
Die Eignung Elektronischer Laborbücher in nicht-naturwissenschaftlichen Fachdisziplinen: Eine Fallstudie in der archäologischen Restaurierungswerkstatt der LWL-Archäologie für Westfalen

Projektarbeit

Zertifikatskurs Forschungsdatenmanagement

vorgelegt von:

Adienne Karsten M.A., M.LIS
Nils Wolpert M.A.
Münster, Juni 2023

Technology
Arts Sciences
TH Köln

Inhalt

1	Einleitung.....	1
2	Aufgaben eines archäologischen Fachamts	2
3	Überblick: Elektronische Laborbücher im Forschungsalltag	3
3.1	Die digitale Transformation im Laboralltag	4
3.2	Klassifizierung von ELNs	5
3.3	Das Open-Source-ELN eLabFTW.....	6
3.4	Vorteile beim Einsatz eines ELNs.....	6
4	Analyse der Eignung eines ELNs in der archäologischen Restaurierungswerkstatt.....	7
5	Bewertung der Eignung eines ELNs.....	10
6	Fazit und Ausblick	14
	Literatur	15

1 Einleitung

Elektronische Laborbücher (im Folgenden abgekürzt mit ELN von engl. Electronic Laboratory Notebook) bieten die Möglichkeit, Laboraufzeichnungen, Versuchsprotokolle und -ergebnisse effektiv in den Forschungsprozess und das Forschungsdatenmanagement einzubinden.

Im Rahmen dieses Projekts soll analysiert werden, ob ein ELN in einer archäologischen Restaurierungswerkstatt eingesetzt werden kann.¹ Die zentrale Fragestellung, die in diesem Zusammenhang untersucht werden soll, ist: Kann ein ELN dazu beitragen, die Effizienz und Genauigkeit der Arbeit in der Restaurierungswerkstatt im Sinne der „guten wissenschaftlichen Praxis“ zu verbessern und die Kommunikation zwischen den verschiedenen Mitarbeiter:innen in der Restaurierungswerkstatt erleichtern? Im spezifischen Anwendungskontext wird untersucht, ob das kostenlose Open-Source-Produkt „eLabFTW“ für den Einsatz in der archäologischen Restaurierungswerkstatt der LWL-Archäologie für Westfalen geeignet sein könnte.

Die Quellenlage zur Anwendung von ELNs in nicht-naturwissenschaftlichen Fächern – insbesondere der Archäologie – lässt darauf schließen, dass mit dieser Projektarbeit ein bisher unerforschtes Gebiet beleuchtet wird. Da ein ELN der Dokumentation, Kollaboration und Reflexion dient, könnte es auch innerhalb der Restaurierung archäologischer Kulturgüter eingesetzt werden. Empfehlungen zur Dokumentation dieser Tätigkeit finden sich bei IANUS² (vgl. IANUS 2018: o.S.), in den archäologischen Landesämtern sowie beim Verband der Restauratoren (VDR). Auf konkrete Software-Lösungen oder Empfehlungen für die digitale Dokumentation wird dabei nicht eingegangen. Möglicherweise könnte das NFDI4Objects-Konsortium Hilfestellung leisten.

Die Beurteilung der Eignung eines ELNs erfolgt auf Grundlage eines Experteninterviews mit dem Leiter der Restaurierungswerkstatt, Sebastian Pechtold. Die exemplifizierte Restaurierungswerkstatt ist eine Abteilung der westfälischen Landesarchäologie. Die vorliegende Untersuchung beginnt mit daher mit einer Beschreibung der Aufgaben dieses archäologischen Fachamtes und umreißt anschließend die grundsätzlichen Ziele von archäologischer Konservierung und Restaurierung. Dass ELNs weit mehr leisten, als die Papierdokumentation in Software zu überführen, zeigt der Überblick über ELNs im Forschungsalltag. Die Auswertung des Experteninterviews untersucht

¹ Die Autorin ist Referentin für Forschungsdatenmanagement an der Universitäts- und Landesbibliothek Münster und dort mit der Einführung von ELNs betraut. Der Autor ist stellvertretender Leiter der Zentralen Dienste und Leiter des Zentralen Fundarchivs der LWL-Archäologie für Westfalen in Münster. Die vorliegende Projektarbeit entstand im Rahmen des Zertifikatskurses „Forschungsdatenmanagement“ 2022/2023 der TH Köln.

² Die DFG hat von 2011 bis 2017 das Projekt IANUS zur Entwicklung einer Forschungsdateninfrastruktur für die Archäologie und Altertumswissenschaften gefördert. Es wurde am Deutschen Archäologischen Institut in Berlin durchgeführt mit dem Ziel, Strukturen für ein nationales Forschungsdatenzentrum in Deutschland zu schaffen.

verschiedene Aspekte der Arbeit in der Restaurierungswerkstatt und analysiert so, welche Verbesserungen ein ELN erzielen könnte. Die Vorteile eines ELNs werden dabei mit den Bedarfen in der Restaurierungswerkstatt in Relation gesetzt.

2 Aufgaben eines archäologischen Fachamts

Die Aufgaben der Bodendenkmalpflege bestehen im Schutz, in der Erhaltung und Erforschung archäologischer Denkmäler und Fundstätten (Kraus 2012: 4). Gemäß der Kulturhoheit der Länder regeln die rechtlichen Rahmenbedingungen die Denkmalschutzgesetze der Bundesländer. In Nordrhein-Westfalen obliegen der Denkmalschutz und die Denkmalpflege gem. §1 Abs. 2 DSchG NRW dem Land Nordrhein-Westfalen (Ministerium des Innern des Landes Nordrhein-Westfalen 2022), den Denkmalfachämtern sowie den Gemeinden und den Gemeindeverbänden in Zusammenarbeit mit den Eigentümern. Für Westfalen-Lippe ist die LWL-Archäologie für Westfalen das zuständige Denkmalfachamt. Ihre gesetzliche Aufgabe umfasst nach § 22 Abs. 4 DSchG NRW (Ministerium des Innern des Landes Nordrhein-Westfalen 2022: o.S.) sechs Punkte:

