memory-Spiels, bei dem jeweils ein historisches Bild und eine gegenwärtige Aufnahme aus ähnlicher Perspektive ein Paar bilden, spielerisch näherbringen. Auch hier ermöglicht die »Embed«-Funktion unter jeder Aktivität das einfache Einbinden der Paderpedia-Lerninhalte in die jeweiligen Lern-Content-Management-Systeme von (Hoch-)Schulen. Langfristiges Ziel ist es, dass dieser Bereich in enger Abstimmung mit der Arbeitsgruppe »Didaktik des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts« an der Universität Paderborn (Prof. Dr. Eva Blumberg e. a.) und der Paderborner Schullandschaft weiter ausgebaut wird. Insbesondere für die Lehrer*innenausbildung bietet Paderpedia damit eine Plattform, um erste praktische digitale Lehrinhalte veröffentlichen zu können.³⁶

Einen weiteren Bereich, der den breit verfolgten Themenansatz der Online-Enzyklopädie zur Pader verdeutlicht, findet man unter dem Aspekt *Storytelling*. Ähnlich wie andere europäische Flüsse auch boten die Pader und ihre Quellen in der Vergangenheit Raum für die Generierung von Sagen und Mythen. Der »Paderborner Sagenturm«, ein in Bronze gegossener Brunnen unweit der sogenannten »Maspernpader«, manifestiert drei bekannte Sagen in künstlerischer Form. Die Dokumentation von künstlerischem und literarischem Material bekräftigt einerseits die Öffnung der Online-Enzyklopädie zur Sammlung nicht-wissenschaftlicher Inhalte, andererseits möchte man dadurch auch die

32 Vgl. Video- und Bilddatenbank, in: Paderpedia, URL: <https://paderpedia.de/bilddatenbank/> (Zugriff: 18.08.2024).

33 Vgl. H5P GROUP: H5P (1.12), 2024, URL: <https://github.com/h5p/h5p-php-library>.

34 Vgl. Historisches Kartenmaterial zur Pader, in: Paderpedia, URL: <https://paderpedia.de/kartenmaterial/> (Zugriff: 18.08.2024).

35 Vgl. SCHOBLOCK, Robert: Multimedial lehren und lernen. Digitale Lehrinhalte erstellen mit H5P, München 2021, S. 36.

36 Vgl. Lernen, in: Paderpedia, URL: <https://paderpedia.de/interessantes-fur-schuler/> (Zugriff: 18.08.2024).

Hürde für die Mitarbeit am Paderprojekt senken. Die Ernsthaftigkeit des bürgerwissenschaftlichen Ansatzes wird auch durch die Zusammenarbeit mit Vereinen an der Pader belegt. Nach einem erfolgreichen Pilotprojekt, das 2023 zusammen mit dem »Kanu-Club Paderborn 1927 e. V.« durchgeführt wurde, konnten individuelle Erinnerungen in Verbindung mit der Pader gesammelt und mittels eines Sliders auf Paderpedia präsentiert werden. Dafür wurden historische Aufnahmen aus dem Vereinsarchiv ausgewählt und mit Kommentaren, Erinnerungen und Anekdoten von Günther Mertens, einem langjährigen Mitglied des Kanu-Clubs Paderborn, versehen. Durch die Zusammenarbeit konnten neue Quellen aus nichtstaatlichen Archiven erschlossen und gleichzeitig die Pader als lebendiger Erinnerungsort abgebildet werden. Dieser persönliche Zugang zur Pader als Erinnerungsort erscheint besonders geeignet, um lokal engagierte Personen zur Projektmitarbeit zu bewegen.³⁷

Die Dokumentation einer auch im europäischen Vergleich ungewöhnlichen Eigenschaft des Paderwassers ist mit Hilfe des »Amts für Vermessung und Geoinformation – Geoinformationsservice« gelungen. Aus historischen Reiseberichten und geologischen Untersuchungen ist schon seit dem 19. Jahrhundert ersichtlich, dass die ungewöhnlich konstante Temperatur mancher Paderquellen Anlass zum Staunen und zur Untersuchung gab. Durch Möglichkeiten, die das Internet of Things (IoT) bietet, wurden Sensoren in der Pader ausgelegt, die die Wassertemperatur messen und in regelmäßigen Zeitabständen Ergebnisse in die Cloud hochladen. Einzelne Datenpunkte werden dann als Verlaufslinie in einem Diagramm visualisiert, das auf der X-Achse den zeitlichen Verlauf und auf der Y-Achse die jeweilige Wassertemperatur anzeigt. Die jeweiligen Sensorstandorte entlang der Pader können mittels »Geohash« auf der Sensorstandortkarte für Nutzer*innen von Paderpedia eingesehen werden.³⁸

Um Erfahrungen bei der technischen Umsetzung, wie bspw. beim Einsatz von Temperatursensoren, mit der europäischen Kulturerbe-Community zu teilen, ist Paderpedia in zwei europäischen Netzwerken vertreten: In der »Time Machine Europe« und im »European Heritage Research Hub«. Durch diese europäische Vernetzung ist auch ein Wissensaustausch mit Projekten möglich, die ebenfalls einen bürgerwissenschaftlichen Ansatz verfolgen und Bürger*innen zur Mitarbeit am Projekt motivieren wollen.³⁹

1.2 Text Mining – Download und quantitative Analyse von bereits digitalisierten Quellen zur Pader in Google Books

In Paderpedia wird, wie zuvor erwähnt, das lokale Wissen über die Pader gesammelt, digitalisiert und präsentiert. Dabei beruft sich der Großteil der erstellten Aufsätze auf Quellen aus den kommunalen oder staatlichen Archiven in der Region oder, wie im Pilotprojekt mit dem Kanu-Club Paderborn, auf nichtstaatliche Vereinsarchive. Bis auf weni-

37 Vgl. Storytelling, in: Paderpedia, URL: <https://paderpedia.de/storytelling/> (Zugriff: 18.08.2024).

38 Vgl. Die Wassertemperatur der Pader, in: Paderpedia, URL: <https://paderpedia.de/landschaftsgeschichte/live-daten-zur-wassertemperatur-der-pader/> (Zugriff: 18.08.2024).

39 Vgl. Time Machine Organisation: Time Machine Europe, URL: <https://www.timemachine.eu/> (Zugriff: 18.08.2024) und Joint Programming Initiative on Cultural Heritage: Heritage Research Hub, URL: <https://www.heritageresearch-hub.eu> (Zugriff: 18.08.2024).

ge Ausnahmen wird hier eine Perspektive auf die Pader geboten, die man aufgrund ihrer lokalen Quellendominanz als »Paderborner Innenperspektive« bezeichnen kann. In Bezug auf die EKS-Bewerbung ist das Ausleuchten der »Außenperspektive« auf den kürzesten Fluss Deutschlands ebenfalls von großer Relevanz und führt zu neuen Erkenntnissen. Es stellt sich also grundsätzlich die Frage, wie die Pader europaweit wahrgenommen wurde und ob man historische Veränderungen in dieser Außenwahrnehmung feststellen kann.

