

Bausteine Forschungsdatenmanagement
Empfehlungen und Erfahrungsberichte für die Praxis von
Forschungsdatenmanagerinnen und -managern

Elektronische Laborbücher an der TU Darmstadt

Beispiel für ein strategisches Vorgehen

Christoph Marutschkeⁱ

Gerald Jaguschⁱⁱ

Marc Fuhrmansⁱⁱⁱ

Jens Freund^{iv}

2020

Zitiervorschlag

Marutschke, Christoph, Gerald Jagusch, Marc Fuhrmans und Jens Freund. 2020.
Elektronische Laborbücher an der TU Darmstadt. Beispiel für ein strategisches Vorgehen.
*Bausteine Forschungsdatenmanagement. Empfehlungen und Erfahrungsberichte für die
Praxis von Forschungsdatenmanagerinnen und -managern* Nr. 2/2020: S. 65-79. DOI:
[10.17192/bfdm.2020.2.8282](https://doi.org/10.17192/bfdm.2020.2.8282).

Dieser Beitrag steht unter einer
[Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ⁱBibliothek Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover. ORCID: [0000-0002-4810-6918](https://orcid.org/0000-0002-4810-6918)

ⁱⁱUniversitäts- und Landesbibliothek Darmstadt. ORCID: [0000-0001-9964-1112](https://orcid.org/0000-0001-9964-1112)

ⁱⁱⁱUniversitäts- und Landesbibliothek Darmstadt. ORCID: [0000-0002-9826-018X](https://orcid.org/0000-0002-9826-018X)

^{iv}Universitäts- und Landesbibliothek Darmstadt. ORCID: [0000-0001-6232-7568](https://orcid.org/0000-0001-6232-7568)

1 Zusammenfassung

Das Angebot eines Dienstes zur Führung von elektronischen Laborbüchern (ELNs) ist ein wichtiges strategisches Entwicklungsfeld für das Forschungsdatenmanagement an vielen wissenschaftlichen Einrichtungen. Der Beitrag beschreibt exemplarisch das Vorgehen der Technischen Universität (TU) Darmstadt auf diesem Gebiet. Dieses umfasst u.a. eine breit angelegte Befragung in allen MINT-Fächern am Campus und eine kleine Workshop-Serie zur Frage eines zentralen ELN-Angebots. Der Beitrag stellt das bisherige konkrete Vorgehen an der TU Darmstadt, die erzielten Ergebnisse und einen Ausblick auf weitere Handlungsmöglichkeiten dar.

2 Einleitung

Unser Beitrag widmet sich den elektronischen Laborbüchern (engl. Electronic Laboratory Notebook, kurz ELN). Die Funktion eines Laborbuchs besteht generell darin, die Arbeitsschritte von Experimenten zu dokumentieren. Erfasst werden die verwendeten Parameter, die erhobenen Größen sowie abgeleitete Daten, Schlussfolgerungen oder Ideen für Folgeuntersuchungen. In der Regel werden Datum, Bezeichnung und Ziel des Experiments, außerdem die zugehörigen Versuchsobjekte, Materialien, Reagenzien und Geräte festgehalten.

Elektronische Laborbücher finden mittlerweile in allen empirisch arbeitenden Disziplinen Verwendung, und zwar sowohl in den Laboren von Konzernen als auch im akademischen Bereich an Universitäten und Forschungseinrichtungen. Mit ihrer Hilfe können Auflagen zum Forschungsdatenmanagement erfüllt werden, die von außen an die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler herangetragen werden. Sie erlauben es, komplexe und vielschichtige Forschungsprozesse, auch aus kollektiver Projektarbeit, digital abzubilden und den Ablauf der einzelnen Arbeitsschritte zu dokumentieren. Forschungsdaten (Dateien und Metadaten) können nicht nur erhoben und gespeichert, sondern auch nachgenutzt, veröffentlicht und langzeitarchiviert werden. ELNs fungieren als nützliche Werkzeuge für das Datenmanagement (Organisation und Struktur) und können mit anderen angebotenen Services (Repositorien, Semantic-Web-Dienste) verschmelzen.