- „1. fachliche Beratung und Erstattung von Gutachten in allen Angelegenheiten des Denkmalschutzes und der Denkmalpflege,
2. wissenschaftliche Untersuchung und Erforschung der Denkmäler sowie deren Veröffentlichung und wissenschaftliche Behandlung der Fragen von Methodik und Praxis der Denkmalpflege,
3. Konservierung und Restaurierung von Denkmälern sowie fachliche Überwachung dieser Maßnahmen,
4. wissenschaftliche Ausgrabungen, Bergung und Restaurierung von Bodendenkmälern, Überwachung dieser Maßnahmen sowie Erfassung der beweglichen Bodendenkmäler,
5. Bewirtschaftung der ihnen vom Land bereitgestellten Mittel für die Denkmalpflege und
6. Wahrnehmung der Interessen der Denkmalpflege bei Planungen und sonstigen Maßnahmen der Gemeinden und Gemeindeverbände oder anderer öffentlicher Stellen als Träger öffentlicher Belange.“

Für die vorliegende Arbeit ist Absatz 4 von besonderer Bedeutung, da hierin die rechtliche Basis der Restaurierungswerkstatt liegt. Archäologische Funde³ müssen, insbesondere wenn es sich um empfindliche Materialien handelt, nach ihrer Bergung angemessen gelagert und zeitnah in die Res-

³ Das DSchG NRW (Ministerium des Innern des Landes Nordrhein-Westfalen 2022: §19 und §20) spricht in seiner jüngsten Fassung ausschließlich von „Beweglichen Bodendenkmälern“.

taurierungswerkstatt eingeliefert werden. Hierzu macht die LWL-Archäologie – wie die meisten Landesarchäologien – eigene Vorgaben in den sogenannten Grabungsrichtlinien (vgl. LWL-Archäologie für Westfalen (2023)).⁴

Die Konservierung archäologischer Objekte ist erforderlich, da nahezu alle Materialien in der Erde oder im Wasser Verfallsprozessen unterliegen. Eine Entnahme der Objekte aus ihrem Fundkontext und damit einhergehende klimatische Veränderungen wirken häufig beschleunigend auf diesen Verfall, wenn nicht geeignete Gegenmaßnahmen zur Sicherung des Erhalts ergriffen werden, die unter dem Begriff Konservierung subsumiert werden. Zu diesen Maßnahmen zählen etwa Reinigung oder Stabilisierung der Objekte, aber auch eine sachgerechte Lagerung unter bestimmten Umgebungsbedingungen. Dies beinhaltet die Verwendung geeigneter Materialien, wie säurefreie Verpackungen, und die Schaffung eines kontrollierten Umgebungsclimas, um Feuchtigkeit, Licht, Temperaturschwankungen und Schädlingen entgegenzuwirken ebenso wie die fortlaufende Überwachung des Zustandes der Objekte. Wenn archäologische Funde beschädigt oder fragmentiert sind, können zusätzlich restaurative Techniken angewendet werden, um sie wiederherzustellen und fehlende Teile zu ergänzen. Dabei wird darauf geachtet, dass die ursprüngliche Substanz und Oberfläche sowie die Ästhetik des Objekts respektiert und bewahrt werden (Fachgruppe Archäologisches Kulturgut o.J.).

3 Überblick: Elektronische Laborbücher im Forschungsalltag

Laborbücher dienen in natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächern der Dokumentation und Qualitätssicherung experimenteller Tätigkeiten und sind Teil der wissenschaftlichen Arbeit. Das Führen von Laborjournalen sichert die Nachvollziehbarkeit, Reproduzierbarkeit und Authentizität wissenschaftlicher Ergebnisse. In Deutschland gibt es keine einheitliche gesetzliche Verpflichtung zum Führen eines Laborbuchs, Forschungseinrichtungen oder Unternehmen können jedoch interne Richtlinien oder Vorschriften definieren, die das Führen eines Laborbuchs obligatorisch machen. An der Universität Münster ist dies in den „Regeln guter wissenschaftlicher Praxis“ verankert: „Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler führen jeden Teilschritt im Forschungsprozess *lege artis* durch und gewährleisten eine kontinuierliche, forschungsbegleitende Qualitätssicherung, insbesondere in Bezug auf [...] das Führen von Laborbüchern.“ (Uni Münster

⁴ Neben dem Material sind die Vorgaben in den jeweiligen Grabungsrichtlinien abhängig von Ausstattung und Personal der Werkstätten.

2020: 532). Dies ist angelehnt an die „Leitlinien zur Sicherung der guten wissenschaftlichen Praxis“ der DFG, wo das Führen von Laborbüchern explizit in der „Leitlinie 7: Phasenübergreifende Qualitätssicherung“ (DFG 2019: 14) erwähnt wird.

Während Laborbücher in den Naturwissenschaften und angrenzenden Disziplinen fester Bestandteil des Forschungsalltags sind, so sind sie in der Archäologie eher unüblich. Die vielfältigen Funktionen von ELNs, auf die im Folgenden eingegangen wird, deuten jedoch darauf hin, dass sie auch in archäologischen Restaurierungswerkstätten von großem Nutzen sein können.

3.1 Die digitale Transformation im Laboralltag

Das ELN ist im Laboralltag von Forschungseinrichtungen der Natur- und Lebenswissenschaften unverzichtbar und hat die traditionellen analogen Papierlaborbücher vielerorts bereits vollständig abgelöst. Es ist dabei nicht nur die digitale Version eines Laborbuchs, sondern fungiert als ganze Softwareplattform des traditionellen Laborbuchs zur Aufzeichnung und Speicherung experimenteller Ergebnisse. ELNs ermöglichen kollaboratives Arbeiten im Labor, den Zugriff auf Vorlagen, Protokolle und Experimente, sie helfen bei der Analyse von Daten und vereinfachen den Laboralltag durch die gemeinsame Verwaltung von Laborgeräten und -equipment. Darüber hinaus leisten sie einen wichtigen Beitrag für eine gute wissenschaftliche Praxis (DFG 2019) und ein FAIR⁵es Forschungsdatenmanagement.

In vielen Einrichtungen verbessern ELNs die Organisation des gesamten Laboralltags, optimieren das Qualitätsmanagement und etablieren Standardarbeitsanweisungen (engl. SOPs – Standard Operating Procedures), d.h. eine standardisierte Vorgehensweise für Arbeitsprozesse (vgl. Zulauf/Knipprath 2022: 1360). ELNs bieten somit zahlreiche Vorteile⁶: eine erhöhte Effizienz, eine bessere Organisation von Arbeitsabläufen, sie ermöglichen kollaboratives Arbeiten, Daten lassen sich schneller und einfacher analysieren und die Sicherheit der Daten spielt eine nicht zu unterschätzende Rolle (vgl. Lindstädt 2020: o.S.). Die Belegbarkeit von Forschungsergebnissen kann nur durch „eine vollständige und nachvollziehbare Dokumentation“ (Adam/Lindstädt 2020: 14) erlangt werden.