Zur Untersuchung dieser Außenperspektive wird an einer quantitativen Analyse mit den Methoden des *Text Minings*⁴⁰ gearbeitet. Diese erlauben, dank computergestützter Untersuchungsmethoden, einen anwenderfreundlicheren Umgang mit einer Vielzahl großer Online-Sammlungen von Büchern. Mit über 40 Millionen gescannten Titeln in mehr als 400 Sprachen erscheint der Fundus von Google Books als erste Anlaufstelle geeignet, um das Wissen über die Pader zu erweitern.⁴¹ Aus Transparenzgründen ist es für die quantitative Auswertung wichtig, sich mit den Unzulänglichkeiten der bereitgestellten Google-Books-Datensätze auseinanderzusetzen. Das Überangebot an wissenschaftlichen Publikationen in fast allen Datensätzen, die sprachliche Dominanz englischer Veröffentlichungen sowie eine überproportionale Aufnahme von Büchern ab dem 19. Jahrhundert sollten bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.⁴²

Um relevante Quellen in den digitalisierten Scans der Google Books-Sammlung zu finden, wurden folgende Suchbegriffe verwendet: »Fluss Pader«, »Flüsschen Pader«, »Paderquellen«, »Born der Pader«, »Inselbad«, »Börnepader«, »Padulus«. Um nicht nur deutsche Quellen zu finden, wurden die Suchbegriffe (soweit möglich) auf Englisch, Französisch, Latein, Italienisch und Spanisch übersetzt und mithilfe der Sprach-Filterfunktion in der »Erweiterten Suche« gezielt nach Ergebnissen in der jeweiligen Sprache gesucht. Das Ergebnis waren 232 Titel, die mittels Web-Scraping-Verfahren im Volltext und mit Metadaten automatisiert heruntergeladen werden konnten.⁴³

Einen ersten Eindruck über die Vorteile einer computergestützten quantitativen Untersuchungsmethode vermittelt Abbildung 1. Die drei unterschiedlichen Diagramme sind das visualisierte Ergebnis aller 232 analysierten Metadaten: Das Kreismodell zeigt den relativen Anteil der verwendeten Sprachen in Bezug zur Gesamtanzahl der Ergebnisse. Dabei überwiegen der deutsche Anteil mit 53 % und der Anteil der Quellen in Englisch mit 28 %. Einerseits lässt sich der wenig überraschend hohe Anteil an deutschen Quellen mit der geografischen Lage der Pader erklären, andererseits ist der Korpus von Google Books dominiert von Scans in englischer und deutscher Sprache.⁴⁴ Um den noch

40 Vgl. zur anschaulichen Darstellung des Text-Mining-Prozesses HIPPER, Hajo/RENTZMANN, René: Text Mining, in: Informatik Spektrum 29 (2006), S. 287–290.

41 Vgl. GOOGLE: 15 years of Google Books, 2019, URL: <https://blog.google/products/search/15-years-google-books/> (Zugriff: 18.08.2024).

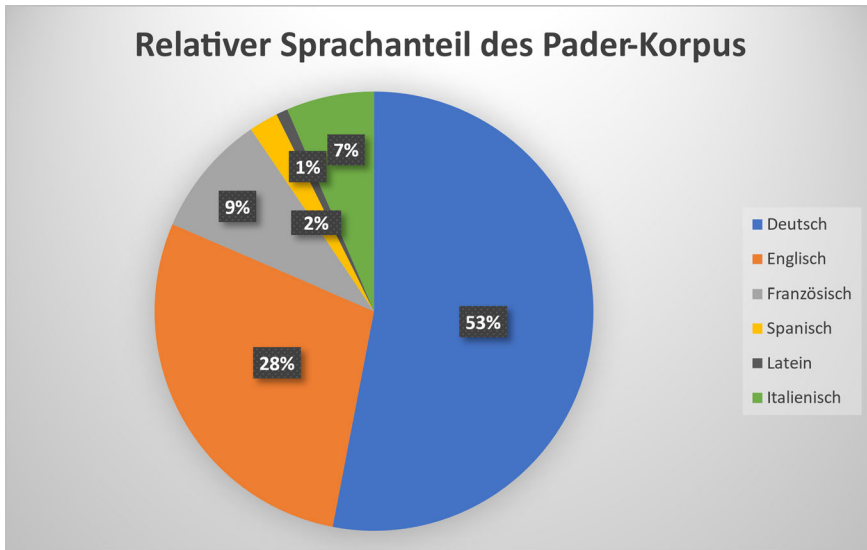
42 Vgl. PECHENICK, Eitan Adam/DANFORTH, Christopher M./DODDS, Peter Sheridan: Characterizing the Google Books Corpus: Strong Limits to Inferences of Socio-Cultural and Linguistic Evolution, in: PLoS One 10 (2015), S. 1–13, hier S. 1f. und S. 12.

43 Für eine kurze Übersicht zum Thema Web Scraping vgl. ZHAO, Bo: Web Scraping, in: SCHINTLER, Lauria A./McNEELY, Connie L. (Hgg.), Encyclopedia of Big Data, Cham 2022, S. 951ff.

44 Vgl. PECHINEK, Google Books Corpus, S. 2.

sehr geringen Anteil von spanischen (2 %), italienischen (7 %) und französischen (9 %) Quellen mit Pader-Bezug zu erweitern, ist eine Suche in den jeweiligen Landessprachen in weiteren Online-(Meta-)Archiven wie »Europeana«⁴⁵, »Internet Archive«⁴⁶ oder direkt in den nationalen Archiven geplant. Das Ziel ist es, den sprachlichen Anteil des eigenen Korpus ausgewogener zu gestalten.

Abbildung 1: Relativer Sprachenanteil im Pader-Korpus dargestellt in einem Kreismodell (Stand 2024).