ELNs sind daher ein wichtiger Baustein in jeder FDM-Infrastruktur. Sie stellen ein wichtiges Bindeglied zwischen dem Forschungsalltag und der Forschungskultur vieler Fächer und den Ansprüchen eines FAIRen¹ Forschungsdatenmanagements dar. Gleichwohl tun sich gerade Hochschulen im Vergleich zu außeruniversitären Forschungseinrichtungen oft schwer hier zentrale Angebote aufzubauen. Die Gründe dafür sind meist eine Mischung aus Ressourcenmangel, fehlender Steuerung und einem großen, schwer überschaubaren Marktangebot verschiedenster ELN-Lösungen.

Unser Beitrag schildert das Vorgehen an der TU Darmstadt in den vergangenen drei

¹FAIR = Findable, Accessible, Interoperable, Reusable, vgl. <https://www.go-fair.org/fair-principles/>, besucht am 08.06.2020.

Jahren, geprägt von Phasen der Aktivität ebenso wie der Stagnation, je nach Verfügbarkeit von Personal für diese Aufgabe. Die Abschnitte 3 und 4 widmen sich der Planung, Durchführung und natürlich auch den Ergebnissen einer groß angelegten Umfrage unter Forschenden der TU Darmstadt in Bezug auf Nutzung und Nicht-Nutzung von ELN-Systemen. In Abschnitt 5 schildern wir das Vorgehen und die Ergebnisse von zwei halbtägigen ELN-Workshops mit Forschenden, insbesondere zur Anforderungssammlung an ein campusweites ELN-System. Abschnitt 6 bietet einen Ausblick auf die möglichen weiteren Entwicklungen an der TU Darmstadt.

Wir hoffen, dass unser Vorgehen und auch die Ergebnisse für alle FDM-Interessierten von Nutzen sind. Die Autoren freuen sich über Rückfragen und Anregungen.

3 Umfrage: Durchführung und Methode

Für die Ermittlung der Verbreitung von elektronischen Laborbüchern an der TU Darmstadt wurde vom 08.03.2018 bis zum 02.04.2018 eine Online-Befragung mit einem stark standardisierten Fragebogen durchgeführt. Zielgruppe waren alle Nutzende von Laborbüchern in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächern. Für die Umfrage wurden in den einleitenden Fragen einige wenige personenbezogene Daten erhoben (u.a. Stellung, Alter, Fachzugehörigkeit) die in Ausnahmefällen - bei kleinen Personenkreisen - eine Identifizierung ermöglicht hätten. Auf diese Möglichkeit wurden die Teilnehmenden explizit in Form einer informierten Einwilligung hingewiesen. Aus diesem Grund erfolgt die Veröffentlichung der Daten auch allein in anonymisierter und aggregierter Form.

Die technische Umsetzung der Umfrage erfolgte in Zusammenarbeit mit der Hochschuldidaktischen Arbeitsstelle der TU Darmstadt und wurde in einem internen Genehmigungsverfahren durch das Referat Personal, dem behördlichen Datenschutzbeauftragten und dem Personalrat begutachtet. Für die Erstellung der Umfrage wurde die Software EvaSys² verwendet. Der Fragebogen wurde zudem einem Vortest durch ausgewählte Forschende und Bibliotheksmitarbeitende unterzogen. Die Zielgruppe der Umfrage wurde per E-Mail über die Dekanate und das Campus-Management zur Teilnahme eingeladen.

Der Fragebogen gliederte sich in fünf Abschnitte: Einleitung, Laborbücher im Allgemeinen, Vergleich zwischen konventionellem und elektronischem Laborbuch, Forschungsdatenmanagement sowie die dazugehörigen Dienste und Angebote der TU Darmstadt. Er besteht größtenteils aus geschlossenen bzw. halb offenen Fragen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf den benötigten Funktionalitäten und den zu erwartenden Herausforderungen bzw. auf den erfahrenen Barrieren bei der Einführung eines elektronischen Laborbuchs. Nutzenden von elektronischen Laborbüchern wurden zudem einige spezielle Fragen gestellt. Dem Fragebogen vorangestellt war eine kurze Einführung in das Thema und die datenschutzrechtlich obligatorische informierte Einwilligungserklärung.