Wenngleich Daten zumeist digital erhoben werden und sich ihr Management in einem ebenfalls digitalen Medium anbietet, gestaltet sich die digitale Transformation (vgl. dazu Zupancic/Pa-

⁵ Das Akronym FAIR bedeutet Findable, Accessible, Interoperable und Reusable. Vgl. Go FAIR – FAIR Principles. URL: <https://www.go-fair.org/fair-principles/> (letzter Zugriff: 15.05.23).

⁶ Vgl. dazu auch Cordes 2022, die die Unterschiede zwischen Papierlaborbüchern und ELNs sehr anschaulich darstellt.

vlek/Erjavec: 2021), d.h. der Wechsel vom Analogen zum Digitalen, in bestimmten Wissenschaftsbereichen als Herausforderung. Dies führt schlimmstenfalls zu einem „bizarre[n] Konstrukt“ (Adam et al. 2023: [3]), wenn digital vorliegende Ergebnisse in ein physisches Laborbuch eingeklebt werden und somit ein Vermischen des Analogen und Digitalen geschieht, weil eine digitale Lösung fehlt. Dies wurde auch von Teilnehmenden einer Studie (vgl. Koepler et al. 2020: 21) des Konsortiums NFDI4Chem bestätigt, die berichteten, dass Daten aus Geräten wie IR- oder Massen-Spektrometern ausgedruckt und manuell wieder eingegeben werden mussten. Nicht nur, dass dieses Vorgehen für den dreifachen Aufwand sorgt, so ist es auch sehr fehleranfällig. Wenn zu dieser hybriden Form noch handschriftliche Einträge hinzukommen, dann gefährdet dies die Nachnutzbarkeit – v.a. die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse und die Belegbarkeit – signifikant.

Aber auch der Umstieg von verteilten, teils selbst entwickelten Datenbanksystemen, die kontinuierlich optimiert und angepasst werden müssten, auf Systeme, die ein nachhaltiges, nachnutzbares und kollaboratives Arbeiten ermöglichen, kann Forschungseinrichtungen vor Herausforderungen stellen. Neben der Schwierigkeit, aus dem großen ELN-Angebot⁷ eine geeignete Softwarelösung zu finden, spielen finanzielle Ressourcen und Aspekte wie Steuerung und das Change-Management eine wichtige Rolle, ein ELN dauerhaft einzusetzen und von dessen Nutzung zu profitieren.⁸

3.2 Klassifizierung von ELNs

ELNs lassen sich in verschiedene Kategorien einteilen: nach dem Funktionsumfang, also ein ELN mit Basis-Funktionen oder ein High-End-Produkt, nach dem IT-Konzept, d.h. der Bereitstellung lokal auf einem Server der Einrichtung (On-Premise) oder als Hosting in der Cloud. Auch die Datenspeicherung kann entweder in einer lokalen Datenbank oder in der Cloud erfolgen, in Bezug auf Datenschutzaspekt kann auch das Herkunftsland relevant werden. Es gibt generische ELNs und fachspezifische, und ein sehr wichtiger Aspekt ist das Lizenzmodell, d.h. kostenpflichtige kommerzielle Lösungen oder Open-Source-Tools, die von einer Community (weiter)entwickelt werden (vgl. dazu ausführlich Adam/Lindstädt 2020). Die Akzeptanz für den Umstieg kann bei den Nutzer:innen erhöht werden, wenn eine intuitive, einfach zu nutzende Software eingesetzt wird. Eine solche Lösung könnte die generische Open-Source-Software „eLabFTW“ (vgl. eLabFTW o.J.) darstellen, auf die nun detailliert eingegangen wird.

⁷ Der ELN-Finder listet derzeit 29 ELNs (vgl. ZB MED o.J.).

⁸ Für die Einführungsphase empfiehlt es sich, das analoge und digitale Laborbuch parallel zu führen und dann komplett auf das ELN umzusteigen (vgl. Wegewitz 2019: [1]).

3.3 Das Open-Source-ELN eLabFTW

eLabFTW wurde 2012 am Curie-Institut von Nicolas Carpi entwickelt und 2018 in der ersten Version veröffentlicht (vgl. Minges 2018 und Trebels 2022), es ist eine offene und freie Software (unter der GNU-Lizenz, AGPL 3.0). eLabFTW hat eine große weltweite Benutzercommunity und wird in vielen deutschen Forschungseinrichtungen eingesetzt, wodurch eine sehr gute Vernetzung entstanden ist. Es handelt sich um ein webbasiertes Laborinformationssystem, das die Verwaltung von Laborprozessen und -daten erleichtert. Es ermöglicht die Erstellung von Laborberichten, die Erfassung von Daten, die Verwaltung von Proben, die Verfolgung von Prozessen und die Organisation von Laborressourcen. Es kann auch zum Management von Inventar, Bestellungen und Rechnungen sowie zur Zusammenarbeit mit anderen Laboren und Organisationen verwendet werden. Dank der Möglichkeit, die Software auf eigenen Servern zu betreiben, wird die Datenhoheit gewährt. Die Verbindung zwischen dem Webbrowser der Nutzenden und dem eLabFTW-Server geschieht verschlüsselt über https. Diese Sicherheitsaspekte dürften für eine erhöhte Akzeptanz der Nutzenden und betreibenden Einrichtungen sorgen (vgl. Marutschke et al. 2020: 73), Open-Source-Lösungen werden dabei bevorzugt (vgl. ebd.). Diese bieten neben der Möglichkeit des institutseigenen Hostings zahlreiche Vorteile, wie das Vermeiden einer Vendor-Lock-in-Gefahr, d.h. die Anbieterbindung oder -abhängigkeit. Diese kann durch proprietäre Formate, die sich nicht in andere Systeme übertragen lassen, durch die oftmals fehlende Möglichkeit, auf Daten zuzugreifen oder diese zu migrieren oder durch die Veränderung von Vertrags- und Lizenzbedingungen entstehen. Ist die Akzeptanz einer Softwarelösung bei den Nutzenden erst einmal vorhanden, so ist es schwierig, wieder auf eine neue Software umzusteigen. Daher ist es sinnvoll, sich im Vorfeld über diese Bedingungen zu informieren und die ELN-Software entsprechend zu evaluieren. Offene Standards, flexible Vertragsbedingungen und interoperable Systeme – wie eLabFTW sie bietet – sollten daher präferiert werden (vgl. zum Wechsel von lizenzpflichtigen ELNs hin zu eLabFTW auch Zulauf/Knipprath 2022: 1359).