Die zeitliche Einordnung der Titel im Pader-Korpus wurde ebenfalls untersucht und zur Visualisierung als Punkte mit den Koordinaten »(Erscheinungsjahr/Anzahl der Titel)« im Diagramm eingetragen. Das Ergebnis zeigt eine starke Konzentration auf das 19. Jahrhundert, was mit den zugrundeliegenden digitalisierten Titeln in der Google-Books-Sammlung zusammenhängt.⁴⁷ Besonders auffällig ist eine bisher unberücksichtigte Quelle aus dem Jahr 1477, die bei der zeitlichen Betrachtung hervorsteht und sich für eine tiefergehende qualitative Untersuchung anbietet.⁴⁸ Aber nicht nur die horizontalen Ausreißer in dem Diagramm geben neue Ansätze zur weiteren Erforschung, sondern auch die vertikalen. So scheint das Jahr 1873 mit 10 erschienenen Titeln von besonderer Bedeutung, was bei näherer Betrachtung an den überraschend häufig rezensierten chemischen Untersuchungen zur Qualität der Ottilienquelle im »Inselbad bei Pader-

45 Vgl. EUROPEANA FOUNDATION: Europeana, URL: <https://www.europeana.eu/> (Zugriff: 18.08.2024).

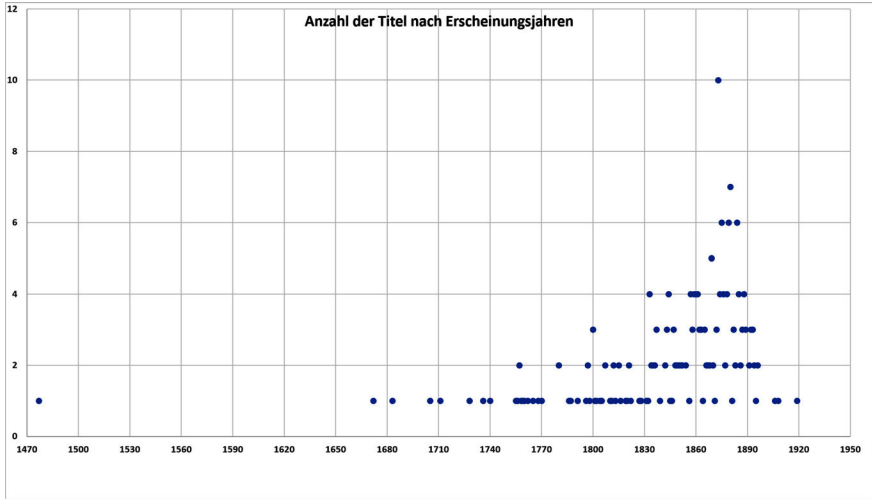
46 Vgl. INTERNET ARCHIVE: Internet Archive, URL: <https://archive.org/> (Zugriff: 18.08.2024).

47 Vgl. PECHINEK, Google Books Corpus, S. 23.

48 Vgl. SUDHEIM, Ludolfus von: De itinere ad terram sanctam, 1477, URL: <https://fedora.phaidra.univie.ac.at/fedora/get/o:218317/bdef:Book/view>.

born« liegt.⁴⁹ Diese Untersuchung des Leipziger Chemikers Ernst von Mayer war schon vor der quantitativen Analyse bekannt, allerdings wird erst durch die Quellen aus dem Google-Books-Fundus die vielfältige Rezeption seiner chemischen Analyse deutlich und nachvollziehbar.⁵⁰

Abbildung 2: Anzahl der Titel nach Erscheinungsjahren (Stand 2024).

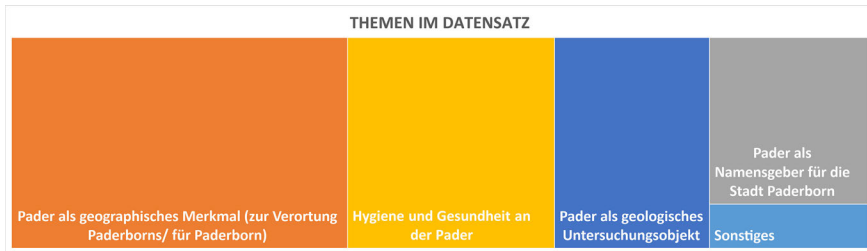


Weitere neue Erkenntnisse ergeben sich mittels *Topic Modeling*, womit häufig vorkommende Wörter algorithmisch zu bestimmten Themen zusammengefasst werden und sich somit eine inhaltliche Einordnung des Gesamtkorpus ergibt.⁵¹ Im »Treemap-Diagramm« wird die Häufigkeit der algorithmisch erstellten Themen aus dem Pader-Korpus visualisiert. Dadurch erkennt man die starke naturräumliche Verbindung der Stadt Paderborn mit ihrem Fluss, die besonders häufig in Lexika zur Verortung Paderborns zu finden ist. Der hohe Anteil an Titeln zum Thema »Hygiene und Gesundheit« ist durch die zahlreichen chemischen Untersuchungen der beiden »Heilquellen«, Ottilienquelle und Padulus-Quelle, erklärbar. Die Bewerbung der »Curanstalt Inselbad bei Paderborn« in historischen Reise- und Kurführern Europas spielt dabei ebenfalls eine große Rolle. Dass die Pader schon in der Mitte des 19. Jahrhunderts als ein beliebtes geologisches Untersuchungsobjekt fungierte, kann man ebenfalls aus dem Treemap-

- 49 Vgl. MEYER, Ernst von: Ueber die Beschaffenheit des im Inselbad bei Paderborn zur Inhalation gebrauchten Gases, in: Journal für praktische Chemie 6 (1873), S. 360–366.
- 50 Die chemische Analyse der Ottilienquelle wurde auch in einer französischen Fachzeitschrift rezensiert, vgl. HARDY, E.: Rezension zu: Ueber die Beschaffenheit des im Inselbad, bei Paderborn, zur Inhalation gebrauchten Gases (Sur la composition du gaz employé pour l'inhalation á Inselbad, près Paderborn), in: Revue des sciences medicales en France et à l'étranger 1 (1873), S. 544.
- 51 Zum allgemeinen Verständnis, was man unter *Topic Modeling* versteht und welche verschiedenen Algorithmen dafür verwendet werden, vgl. CHURCHILL, Rob/SINGH, Lisa: The Evolution of Topic Modeling, in: ACM Computing Surveys 54 (2022), H. 10, S. 1–35.

Diagramm ablesen. Dies unterstreicht die Besonderheit des Naturraums an der Pader, da die Ergebnisse deutscher Geologen europaweit rezipiert wurden und sogar französische Wissenschaftler insbesondere die innerstädtische Quellensituation untersuchten.⁵² Wenig überraschend weist das Diagramm in einem kleinen Rechteck zudem auf die Verbindung der Namen von Stadt und Fluss hin.

Abbildung 3: Treemap-Diagramm mit algorithmisch erstellten Themen (Stand 2024). Je größer das jeweilige Rechteck, desto häufiger ist das jeweilige Thema im Pader-Korpus repräsentiert.



Durch diese ersten Ergebnisse der quantitativen Analyse sollen die Potenziale der verschiedenen computergestützten Methoden aufgezeigt werden. Der Pader-Korpus wird kontinuierlich erweitert und weitere Online-Archive werden nach geeigneten Quellen durchsucht. Das mittelfristige Ziel ist es, einen sprachlich und zeitlich ausgewogenen Korpus zu schaffen, der zunächst durch quantitative Methoden aus einer Vogelperspektive analysiert wird. Im Anschluss daran sollen durch ein qualitatives Hereinzoomen auf einzelne Texte weitere Erkenntnisse zutage gefördert werden.