²<https://www.evasys.de>, besucht am 08.06.2020.

4 Ergebnisse der Umfrage

Zum Zeitpunkt der Umfrage waren ca. 13.000 Personen Mitglied in den Fachbereichen der Zielgruppen. Aufgrund der heterogenen Organisationsstruktur der Universität konnte jedoch kein eindeutig definiertes Auswahlverfahren durchgeführt werden. Jedes Dekanat hat selbstständig über die Weiterleitung der Einladung an Ihre Mitarbeitenden entschieden. Bei der Einladung der Studierenden über das Campus-Management wurden nur aktive Mitglieder (> 10.000 Personen) und Mailadressen bei der Domain "tu-darmstadt.de" berücksichtigt. Die Teilnahme an dieser Studie ist deshalb besonders durch die individuelle Motivation der Teilnehmenden (z. B. Interesse, Langeweile, Neugier, etc.) bestimmt und erfüllt nicht die strengen Kriterien einer zufälligen Auswahl in Hinblick auf die Grundgesamtheit.

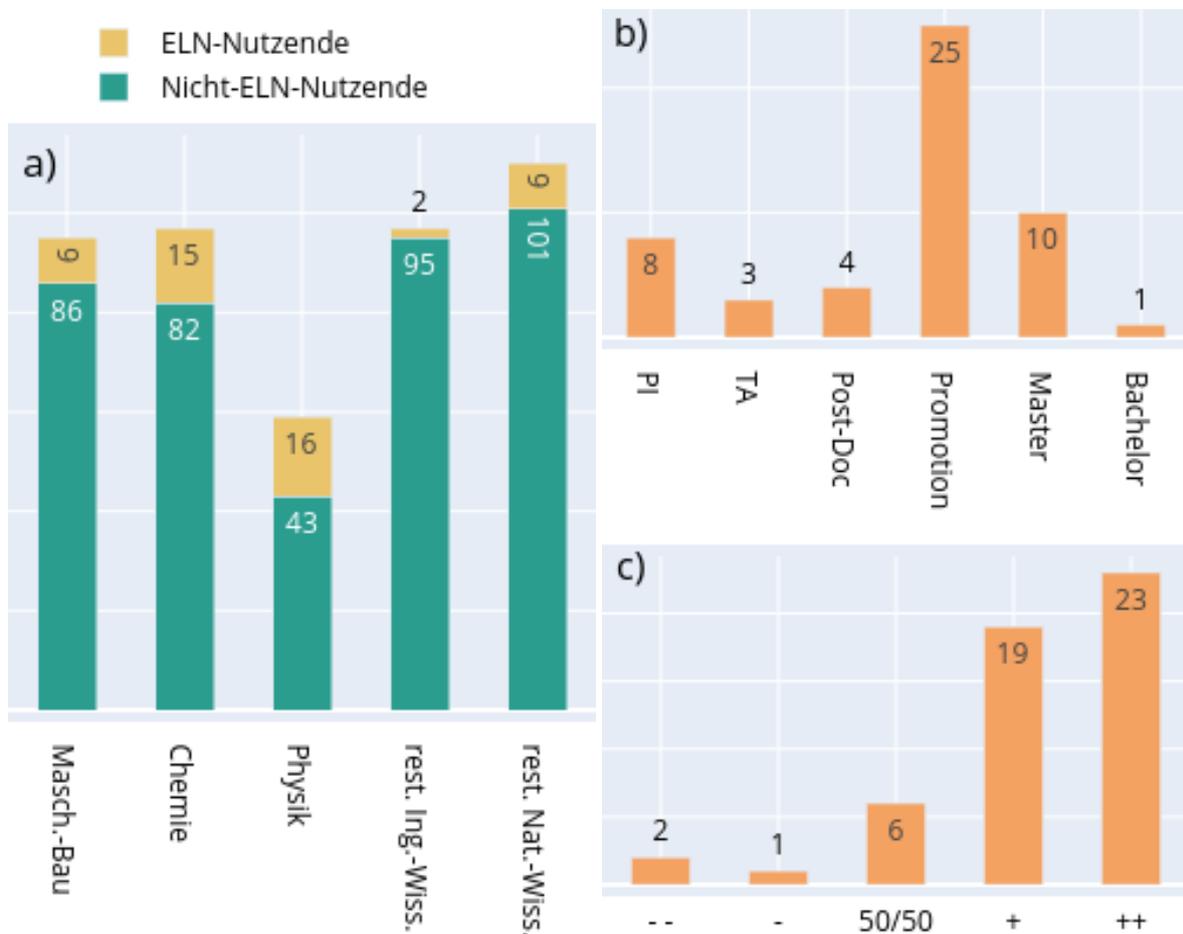


Abb. 1: a) Zusammensetzung der ELN-Nutzenden nach ihrer Fachzugehörigkeit. b) Zugehörigkeit der ELN-Nutzenden zu den verschiedenen Statusgruppen innerhalb der Universität (PI = Principal Investigator, TA = Technische Assistenz). c) genannter Anteil der praktischen Tätigkeiten in der Forschung ELN-Nutzender (++: „sehr hoch“ bis --: „nicht vorhanden“).

Insgesamt haben an der Umfrage 459 Personen teilgenommen, von denen ca. 11 % ein ELN nutzten. Der Rücklauf der Umfrage beläuft sich damit auf wenige Prozente in der Zielgruppe. Am größten ist der relative Anteil von ELN-Nutzenden in der Chemie und der Physik. Nur einen kleinen relativen und absoluten Anteil machen die Ingenieurwissenschaften und die restlichen Naturwissenschaften aus (Abb. 1a). Die postgradualen