3.4 Vorteile beim Einsatz eines ELNs

In einer archäologischen Restaurierungswerkstatt ist die Dokumentation ein wesentlicher Aspekt der Arbeit. Sie beinhaltet das Erfassen des Artefaktzustands vor, während und nach dem Restaurierungsprozess, wobei Fotos, Zeichnungen, schriftliche Beschreibungen und Messwerte entstehen und generiert werden. Die Dokumentation dient dazu, den Fortschritt der Restaurierung zu

verfolgen und Informationen für zukünftige Forschungszwecke – innerhalb und außerhalb der Institution – bereitzustellen. Die gemeinsame Anwendung naturwissenschaftlicher Verfahren zur Untersuchung von Objekten unter Laborbedingungen sowie die umfassende (Grabungs-)Dokumentation stellen zusammen die Grundlage für die wissenschaftliche Auswertung dar.

Die Vorteile eines ELNs in einer archäologischen Restaurierungswerkstatt unterscheiden sich nur in wenigen Punkten von denen in den MINT-Disziplinen. Sie ermöglichen einen flexiblen Datenzugriff, lassen sich durchsuchen und erleichtern die effiziente Zusammenarbeit und den Datenaustausch im Labor. Neben Archivierungsmöglichkeiten für Forschungsdaten nach dem Ausscheiden von Mitarbeitenden erlauben sie eine ordnungsgemäße Verwaltung von Daten.

eLabFTW könnte sich für den Einsatz in einem archäologischen Fachamt besonders eignen, da es eine intuitive Benutzeroberfläche bietet, kostenlos auf eigenen Servern betreibbar ist und sich Templates und Protokolle individuell auf die Bedarfe in der Restaurierung anpassen lassen. Die einzige Differenz zu naturwissenschaftlich-technischen Laboren liegt darin, dass eine Beweissicherheit oder das Einhalten der „Guten Laborpraxis“ (GLP) nicht obligatorisch sind. Jedoch entsteht durch diese Funktion auch kein Schaden und man kann sich die Option offenhalten.

4 Analyse der Eignung eines ELNs in der archäologischen Restaurierungswerkstatt

Die Funktionen Elektronischer Laborbücher legen nahe, dass sie auch in archäologischen Restaurierungswerkstätten gewinnbringend eingesetzt werden können. Die Autor:innen postulieren, dass die Effizienz des Arbeitens, die Wiedernutzbarkeit der Dokumentation, aber auch die Kommunikation im Team durch Verwendung eines ELNs verbessert werden kann. Um diese These zu verifizieren, wurde ein Experteninterview⁹ mit Sebastian Pechtold geführt. Er ist Restaurator und Leiter der Restaurierungswerkstatt der LWL-Archäologie für Westfalen.

Das Interview erfolgte als Leitfadeninterview nach Helfferich (2014: 571f.). Als Expertinnen und Experten gelten in diesem Fall Personen, „die über ein spezifisches Rollenwissen verfügen, solches zugeschrieben bekommen und eine darauf basierende besondere Kompetenz für sich selbst in Anspruch nehmen“ (Helfferich 2014: 571). Das Interview gliedert sich in vier Themenblöcke. Es beginnt mit der Arbeitssituation in der Werkstatt, d.h. personelle und infrastrukturelle

⁹ Der Fragenkatalog ist angelehnt an Sommer (2023), adaptiert an die Anwendung in der Archäologie und gekürzt.

Ressourcen. Block zwei fragt nach der entstehenden Dokumentation und dem Umgang mit selbiger. Anschließend werden Forschungsdaten in ihrer Zusammensetzung und Speicherung thematisiert. Der letzte Fragenblock zielt auf regulatorische Anforderungen und Standards.

Die Arbeitsabläufe in der Restaurierungswerkstatt bestehen aus einer Reihe von Situationen, die die Verwendung eines ELNs grundsätzlich erlauben. Alle Mitarbeitenden des siebenköpfigen Teams ergreifen Maßnahmen zum Erhalt eines Objektes. Diese Maßnahmen variieren zwar stark in Abhängigkeit von Objekt, vom Material und der Fragestellung, jedoch erfolgt die Dokumentation dieser Maßnahmen in einer standardisierten, wiederkehrenden Form. Die schriftliche Dokumentation wird durch Fotos und Messwerte ergänzt. Auf die Protokolle und Daten benötigen verschiedene Personenkreise Zugriff. Es entstehen auf diese Weise verschiedene Optionen, in denen ein ELN unterstützend wirken kann.

Ein ELN kann in der Restaurierungswerkstatt die Genese der Daten verbessern, die v.a. in Protokollen, Messwerten und Bildern besteht. Grundlage für Protokolle sind in der Restaurierungswerkstatt derzeit formularähnliche Textdokumente, die mit MS Word erstellt werden. Dokumentiert werden zum Beispiel der Zustand bei der Einlieferung, Bearbeitungsschritte und Beobachtungen. Zusätzlich wird ein Übersichtsfoto eingefügt. ELNs bieten vorgefertigte Vorlagen oder Formulare, die es ermöglichen, Daten in einer strukturierten Weise zu erfassen. Im Gegensatz dazu erfordert Word eine manuelle Formatierung und Organisation der Informationen. Mit einem ELN können Felder und Kategorien verwendet werden, um spezifische Datenpunkte wie Probennummern, Messwerte, Zeitstempel und andere relevante Informationen einheitlich zu erfassen. Gegenüber MS Word als Dokumentationssoftware bietet ein ELN eine Reihe weiterer Nutzen: Ein ELN zeichnet Änderungen an Einträgen auf und ermöglicht die Wiederherstellung früherer Versionen. Dies ist hilfreich, um den Verlauf von Experimenten oder Projekten nachzuvollziehen und nachträgliche Änderungen zu dokumentieren. In MS Word müssen manuell Versionen gespeichert werden. Eine Funktion, die ELNs und Word teilen, ist die Spracheingabe zur beschleunigten Dokumentation. Ein ELN bietet ferner die Chance zur synchronen Bearbeitung von Datensätzen. Word unterstützt zwar auch die Zusammenarbeit, aber die Funktionen im ELN sind speziell auf die Bedürfnisse des Labors zugeschnitten.

Messgeräte kommen in der Restaurierungswerkstatt ebenfalls zum Einsatz. Pechtold berichtet von einem Röntgenfluoreszenzanalyse-Gerät (RFA), das Materialien bestimmt. Die Werte werden über eine eigene Software dargestellt und gespeichert.