1.3 Das Wissen interaktiv vermitteln – Die Pader bekommt eine Stimme

Mit dem gesammelten und digitalisierten lokalen Wissen auf Paderpedia und dem Hinzuziehen weiterer mehrsprachiger Quellen aus Online-Archiven für die quantitative Analyse sind dank der Entwicklung von *Chatbots*, die mittels *Machine Learning* und immer größeren Sprachmodellen auf menschliche Anfragen passgenauere Antworten generieren können, innovative Möglichkeiten zur Wissensvermittlung möglich.⁵³ Das Einbeziehen neuer Technologien zur Attraktivitätssteigerung der Stätte wird explizit auch in der EKS-Bewerbung gefordert. Konkret für das Paderprojekt könnte man das Sprachmodell eines Chatbots mit dem bereits gesammelten Paderwissen »fine-tunen«

52 Vgl. DAUBRÉE, Auguste: Les eaux souterraines à l'époque actuelle. Leur régime, leur température, leur composition au point de vue du rôle qui leur revient dans l'économie de l'écorce terrestre, Paris 1887, S. 227.

53 Zur Entwicklung von Chatbots vgl. CHAN, Jonathan H./LAN, Xi/SUTA, Prissadang e. a.: An Overview of Machine Learning in Chatbots, in: International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research 9 (2020), S. 502–510.

und dem Chatbot eine »persona«⁵⁴ als Pader zuschreiben.⁵⁵ Dadurch würde der Chatbot auf Eingaben der Benutzer*innen Antworten aus der Ich-Perspektive des Flusses generieren, wodurch dem Fluss eine Stimme gegeben wird. Durch diesen ungewöhnlichen Dialog mit dem Fluss selbst tritt automatisch die Reflexion über das eigene Verhältnis zum Wasser in den Vordergrund. Selbstverständlichkeiten wie das Reden *über* die Pader als Objekt kommen beim Chatten ins Wanken und die Subjektivierung des Wassers könnte insbesondere im Bereich der Umweltbildung ein geeignetes didaktisches Mittel sein.

In einer ersten Testphase, die in enger Kooperation mit der Paderborner (Hoch-)Schullandschaft stattfinden sollte, würde der Fokus stark auf die Hauptzielgruppe des Europäischen Kulturerbe-Siegel-Bewerbungsverfahrens gerichtet. Möglich wären mehrere detaillierte »Rollenbeschreibungen« des Chatbots, die je nach Vorgabe z.B. für junge Schüler*innen als auch für Studierende Antworten mit unterschiedlicher Komplexität generieren. Eine vorgeschaltete Auswahlmöglichkeit für die Benutzerinnen könnte dabei den Umfang und die inhaltliche Tiefe der zu generierenden Antwort bestimmen. Aufgrund der großen Spanne der vorgegebenen Zielgruppe »europäische Jugend« aus dem Bewerbungsverfahren wären damit passgenaue Textgenerierungen aus dem zu trainierenden Sprachmodell möglich. Insbesondere für jüngere Schüler*innen könnten die Antworten bspw. mit einem »Storytelling«-Ansatz verknüpft sein, um das Interesse und die Motivation für weitere Fragen rund um die Pader zu maximieren.

In einer nächsten Phase könnte man das zunächst auf den Bereich des Bildungswesens beschränkte »fine-tunen« des Sprachmodells als bürgerwissenschaftliches Event für die breitere Öffentlichkeit veranstalten. Um die Illusion des Chatbots als Stimme der Pader zu verstärken, wäre eine geeignete Kunstinstallation in einem der unmittelbar an der Pader liegenden Museen oder Galerien denkbar. Eine abstrakte visuelle Vermenschlichung des Flusses könnte die Reflexion über das eigene Verhältnis zum Wasser verstärken und hierarchische Vorannahmen zur Wasser-Mensch-Beziehung infrage stellen.

2 Landschaftliche Überformungen an der Pader in einem digitalen Zwilling visualisieren

Viele unterschiedliche Nutzungsarten des Paderwassers drängten sich aus historischer Sicht eng im westlichen Paderquellgebiet aneinander: Die mechanischen Hebewerke der »Wasserkünste« pumpten das Wasser aus diesem Quellbereich in die Laufbrunnen (ndt. »Kümpe«) der Oberstadt, im »Kaiser-Karls-Bad« wurde das Wasser zum Baden und Schwimmen genutzt, die Wasserkraft trieb die nahegelegenen Räder des innerstädtischen Mühlenviertels an, Wäsche wurde am Quellarm der »Warmen Pader« gewaschen und nicht weit entfernt leiteten Gerber ihre Abfälle ins Wasser ab. Ein großer Teil dieser

54 Vgl. OpenAI: Prompt engineering, URL: <https://platform.openai.com/docs/guides/prompt-engineering/tactic-ask-the-model-to-adopt-a-persona> (Zugriff: 20.09.2024).

55 Vgl. TAJIK, Elham/TAJIK, Fatemeh: A comprehensive examination of the potential application of Chat GPT in Higher Education Institutions, 2024, URL: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4699304> (Zugriff: 20.09.2024), S. 4f.

heterogenen direkten Wassernutzung im westlichen Paderquellgebiet ist im heutigen Gartendenkmal, das als innerstädtische grüne Erholungszone beliebt ist, nicht mehr unmittelbar ersichtlich. Um Geschichten der europäischen Wasserkultur an einem Ort zu erzählen, der diese auf engstem Raum veranschaulicht, hat man sich für die Erstellung eines 3D-Rekonstruktionsmodells des gesamten westlichen Paderquellgebiets entschieden.⁵⁶

Dafür wurden in einem ersten Schritt historisches Kartenmaterial, Baupläne, Fotos, Ansichtskarten und Postkarten u.v.m. an historischem Referenzmaterial aus den Archiven recherchiert und gesichtet. Nach dem ersten Überblick über das noch vorhandene visuelle Bildmaterial wurde sich für eine 3D-Rekonstruktion des historischen Bebauungszustands des innerstädtischen Quellbereichs im Jahr 1920 entschieden. Für diese Zeit hat man noch viel historisches Referenzmaterial für das spätere digitale Rekonstruieren recherchieren können, gleichzeitig lag eine Fülle an historischer Bausubstanz zum Modellieren vor, an der die unterschiedliche Wassernutzung gut dargestellt werden kann. In zwei Ausnahmefällen wurden im 3D-Modell transparente Gebäudehüllen erstellt, die aufgrund der unsicheren historischen Datierung der Gebäude gewählt wurden; im Fall der »Jesuitenwasserkunst« wurde sich aufgrund ihrer wassergeschichtlichen Bedeutung bewusst für eine digitale Rekonstruktion entschieden, obwohl das Gebäude im gewählten Rekonstruktionsjahr 1920 nicht mehr stand.