Statusgruppen (Leiter/in einer Arbeitsgruppe, Doktorand/in) haben sich am stärksten beteiligt und die Promovierenden stellen – gefolgt von den Masterstudierenden – die größte Nutzergruppe, siehe Abb. 1b. In Abb. 1c zeigt sich klar, dass es sich bei den ELN-Nutzenden um experimentell arbeitende Forschende handelt. Die Daten und Ergebnisse zur Umfrage sind in aggregierter Form öffentlich verfügbar.³

4.1 Nutzung und Zufriedenheit

Trotz der existierenden Vielfalt an ELNs ist die Anzahl der genutzten Systeme überschaubar und Microsoft OneNote⁴, eLabFTW⁵ und ELOG⁶ stehen an der Spitze (Abb. 2b). In der Kategorie "Anderes" finden wir viele Insel-Lösungen von Einzelnen, z. B. die Wiki-Funktion von GitLab⁷, Microsoft Office, Wolfram Mathematica⁸, LOGS⁹ u. a. Nur bei den speziell als ELN entwickelten Systemen liegt aufgrund der fachlichen Verteilung eine kooperative Nutzung durch eine Gruppe nahe (Abb. 2a). Nach der Zufriedenheit befragt, schöpfen die ELN-Nutzenden die Skala nicht aus und sind sehr häufig "ziemlich zufrieden" mit ihrer Wahl (Abb. 2b).

³Marutschke, Christoph, Gerald Jagusch und Marc Fuhrmans. *Daten zu: Elektronische Laborbücher an der TU Darmstadt - Beispiel für ein strategisches Vorgehen.*, 2020. <https://doi.org/10.25534/tudatalib-208.2>.

⁴<https://www.microsoft.com/de-de/microsoft-365/onenote/digital-note-taking-app>, besucht am 08.06.2020.

⁵<https://www.elabftw.net>, besucht am 08.06.2020.

⁶<https://elog.psi.ch/elog/>, besucht am 08.06.2020.

⁷<https://docs.gitlab.com/ee/user/project/wiki/>, besucht am 08.06.2020.

⁸<https://www.wolfram.com/mathematica/>, besucht am 08.06.2020.

⁹<https://logs-repository.com>, besucht am 08.06.2020.