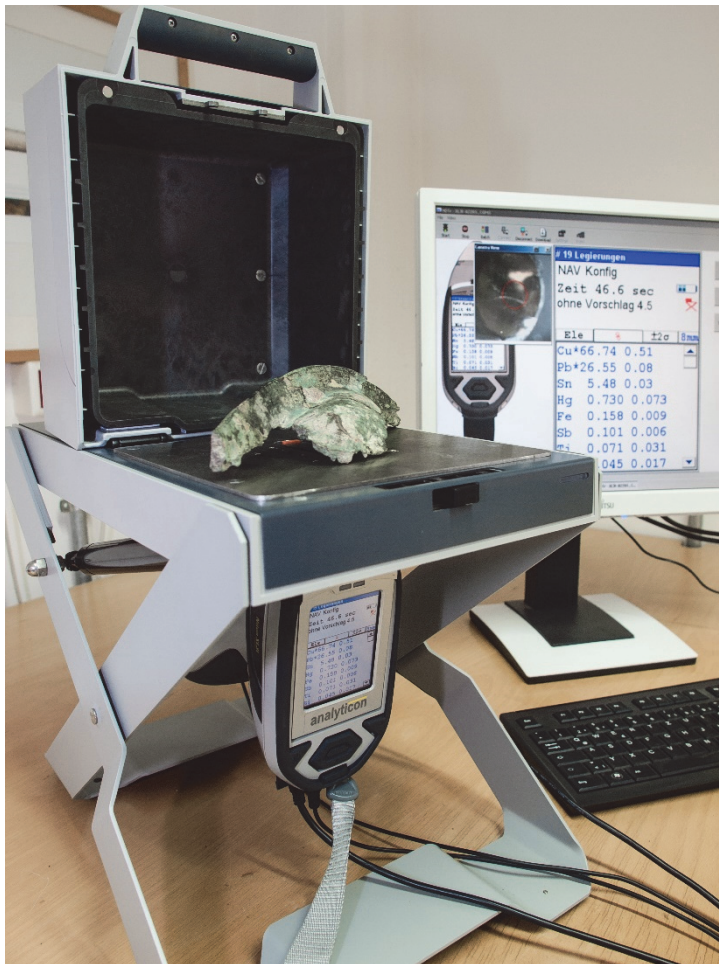


Abbildung 1 Das Röntgenfluoreszenzanalyse-Gerät. Das Messgerät selbst ist abnehmbar, um auch an Großobjekten verwendet werden zu können. Auf dem Bildschirm rechts sind die gemessenen Elemente aufgeführt (Foto: Stefan Brentführer).

Außerdem werden Feuchtigkeitsmesser benutzt, deren Werte regelmäßig per USB-Port ausgelesen werden müssen. Ein ELN kann Daten direkt von Labormessgeräten oder anderen Instrumenten erfassen und in die Dokumentation einfügen. Dies reduziert die manuelle Eingabe und minimiert das Risiko von Übertragungsfehlern.

Neben Messwerten werden auch Fotos in das Protokoll übernommen, allerdings reduziert auf ein Übersichtsfoto. Die übrigen Fotos werden in einem Dateiverzeichnis gespeichert. Die meisten ELN-Plattformen ermöglichen das direkte Hochladen von Fotos in das Tool. Die Fotos lassen sich in den Eintrag oder das entsprechende Protokoll einfügen. Pechtold berichtet, dass die Fotos auch zur Schadenskartierung bei Ausstellungsauf- und abbauten dienen. In den Fotos markiert er mittels Photoshop oder Paint entsprechende Stellen oder fügt Zahlen ein, die in einem Textdokument aufgeschlüsselt werden. Dieses Vorgehen kann ein ELN vereinfachen: Einige ELN-Plattformen bieten Integrationen mit Bildverarbeitungssoftware. Diese Integration ermöglicht es,

Fotos direkt aus dem ELN in die Bildverarbeitungssoftware zu übertragen, um Analysen, Markierungen oder weitere Bearbeitungen durchzuführen. Im ELN, so auch in eLabFTW, lassen sich Fotos auch beschriften und mit Kommentaren versehen, um wichtige Informationen oder Beobachtungen zu dokumentieren. Dies erleichtert die Interpretation und den Austausch von Informationen in Bezug auf die Fotos. Auch die Metadatenvergabe ließe sich über ein ELN optimieren. Derzeit werden Fotos nur im Falle der Herausgabe mit Metadaten angereichert. Über ein ELN lassen sich die Fotos mit Metadaten etwa zum Urheber oder mit einer Bildbeschreibung versehen.

Pechtold beklagt, dass neben seinen unmittelbaren Mitarbeitenden nur wenige Kolleg:innen der LWL-Archäologie auf die Protokolle zugreifen können, die auf einem eigenen Laufwerk gespeichert werden. Der fehlende Zugriff führe, so vermutet er, dazu, dass es außerdem kaum Nachfragen nach den Protokollen gibt, da deren Existenz oftmals wohl unbekannt bliebe. Wenn Protokolle Externen zugestellt würden, erfolge dies als Konvertierung in ein PDF, bei größeren Datenmengen per Bigmail. Hier liegt ein klassischer Vorteil eines ELNs, das einen kontrollierten Zugriff auf die Inhalte erlaubt. eLabFTW hat ein vielfältiges Rechtemanagement mit rollenbasierten Zugriffsrechten, d.h. Benutzern oder Benutzergruppen können vordefinierte Zugriffsrechte auf die Inhalte gewährt werden. Dies erlaubt eigene Recherchen in den Protokollen und damit eine deutlich größere Nachnutzung als derzeit. Darüber hinaus ist die Veröffentlichung der Protokolle über eine Schnittstelle in einem Repositorium möglich. Damit gelänge dem Team ein weitaus größerer Austausch, als er aktuell über wissenschaftliche Artikel und Tagungen erfolgt.

Die Standardisierung der Protokolle trägt zur Qualitätssicherung bei und könnte die Zusammenarbeit und Organisation innerhalb des Restaurator:innen-Teams, aber auch in den Zentralen Diensten der LWL-Archäologie und der gesamten Einrichtung verbessern.