Abbildung 4: 3D-Blockmodell zur Darstellung des historischen Bauzustands im westlichen Paderquellgebiet vor 100 Jahren (1920).



Zur Präsentation eines ersten 3D-Blockmodells des Paderquellgebiets, das noch keine separate Texturierung der einzelnen Gebäudehüllen enthielt, wurde ein Video erstellt, das zunächst per Vogelperspektive die enge historische Bebauungssituation aus der Luft

56 Zur unterschiedlichen Nutzung des Paderwassers im westlichen Paderquellgebiet vgl. STADT PADERBORN, Stadt. Mensch. Fluss, S. 23ff. und S. 87.

darstellt und im weiteren Verlauf auf menschlicher Kopfhöhe in das 3D-Modell fliegt. Während des digitalen Flugs durch die 3D-Rekonstruktion werden ausgewählte Referenzabbildungen aus Vergangenheit und Gegenwart mit übereinstimmender Perspektive überblendet. Landschaftliche Überformungen werden durch einen Wechsel zwischen 3D-Modell, historischem Referenzbild und gegenwärtigem Foto visuell eindrücklich erfahrbar. Die zusätzlichen Untertitel helfen ebenfalls bei der Einordnung der jeweiligen Gebäude in die erzählte Paderborner Wassergeschichte.⁵⁷

Auf der Grundlage des 3D-Blockmodells wurde für die Ausstellung »Panta Rhei – Wasser bewegt«⁵⁸, die als interdisziplinäres Projekt das Thema Wasser aus unterschiedlichster Perspektive in allen städtischen Museen und Galerien Paderborns beleuchtet, ein »atmosphärischer 360°-Panoramablick« für die Präsentation in »Virtual Reality« erstellt. Hierfür wurde ein geeigneter Ort im untexturierten Blockmodell ausgewählt, der Wiedererkennungsmerkmale zur leichten Verortung im heutigen Gartendenkmal besitzt und eine hohe Anzahl an für die Paderborner Wassergeschichte relevanten Gebäuden aufweist. Dieser Ort ist der sogenannte »Börnesteig«. Vom diesem Standpunkt im 3D-Modell wurden die von dort aus sichtbaren Fassaden für eine bessere Immersion texturiert und mit nach historischem Vorbild rekonstruierten Details wie Fensterläden versehen. Speziell für die Präsentation mit Standalone-VR-Headsets wurde das immersive 360°-Panorama mit visuellen Hervorhebungen und eingesprochenen Erklärungen zu den historischen Veränderungen als 360°-Video konzipiert. Dadurch bekommen die Besucher*innen audiovisuelle Unterstützung, um in den innerstädtischen Quellbereich aus dem Jahr 1920 einzutauchen.

Abbildung 5: Atmosphärischer 360°-VR-Panoramablick vom »Börnesteig« mit texturierten Gebäuderekonstruktionen.



57 Vgl. ARCHITECTURA VIRTUALIS/STADT PADERBORN/UNIVERSITÄT PADERBORN: »Urbane Wasserlandschaft Paderborn« – Funktionsvielfalt eines Stadtflusses um 1920, URL: <https://www.youtube.com/watch?v=noKeCAz8DRI> (Zugriff: 20.09.2024).

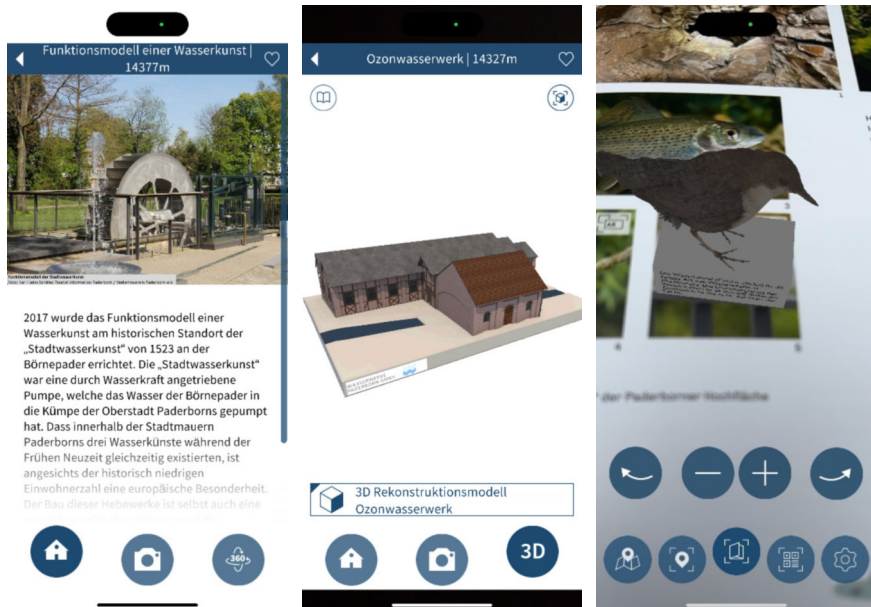
58 Vgl. STADT PADERBORN: PANTA RHEI. Wasser bewegt, 2023, URL: https://www.paderborn.de/microsite/panta_rhei/Residenzmuseum/index.php (Zugriff: 21.09.2024).

Zukünftig können aus dem ursprünglichen 3D-Blockmodell des westlichen Paderquellgebiets weitere mit Texturen und Details versehene 360°-VR-Panoramen an ausgewählten Standorten erstellt werden. Dadurch würde schrittweise der gesamte rekonstruierte Quellbereich nach und nach an Immersion gewinnen und einen selbstständigen digitalen Rundgang zwischen den Panorama-Standpunkten in VR ermöglichen. Weitere Bereiche entlang der Pader sollen ähnlich wie das westliche Paderquellgebiet digital historisch rekonstruiert werden, sodass ein kompletter immersiver »digitaler Zwilling« der Pader entsteht. Als weitere Ausbauoption wäre im 3D-Rekonstruktionsmodell eine animierte Bootsfahrt auf der Pader von den innerstädtischen Quellen bis zum Pader-Lippe-Zusammenfluss unweit des Ortsteils Schloß Neuhaus denkbar.