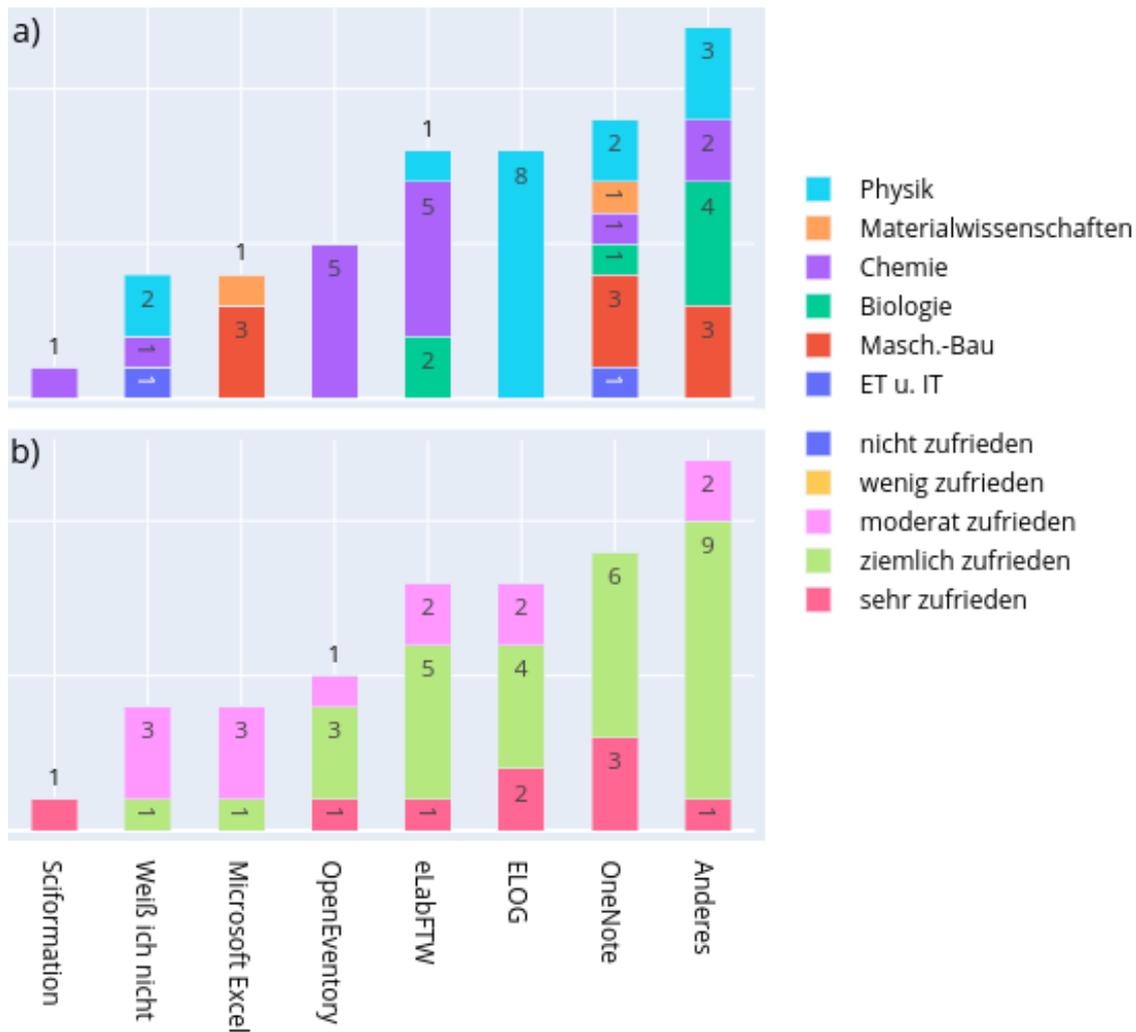


Abb. 2: a) ELN-Nutzung an der TU Darmstadt nach Fächern b) Zufriedenheit mit den genutzten ELNs anhand einer 5-stufigen Skala (von nicht zufrieden bis sehr zufrieden).

4.2 Funktionalitäten

Abb. 3 zeigt die Bewertung der Wichtigkeit von Funktionen in ELNs. Die Antworten illustrieren das breite Spektrum der erwarteten Funktionen, wobei für viele der Funktionen allerdings auch ELN-unabhängige Lösungen existieren.