5 Bewertung der Eignung eines ELNs

Die Auswertung des Interviews verdeutlicht, dass die Einführung eines ELNs in einer archäologischen Restaurierungswerkstatt eine Reihe von Vorteilen bietet. Dies ist im gewählten Praxisbeispiel insbesondere deswegen der Fall, weil einerseits viele Prozesse der Datenverwaltung analog oder auf eine einfache digitale Weise erfolgen und weil andererseits Daten in großem Umfang durch Messwerte oder Beobachtungen protokolliert werden. Die Vorteile lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Erhöhung der Effizienz der Datenerfassung und bessere Durchsuchbarkeit von Informationen
- Verbesserung der Datenintegrität und Schutz vor Datenverlust
- Sicherung der langfristigen Aufbewahrung
- Erleichterte Analyse der erstellten Protokolle
- Optimierung der Zusammenarbeit unabhängig von Laufwerkszugriffen und Standorten
- und die Möglichkeit der Publikationsvorbereitung dank Metadaten und Anbindung an Repositorien.

Die Vorteile bei der Nutzung eines ELNs werden in zahlreichen Quellen beschrieben. Die der folgenden Tabelle zugrundeliegenden Vorteile orientieren sich an Lindstädt (2020: o. S.) und ZB MED (o. J.). In der Übersicht wird der Nutzen eines ELNs den Bedarfen in der Restaurierungswerkstatt der LWL-Archäologie in Relation gesetzt:

Vorteil	Bedarf in der Restaurierungswerkstatt	Funktionsumfang eines ELNs (insbesondere eLabFTW)
Erhöhung der Effizienz der Datenerfassung, Durchsuchbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - Fundaufnahme: Grabung, Kennziffer, Fundnummer, Angaben zum Material - Laborequipment (Geräte, Chemikalien, Reagenzien, Lösungsmittel): Bestände, Nachbestellungen erfassen und terminieren - Datenimport aus Geräten/Schnittstellen: Daten aus RFA-Gerät, Röntgengeräten oder den Feuchtigkeitsmessgeräten (derzeit per USB) könnten per API (Anwendungsprogrammierschnittstelle) ins ELN übertragen werden > derzeit muss alles eingetippt oder per USB übertragen werden - Fotobearbeitung: derzeit mit Photoshop oder Paint - Zusammenführen von Dateien: derzeit wird in einem Word-Formular erfasst, Fotos liegen auf einem Laufwerk - Durchsuchen von Restaurierungsprotokollen: derzeit umständlich (PDF, Word) - Zugriff: derzeit nur an festen PC-Arbeitsplätzen (zwei vorhandene Tablets werden für Fotoaufnahmen bei Ausstellungen genutzt) - Arbeitsorganisation: Verbesserungspotenzial bei Aufgabenverteilung/Terminen 	<ul style="list-style-type: none"> - Numerierung von Experimenten - Tags/Schlagwörter (Material, Kennziffer, Fundnummer), hierfür ggfs. auf vorhandenen Thesaurus zurückgreifen, der ohnehin in der LWL-Archäologie existiert - eLabFTW verfügt über eine API, Daten können von einem externen Programm (wie einem Python-Skript) gelesen/geschrieben werden - Annotationstool für Fotos/Grafiken: in eLabFTW können Fotos und Grafiken direkt im Experiment annotiert werden - Fotos, Grafiken und sonstige Dateien können direkt im Experiment eingefügt oder verlinkt werden - Such- und Filtermöglichkeiten: Schlagwortvergabe, Volltextsuche und Metadaten - Zugriff auf eLabFTW von überall aus möglich (Webservice, responsives Design) - eLabFTW: manuelle und automatische „To-Do-Liste“ in der Seitenleiste; integrierter Kalender, der es ermöglicht, Geräte für bestimmte Zeiträume zu buchen
Datenintegrität, Schutz vor Verlust, Sicherung	<ul style="list-style-type: none"> - Datenverlust: teils werden Daten auf persönlichen Laufwerken gespeichert, sie sind nicht für andere einsehbar und bei Ausscheiden der Mitarbeitenden verloren - Nachvollziehbarkeit der Restaurierung muss auch in 20 Jahren und länger noch möglich sein (v.a. auch, weil sich Methoden ändern und verbessern) - Datenspeicherung derzeit auf Laufwerken (verlustanfällig, z.B. bei Server-Umzug) 	<ul style="list-style-type: none"> - Datei- und Wissensmanagement werden durch die Nutzung eines gemeinsamen ELNs verbessert - eLabFTW kann automatische Backups ermöglichen, Ergebnisse können in ein Repository exportiert werden
Analyse der Protokolle	<ul style="list-style-type: none"> - Prozessoptimierung: Werkstattleiter erwartet Restaurierungsprotokoll - Templates für aufwändigere Funde und „Fließbandware“) 	<ul style="list-style-type: none"> - Templates für Experimente und Protokolle sorgen für Standardisierung von Prozessen und Workflows, in eLabFTW lassen sich Vorlagen einfach erstellen
Zusammenarbeit	<ul style="list-style-type: none"> - Dokumentation: Fundaufnahme erfolgt durch Werkstattleiter, der die Fundbearbeitung Kolleg:innen zuweist - Geräte: auch wenn die Anzahl der Geräte überschaubar und das Team relativ klein ist, so könnten Geräte besser verwaltet werden oder Wartungsintervalle erfasst werden - Teilen von Ergebnissen (derzeit per PDF-Export, der nicht immer einfach ist) derzeit schwierig - Synergieeffekte: fehlen derzeit oder sind umständlich herzustellen 	<ul style="list-style-type: none"> - Workflows definieren und Experimente Teammitgliedern zuteilen (Schreib-/Lese-rechte), so wird transparent, welche Funde eingegangen sind und wer sie bearbeitet - Geräte können in der Datenbank erfasst werden (viele haben ohnehin bereits einen Inventarcode, der die Zuweisung erleichtert) - Umfangreiches Rechte- und Rollenmanagement - einfacher PDF-Export, Teilen von Experimenten mit Team-Mitgliedern oder Externen, dadurch Wissensgewinn und Zeitersparnis bei Weitergabe der Protokolle an Dritte - Synergieeffekte: Anbindung anderer Systeme wie Doxis (Software für die elektronische Verwaltungsakte), der Datenbank des Fundarchivs oder weiteren externen Systemen (Netzwerk der Restaurator:innen oder anderen Landesarchäologien) möglich
Publikationsvorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> - Teilen von Ergebnissen: derzeit kompliziert; Fotos und Dokumentation werden separat weitergegeben 	<ul style="list-style-type: none"> - Daten und Metadaten aus dem ELN könnten direkt an ein (internes) Repository exportiert oder mit der wissenschaftlichen Redaktion geteilt werden

Es ist wichtig zu beachten, dass die genauen Funktionen und Möglichkeiten je nach spezifischer ELN-Plattform variieren können. Es empfiehlt sich daher, die Funktionen eines ELNs zu erkunden – Hilfestellung hierbei bieten der ELN-Finder (vgl. ZB MED: o.J.) oder der ELN-Wegweiser (vgl. Adam/Lindstädt: 2020) – und gegebenenfalls die Dokumentation oder Unterstützung des ELN-Anbieters zu konsultieren, um eine optimale Nutzung der Funktionen zu gewährleisten. In jedem Fall würde ein ELN nicht nur den Arbeitsalltag der Mitarbeitenden in der Restaurierungswerkstatt verbessern, sondern auch dazu beitragen, den Umgang mit Daten in der Archäologie insgesamt nachhaltiger zu gestalten. Diese Bestrebung entspricht dem Selbstverständnis der archäologischen Fachämter, die sich qua Denkmalschutzgesetz als bewahrende Institution der in ihrer Zuständigkeitsregion gewonnen archäologischen Daten und Erkenntnisse verstehen.