3 Die Realität mit historischen Gebäuden erweitern

Die mithilfe des gesammelten Wissens von Paderpedia erstellten 3D-Rekonstruktionen werden nicht nur für die Immersion des »digitalen Zwillings« verwendet, sondern auch zur Überlagerung in der echten Welt. Auf der einen Seite helfen die historischen 3D-Rekonstruktionen, die von der 1.200-jährigen Wassergeschichte Paderborns überformte bauliche Substanz digital wieder sichtbar zu machen. Auf der anderen Seite veranschaulichen 3D-Modelle von z.B. nicht mit dem Auge erfassbaren Kleinsttieren die Biodiversität an der Pader.

Abbildungen 6–8: Darstellung der Funktionsvielfalt der Paderborn To Go-App.



Eine erste Umsetzung der AR-Inhalte wurde mit der *Paderborn To Go*-App⁵⁹ realisiert, die u.a. auch eine »Bilder-Scanner«-Funktion für ausgewählte Bildinhalte enthält. In der Bewerbung der Pader um das Europäische Kulturerbe-Siegel wurden für diese Funktion mehrere Bilder als sogenannte »Image Targets«⁶⁰ präpariert, die in der App die Anzeige von Medien wie 3D-Modelle, Bilder, Karten oder Videos auslösen. Die ausgewählten Bilder erhalten jeweils einen sichtbaren »AR-Hinweis«, um auf die Überlagerungsfunktion hinzuweisen. Die gegenwärtigen Aufnahmen von baulicher Substanz mit wassergeschichtlichem Hintergrund können so per App mit historischen Aufnahmen überlagert werden. Dadurch werden die landschaftlichen und baulichen Veränderungszustände im Lauf der Zeit konkret visualisiert und gleichzeitig können historische Bilder auch ohne Ortskenntnisse leichter verortet werden. Durch überlagerte Videos können die visuellen Eindrücke von der Pader mit Geräuschen angereichert werden, sodass man das Fließen des Paderwassers, das Zwitschern der Vögel und das Rauschen der Blätter hören kann, um eine größere Immersion zu erlangen. Im Fall des mehrfach mit Städtebaupreisen ausgezeichneten mittleren Paderquellgebiets macht ein überlagertes Video den mehrjährigen Umgestaltungsprozess hin zur innerstädtischen grünen Oase transparent und begründet einzelne Renaturierungsmaßnahmen, die die Biodiversität stärken. Karten werden durch digitale Überlagerungen mit näheren Informationen angereichert, die eine Lokalisierung von für die Wassergeschichte relevanten Orten entlang der Pader unterstützen. Die Highlights bei den Überlagerungen bilden die verschiedenen 3D-Modelle von Tieren und die 3D-Rekonstruktionen. Der Eisvogel kann so nicht nur auf einem 2D-Bild begutachtet werden, sondern in der *Paderborn To Go*-App auch durch die Skalierungs- und Rotationsfunktion aus allen möglichen Blickwinkeln näher untersucht werden. Ähnliches gilt für die 3D-Rekonstruktion des Odonatowerks (1902–1937).

Ein wichtiger Vorteil, der für die Nutzung von »Image Targets« spricht, ist, dass man die ausgewählten Bilder mit »AR-Hinweisen« wiederverwenden kann. So konnte das Faltblatt »Paderquellgebiet – das sprudelnde Herz der Stadt« von der »Tourist-Information Paderborn« ebenfalls mit ausgewählten Bildern für die Überlagerungen ausgestattet werden und Tourist*innen auf dem begrenzten Papierplatz weitere digitale Informationen geben. Die »Image Targets« finden sich auch in der begleitenden Broschüre zur Bewerbung der Pader um das Europäische Kulturerbe-Siegel. Neben den gedruckten Publikationen sollen zukünftig ausgewählte Bilder mit »AR-Hinweisen« auf den jeweiligen Webseiten zur Pader und als »Post« auf dem Instagram-Account »stadt.mensch.fluss- die pader für europa« veröffentlicht werden, um weitere Interaktionsmöglichkeiten für die digitalen Angebote zu schaffen.

Auch für das im Zuge der Bewerbungsphase um das Europäische Kulturerbe-Siegel zu schaffende Projekt ist eine digitale Umsetzung für die Wissensvermittlung mittels AR

59 Die App ist für die Betriebssysteme iOS und Android in den jeweiligen Appstores downloadbar: WAY DIGITAL SOLUTIONS GMBH/STADT PADERBORN: Paderborn To Go (Android 1.1.8/iOS 1.1.10), 2024, URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Waygroup.Paderborn&hl=gsch> (Android) und <https://apps.apple.com/de/app/paderborn-to-go/id1537410263> (iOS).

60 Die »Image Targets« funktionieren wie unsichtbare QR-Codes, die nach dem Scannen digitale Überlagerungen in der App anzeigen, vgl. PARAMETRIC TECHNOLOGY GMBH: Image Targets, URL: <https://developer.vuforia.com/library/objects/image-targets> (Zugriff: 20.09.2024).

geplant. An mehreren Lern- und Lehrorten entlang der Pader soll die europäische Wasserkultur anhand realer Gegebenheiten vor Ort und zugleich virtuell erfahrbar werden. Im Zuge des neuen Beschilderungskonzepts wird deshalb auch an eine geeignete Form zur Anbringung von »Image Targets« auf den jeweiligen Hinweisschildern für die Lern- und Lehrorte gedacht.

Abbildung 9: Ein »Image Target«, das durch die Paderborn To Go-App im AR-Kamera-Modus die historische Situation an den Paderwiesen überlagern kann.



Für künftige Ausstellungen im späteren Besucherzentrum spielt die erweiterbare Realität ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Wissensvermittlung. Allerdings bieten hier die Möglichkeiten der »Area Targets«, ⁶¹ durch das vorherige Scannen der Räumlichkeiten, eine Vielzahl an komplexeren digitalen Interaktionsmöglichkeiten via AR. Digital rekonstruierte 3D-Blockmodelle von früheren Bebauungszuständen entlang der Pader könnten in den Räumlichkeiten von Museen oder dem Besucherzentrum digital in der App überlagert werden und schnell und einfach, je nach Fortschritt der parallelen Rekonstruktionsarbeiten, fortlaufend aktualisiert werden. Durch digital überlagerte Hinweise in den Ausstellungsräumen könnten Besucher*innen unabhängig von offiziellen Führungen die Ausstellungen erkunden und mit digital angepinnten Medien mehr über einzelne ausgestellte Objekte erfahren.

Die Zusammenführung aller Einzelprojekte als Vision für das Digitale Kulturerbe 3.0

Mit dem Leitgedanken eines Digitalen Kulturerbes 3.0, das sich vollständig auf die individuellen Bedürfnisse der Besucherinnen und Besucher konzentriert, werden zukünftig das gesammelte Wissen über die Pader, die immersiven 3D-Rekonstruktionen sowie die erweiterte Realität mit Zusatzinformationen in einer App zusammengeführt. Dabei sollen die 3D-Rekonstruktionen nicht mehr nur über Standalone-VR-Headsets für Lernende erlebbar sein, sondern auch durch die digitale Verankerung von Gebäuden an ihren historischen Standorten mittels AR. Der Einsatz von AR-Brillen würde die Immersion

61 PARAMETRIC TECHNOLOGY GMBH: Area Targets, URL: <https://developer.vuforia.com/library/environments/area-targets> (Zugriff: 20.09.2024).

vor Ort verstärken und die landschaftlichen Veränderungen im Laufe der Zeit konkret visualisieren.

Ein Chatbot mit Sprachausgabe könnte zusätzlich individuell erfragte Informationen bereitstellen, indem er auf das mit dem gesammelten Wissen aus Paderpedia und dem Pader-Korpus der quantitativen Analyse trainierte Sprachmodell zurückgreift. Speziell für europäische Schüler*innen könnte der Chatbot in Form eines Maskottchens via AR auf dem Bildschirm erscheinen und die Wassergeschichte Paderborns zielgruppengerecht erzählen. Dieser Chatbot würde zu einem interaktiven Element, das die persönliche Interaktion fördert und neue Wege der Wissensvermittlung im Bereich Kulturerbe eröffnet.

Die Pader kann so zu einem interaktiven Erlebnisraum werden, der die Menschen einlädt, sich mit der europäischen Wassergeschichte auseinanderzusetzen und aktiv in einen Dialog mit dem europäischen Kulturerbe zu treten.

Quellen

- DAUBRÉE, Auguste: *Les eaux souterraines à l'époque actuelle. Leur régime, leur température, leur composition au point de vue du rôle qui leur revient dans l'économie de l'écorce terrestre*, Paris 1887.
- HARDY, E.: Rezension zu: Ueber die Beschaffenheit des im Inselbad, bei Paderborn, zur Inhalation gebrauchten Gases (Sur la composition du gaz employé pour l'inhalation á Inselbad, près Paderborn), in: *Revue des sciences medicales en France et à l'étranger* 1 (1873), S. 544.
- MEYER, Ernst von: Ueber die Beschaffenheit des im Inselbad bei Paderborn zur Inhalation gebrauchten Gases, in: *Journal für praktische Chemie* 6 (1873), S. 360-366.
- SUDHEIM, Ludolfus von: *De itinere ad terram sanctam*, 1477, URL: <https://fedora.phaidra.univie.ac.at/fedora/get/o:218317/bdef:Book/view> (Zugriff: 29.09.2024).

Literatur

- AGHAEI, Sareh/NEMATBAKHSH, Ali/FARSANI, Khosravi Hadi: Evolution of the World Wide Web: From Web 1.0 to Web 4.0, in: *International Journal of Web & Semantic Technology* 3 (2012), URL: <https://airccse.org/journal/ijwest/papers/3112ijwesto1.pdf> (Zugriff: 27.09.2024).
- BARTUSSEK, Wolfram e. a.: Einführung in semantische Anwendungen, in: HOPPE, Thomas/HUMM, Bernhard G./REIBOLD, Anatol (Hgg.), *Wissensbasierte KI-Anwendungen. Methodik, Technologie, Betriebliche Nutzung*, Berlin 2023, S. 1-13.
- BERNERS-LEE, Tim: »The World Wide Web: A very short personal history«, 1998, URL: www.w3.org/People/Berners-Lee/ShortHistory.html (Zugriff: 14.09.2024).
- BERNERS-LEE, Tim/HENDLER, James/LASSILA, Ora: The Semantic Web. A New Form of Web Content That is Meaningful to Computers Will Unleash a Revolution of New Possibilities, in: *Scientific American* 284 (2001), S. 35-43.

- CHAN, Jonathan H./LAN, Xi/SUTA, Prissadang e. a.: An Overview of Machine Learning in Chatbots, in: *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research* 9 (2020), S. 502–510.
- CHOUDHURY, Nupur: World Wide Web and Its Journey from Web 1.0 to Web 4.0, in: *International Journal of Computer Science and Information Technologies* 5 (2014), S. 8096–8100.
- CHURCHILL, Rob/SINGH, Lisa: The Evolution of Topic Modeling, in: *ACM Computing Surveys* 54 (2022), H. 10, S. 1–35.
- HENDLER, Jim: Web 3.0 Emerging, in: *Computer* 42 (2009), S. 111ff.
- HIPPNER, Hajo/RENTZMANN, René: Text Mining, in: *Informatik Spektrum* 29 (2006), S. 287–290.
- HIREMATH, B. K./KENCHAKKANAVAR, Anand Y.: An Alteration of the Web 1.0, Web 2.0 and Web 3.0: A Comparative Study, in: *Imperial Journal of Interdisciplinary Research* 2 (2016), S. 705–710.
- Kultour von der Quelle bis zur Mündung, in: *Westfalen Blatt* vom 14.05.2013, URL: https://www.wiso-net.de/document/WFB__8396282a33805983fcd16170acd4a506b2b6d408 (Zugriff: 27.07.2024).
- LAI, Yiwei/YANG, Jingyi/LIU, Mingzhe/LI, Yibei/LI, Shanli: Web3: Exploring Decentralized Technologies and Applications for the Future of Empowerment and Ownership, in: *Blockchains* 1 (2023), S. 111–131.
- LIU, Weikang/CAO, Bin/PENG, Mugen: Web3 Technologies: Challenges and Opportunities, in: *Institute of Electrical and Electronics Engineers Network* 38 (2024), S. 187–193.
- O'REILLY, Tim: What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software, 2005, URL: www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html (Zugriff: 07.09.2024).
- PECHENICK, Eitan Adam/DANFORTH, Christopher M./DODDS, Peter Sheridan: Characterizing the Google Books Corpus: Strong Limits to Inferences of Socio-Cultural and Linguistic Evolution, in: *PLoS One* 10 (2015), S. 1–13.
- SANTEL, Gregor G.: »Fons Padulus« – Die Entdeckung des Ortes der Padulus-Quelle in Schloß Neuhaus, in: *Paderpedia*, URL: <https://paderpedia.de/landschaftsgeschichte/die-padulus-quelle/> (Zugriff: 14.07.2024).
- SCHOBLICK, Robert: *Multimedial lehren und lernen. Digitale Lehrinhalte erstellen mit H5P*, München 2021.
- STADT PADERBORN (Hg.): *Stadt. Mensch. Fluss. Die Pader für Europa*, Hannover 2024.
- STAFFEL, Florian/FÄßLER, Peter: *Literatur- und Quelldatenbank. Die Pader als Wirtschaftsraum und -faktor vom Mittelalter bis zur Gegenwart*, Universität Paderborn 2016, URL: <https://kw.uni-paderborn.de/fileadmin-kw/fakultaet/Institute/historisches-institut/Zeitgeschichte/wirtschaftsraum-pader/wirtschaftsraum-pader-pdf-v1.pdf> (Zugriff: 28.07.2024).
- STRÖHMER, Michael: Das Ozonwasserwerk. Eine europäische Pionieranlage, in: *Paderpedia*, URL: <https://paderpedia.de/ozonwasserwerk/> (Zugriff: 18.08.2024).
- STRÖHMER, Michael: *Wirtschaftsregion Pader – Eine geschichtswissenschaftliche Skizze (1350–1950)*, Universität Paderborn 2020, URL: <https://www.paderpedia.de/wp-c>