Es bleibt zu fragen, warum die beispielhafte Restaurierungswerkstatt bislang kein ELN nutzt. Hier sind grundsätzliche potenzielle Herausforderungen bei der Einführung eines Elektronischen Laborbuchs zu bedenken. Dazu zählen etwa die Notwendigkeit einer zuverlässigen IT-Infrastruktur, Bestimmungen des Datenschutzes, der Bedarf an Schulungen oder Kosten für Einführung und Wartung. Die Bereitstellung einer Lösung vor Ort erfordert zusätzlichen Aufwand hinsichtlich Installation, Wartung, Updates und ähnlichen Aufgaben. Allerdings bietet sie auch eine bessere Kontrolle darüber, wer auf die Daten zugreifen kann. Darüber hinaus ermöglicht eine vor Ort gehostete Lösung in der Regel eine flexible Erweiterung des Speicherplatzes je nach Bedarf, bei externen Anbietern können hierdurch hohe Kosten entstehen.

Nicht zu unterschätzen ist zudem die Akzeptanz eines solchen Systems gegenüber bisherigen Arbeitsweisen. Die größte Hürde besteht möglicherweise in fehlenden fachlichen Kompetenzen. Eine Studie zur Archivierung digitaler archäologischer Daten in Deutschland (Göldner et al. 2022: 29f.) ergab jüngst, dass weniger als die Hälfte der teilnehmenden Institutionen die FAIR-Prinzipien kannte. In drei Viertel der Institutionen gab es keine reguläre Richtlinie zur Archivierung digitaler archäologischer Daten und in der Hälfte keine zentrale und dauerhaft eingerichtete Organisationseinheit für die digitale Archivierung. Die Studie attestierte einen deutlichen Kompetenz- und Fachkräfte-Mangel. Erst wenn digitale Kompetenzen dauerhaft in den Fachämtern verankert sind, lassen sich Systeme wie digitale Laborbücher einführen und betreiben.

Bei der Bewertung der Eignung eines Elektronischen Laborbuchs in der Archäologie ist es wichtig, die spezifischen Anforderungen und Bedürfnisse der Organisation oder Forschungsgruppe zu berücksichtigen. Eine sorgfältige Analyse der individuellen Vorteile, Herausforderungen und Kosten sind dabei von elementarer Bedeutung.

6 Fazit und Ausblick

Das Interview und die Auswertung der Bedarfsanalyse zeigen, dass der Einsatz eines ELNs in einer archäologischen Restaurierungswerkstatt Prozesse verbessern könnte, indem es eine effiziente und organisierte Dokumentation ermöglicht. Es erleichtert den Zugriff auf Informationen und die Zusammenarbeit zwischen Restaurator:innen. Forschungsergebnisse könnten somit nicht nur innerhalb des Teams oder der Institution nachgenutzt und sichtbar werden, sondern auch übergreifend – denn die archäologische Forschung endet nicht an Landesgrenzen.

Der Schwerpunkt sollte in Anbetracht der Bewahrung des kulturellen Erbes auf einer modernen und interdisziplinären Forschungsumgebung liegen, die es ermöglicht, sowohl in die Vergangenheit zu blicken als auch zukunftsorientiert zu arbeiten. Dabei sollten Arbeitsabläufe und Prozesse optimiert werden, um mehr Zeit für die eigentliche Forschung zu schaffen. Sinnvoll kann auch das Schaffen von Standards innerhalb der von Pechtold erwähnten „Kommission für den Umgang mit archäologischem Kulturgut“ (vgl. Verband der Landesarchäologien o.J.) und das dortige Handlungsfeld der „exemplarische[n] Restaurierung“ (ebd.) innerhalb des Verbands der Landesarchäologien sein.

Das Hauptziel sollte darin bestehen, den Mitarbeitenden die Arbeit zu erleichtern und durch eine höhere Sichtbarkeit der Forschungsdaten Synergieeffekte zu erzielen – ein ELN kann hierfür ein bedeutendes Tool sein und einen wichtigen Beitrag leisten.