- content/uploads/2020/12/Stroehmer_Michael_Wirtschaftsregion-Pader-%E2%80%93-3-Eine-geschichtswissenschaftliche-Skizze-1350-1950.pdf (Zugriff: 28.07.2024).
- TAJIK, Elham/TAJIK, Fatemeh: A comprehensive Examination of the potential application of Chat GPT in Higher Education Institutions, 2024, URL: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4699304> (Zugriff: 28.07.2024).
- THESING, Bernd: Löcher in der Paderborner Hochfläche – der »Bakenponor«, in: Paderpedia, URL: <https://paderpedia.de/landschaftsgeschichte/loecher-in-der-paderborner-hochflaeche> (Zugriff: 14.07.2024).
- VÖLKE, Jana/FÄßLER, Peter: Die Ottilienquelle, das Inselbad und die »Curanstalt Inselbad bei Paderborn«. Eine Dokumentation, Paderborn 2014, URL: <https://digital.ub.uni-paderborn.de/hs/download/pdf/5099707> (Zugriff: 28.07.2024).
- ZHAO, Bo: Web Scraping, in: SCHINTLER, Lauria A./MCNEELY, Connie L. (Hg.), *Encyclopedia of Big Data*, Cham 2022, S. 951ff.

Internetressourcen

- ARCHITECTURA VIRTUALIS/STADT PADERBORN/UNIVERSITÄT PADERBORN: »Urbane Wasserlandschaft Paderborn« – Funktionsvielfalt eines Stadtflusses um 1920, URL: <http://www.youtube.com/watch?v=noKeCA28DRI> (Zugriff: 20.09.2024).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WOHNEN, STADTENTWICKLUNG UND BAUWESEN: Smart City Dialog Paderborn, URL: <https://www.smart-city-dialog.de/mpsc/paderborn> (Zugriff: 29.07.2024).
- EUROPÄISCHE KOMMISSION: European Heritage Label Selection 2023. Single Site Application Form, URL: https://ec.europa.eu/eusurvey/runner/EHL_2023_Single_form (Zugriff: 29.07.2024).
- FREUNDE DER PADER E. V.: Der Verein, URL: <https://www.freunde-der-pader.de/der-verein/ueber-den-verein.html> (Zugriff: 27.07.2024).
- GOOGLE: 15 years of Google Books, 2019, URL: <https://blog.google/products/search/15-years-google-books/> (Zugriff: 18.08.2024).
- HEINZ NIXDORF MUSEUMSFORUM: Sonderausstellung Wellen – Tauch ein! (24.05.2024 – 05.01.2025), URL: <https://www.hnf.de/ausstellungen/wellen-tauch-ein.html> (Zugriff: 30.08.2024).
- OPENAI: Prompt engineering, URL: <https://platform.openai.com/docs/guides/prompt-engineering/tactic-ask-the-model-to-adopt-a-persona> (Zugriff: 20.09.2024).
- STADT PADERBORN: Digitales OWL, URL: https://www.paderborn.de/microsite/digitale_heimat/digitales_owl/index.php (Zugriff: 29.07.2024).
- STADT PADERBORN: Leitlinie Digitale Heimat Paderborn, URL: https://www.paderborn.de/microsite/digitale_heimat/Leitlinie-Digitale-Heimat-Paderborn.pdf (Zugriff: 29.07.2024).
- STADT PADERBORN/UNIVERSITÄT PADERBORN: Paderpedia, URL: <https://paderpedia.de/> (Zugriff: 14.07.2024).
- STADT PADERBORN: PANTA RHEI. Wasser bewegt, 2023, URL: https://www.paderborn.de/microsite/panta_rhei/Residenzmuseum/index.php (Zugriff: 21.09.2024).

PARAMETRIC TECHNOLOGY GMBH: Area Targets, URL: <https://developer.vuforia.com/library/environments/area-targets> (Zugriff: 20.09.2024).

PARAMETRIC TECHNOLOGY GMBH: Image Targets, URL: <https://developer.vuforia.com/library/objects/image-targets> (Zugriff: 20.09.2024).

Software

H5P GROUP: H5P (1.12), 2024, URL: <https://github.com/h5p/h5p-php-library>.

PARAMETRIC TECHNOLOGY GMBH: Vuforia Engine SDK (10.22), 2024, URL: <https://github.com/PTCInc/vuforia-engine>.

SKETCHFAB INC.: Sketchfab Viewer API (1.12.1), 2024, URL: <https://static.sketchfab.com/api/sketchfab-viewer-1.12.1.js>.

WAY DIGITAL SOLUTIONS GMBH/STADT PADERBORN: Paderborn To Go (Android 1.1.8/iOS 1.1.10), 2024, URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Waygroup.Paderborn&hl=gs> (Android) und <https://apps.apple.com/de/app/paderborn-to-go/id1537410263> (iOS).

Abbildungen

Abbildung 1: Relativer Sprachanteil im Pader-Korpus (Stand 2024) dargestellt in einem Kreismodell (Darstellung: Benedikt Heitmar).

Abbildung 2: Anzahl der Titel nach Erscheinungsjahren (Stand 2024) (Darstellung: Benedikt Heitmar).

Abbildung 3: Treemap-Diagramm mit algorithmisch erstellten Themen (Stand 2024). Je größer das jeweilige Rechteck, desto häufiger ist das jeweilige Thema im Pader-Korpus repräsentiert (Darstellung: Benedikt Heitmar).

Abbildung 4: 3D-Blockmodell zur Darstellung des historischen Bauzustandes im westlichen Paderquellgebiet vor 100 Jahren (Architectura Virtualis GmbH).

Abbildung 5: Atmosphärischer 360°-VR-Panoramablick vom »Börnesteig« mit texturierten Gebäuderekonstruktionen. (Architectura Virtualis GmbH).

Abbildungen 6–8: Darstellung der Funktionsvielfalt der *Paderborn To Go*-App (WAY Digital Solutions GmbH).

Abbildung 9: Ein »Image Target«, das durch die *Paderborn To Go*-App im AR-Kamera-Modus die historische Situation an den Paderwiesen überlagern kann (Stadt Paderborn).