Literatur

- Adam, Beatrix et al. (2023): Raus aus dem Kladdenchaos: Elektronische Laborbücher als zentrale Dienstleistung – Erfahrungen und Empfehlungen. (Preprint). DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7529588>
- Adam, Beatrix; Lindstädt, Birte (2020): Elektronische Laborbücher im Kontext von Forschungsdatenmanagement und guter wissenschaftlicher Praxis – ein Wegweiser für die Lebenswissenschaften: ELN-Wegweiser (2. aktualisierte und erweiterte Fassung). DOI: <https://dx.doi.org/10.4126/FRL01-006422868>
- Carpi, Nicolas (2012): eLabFTW Official Documentation. URL: <https://elabftw.readthedocs.io/> (letzter Zugriff: 08.06.2023)
- Cordes, Birte (2022): Elektronische Laborbücher – Einführung und Überblick. HeFDI-Forschungsdatentag 2022. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6984783>
- Bion, Lucien; Bühlmann, David; Edelmann, Michael; Höck, Stefan; Keller, Thomas; Kern, Susanne (2022): Digitalisierung im Labor: Das elektronische Laborbuch (ELN). URL: <https://blog.zhaw.ch/lehren-und-lernen/digitalisierung-im-labor-das-elektronische-laborjournal-eln/> (letzter Zugriff: 09.06.2023)
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (2019): Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis. URL: https://www.dfg.de/download/pdf/foerderung/rechtliche_rahmenbedingungen/gute_wissenschaftliche_praxis/kodex_gwp.pdf (letzter Zugriff: 15.05.2023)
- eLabFTW (o.J.): Startseite. URL: <https://www.elabftw.net/> (letzter Zugriff: 08.06.2023)
- Go FAIR – FAIR Principles. URL: <https://www.go-fair.org/fair-principles/> (letzter Zugriff: 15.05.23)
- Göldner, Reiner; Bibby, David; Senst, Henriette (2022): Archivierung digitaler archäologischer Daten. Auswertung einer Umfrage. Forum for Digital Archaeology and Infrastructure, 1. Faszikel 2022, § 1–112. DOI: <https://doi.org/10.34780/edw6-f6ea>
- Helfferich, Cornelia (2014): Leitfaden- und Experteninterviews. In: Baur, Nina; Blasius, Jörg (Hg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 559–574.
- Fachgruppe Archäologisches Kulturgut (o.J.): <https://www.restauratoren.de/der-vdr/fachgruppen/fg-archaeologisches-kulturgut/> (letzter Zugriff: 15.6.2023)
- IANUS – Forschungsdatenzentrum Archäologie & Altertumswissenschaften (2018): IT-Empfehlungen – Grabungsdokumentation. URL: <https://ianus-fdz.de/it-empfehlungen/projektphasen/dokumentation/grabungsdokumentation> (letzter Zugriff 09.06.2023)
- Koepler, Oliver; Liermann, Johannes; Schön, Florian; Herres-Pawlis, Sonja (2020): Forschungsdatenmanagement – Zeit für den Abschied vom analogen Laborbuch. DOI: <https://doi.org/10.1002/nadc.20204095910>
- Kraus, Stefan (2012): Entwicklung der staatlichen Bodendenkmalpflege in den preußischen Provinzen Rheinland und Westfalen. Schriften zur Bodendenkmalpflege in Nordrhein-Westfalen Band 10 (Aichwald).
- Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart (2021): Leitfaden zur Dokumentation in der Restaurierung. https://www.denkmalpflege-bw.de/fileadmin/media/denkmalpflege-bw/publikationen_und_service/01_publikationen/06_infobroschueren/02_praktische_denkmalpflege/leitfaden-dokumentation-restaurierung/leitfaden_restaurierung_15MB.pdf (letzter Zugriff: 15.06.2023)
- Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Halle (Saale) (2014): Leitfaden zur restauratorischen Maßnahmendokumentation. https://archlsa.de/fileadmin/landesmuseum/alle/pdf/pdf_bau_kunst_denkmalpflege/leitfaden_restauratorische_massnahmendokumentation.pdf (letzter Zugriff: 15.06.2023)
- Lindstädt, Birte (2020): Vorteile elektronischer Laborbücher: Werkzeug bei der Erstellung und Dokumentation von Forschungsdaten. URL: <https://www.trillium.de/zeitschriften/trillium-immunologie/archiv/trillium-immunologie-ausgaben-2020/heft-2/2020-covid-19/vorteile-elektronischer-laborbuecher-werkzeug-bei-der-erstellung-und-dokumentation-von-forschungsdaten.html> (letzter Zugriff: 09.06.2023)
- LWL-Archäologie für Westfalen (2023): Grabungsrichtlinien für archäologische Maßnahmen in Westfalen-Lippe. URL: <https://www.lwl-archaeologie.de/de/archaeologische-denkmalpflege/fur-fachfirmen-behorden-eigentumer/> (letzter Zugriff: 29.05.23).

- Marutschke, Christoph, Marc Fuhrmans, Gerald Jagusch, und Jens Freund (2020): Elektronische Laborbücher an Der TU Darmstadt: Beispiel für ein Strategisches Vorgehen. In: Bausteine Forschungsdatenmanagement, Nr. 2 (November), S. 65–79. DOI: <https://doi.org/10.17192/bfdm.2020.2.8282>.
- Minges, Alexander (2018): eLabFTW - Helmholtz Open Science Workshop „Elektronische Laborbücher“. URL: https://zenodo.org/record/1445560/files/minges_hzi18.pdf
- Ministerium des Innern des Landes Nordrhein-Westfalen (2022): Nordrhein-westfälisches Denkmalschutzgesetz (Denkmalschutzgesetz – DSchG NRW). (Fassung vom 01.06.2022). URL: https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=2&gld_nr=2&ugl_nr=224&bes_id=48749&aufgehoben=N&menu=1&sg=0 (letzter Zugriff: 15.06.2023)
- Sommer, Maike (2023): Einführung von Elektronischen Laborbüchern (ELN) an der WWU Münster. Potsdam. [unveröffentlichte Masterarbeit im Studiengang Digitales Datenmanagement (DDM) der Humboldt-Universität zu Berlin (HU Berlin) und der Fachhochschule Potsdam (FHP)]
- Trebels, Björn (2022): Elektronische Laborbücher – eine Einführung am Beispiel eLabFTW. HeFDI Data Talk. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6956569>
- Universität Münster (2020): Regeln guter wissenschaftlicher Praxis der Westfälischen Wilhelms-Universität vom 5. Mai 2020. URL: https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/www/ab_uni/ausgabe08/beitrag05.pdf (letzter Zugriff: 09.06.2023)
- Verband der Landesarchäologien (o.J.): Kommission „Umgang mit archäologischem Kulturgut“. URL: <https://www.landesarchaeologien.de/kommissionen/umgang-mit-archaeologischem-kulturgut> (letzter Zugriff: 09.06.2023)
- Wegewitz, Lienhard (2019): Dokumentation und Anleitung zum elektronischen Laborbuch (eLabFTW). URL: https://www.fdm.tu-clausthal.de/fileadmin/FDM/documents/Manual_eLab_v0.3_20200323.pdf
- ZB MED – Informationszentrum Lebenswissenschaften (o.J.): ELN-Finder. URL: <https://eln-finder.ulb.tu-darmstadt.de/home> (letzter Zugriff: 09.06.2023)
- ZB MED – Informationszentrum Lebenswissenschaften (o.J.): Vorteile eines ELN. URL: <https://www.publissso.de/forschungsdatenmanagement/dokumentieren/vorteile-eines-eln/> (letzter Zugriff: 09.06.2023)
- Zulauf, Be. & Knipprath, Ni., (2022). Erfahrungsbericht aus dem Forschungsdatenmanagement in Bezug auf elektronische Laborbücher. In: Demmler, D., Krupka, D. & Federrath, H. (Hrsg.): INFORMATIK 2022. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 1359-1363. DOI: 10.18420/inf2022_116
- Zupancic, K., Pavlek, T. & Erjavec, J. (Hrsg.) (2021): Digital Transformation of the Laboratory: a practical guide to the connected lab. Wiley-VCH. DOI: <https://doi.org/10.1002/9783527825042>