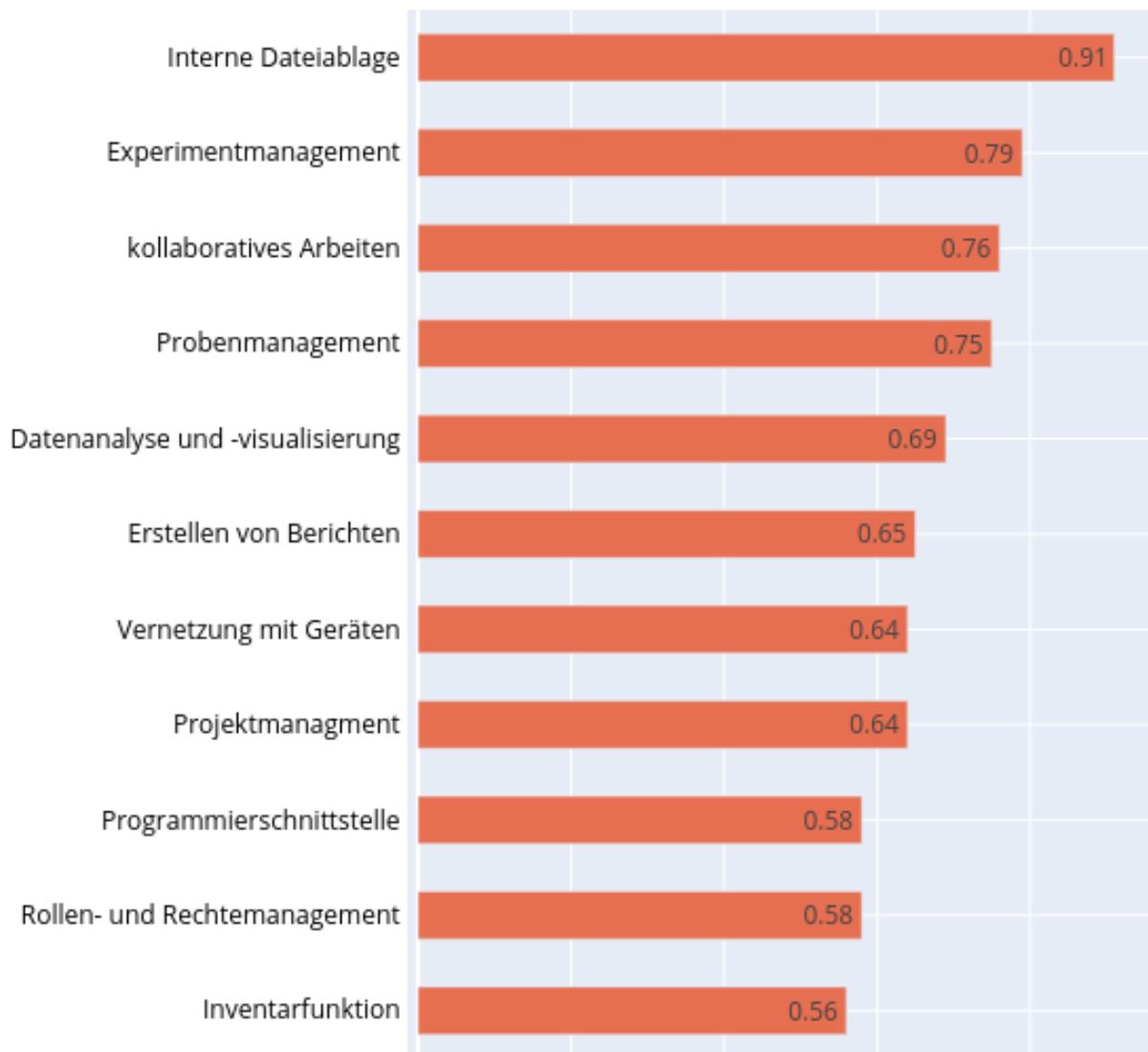


Abb. 3: Die Wichtigkeit von verschiedenen ELN-Funktionen konnten die Teilnehmenden der Umfrage mit zwingend, optional und überflüssig beantworten. Die Antworten wurden linear gewichtet und für eine leichtere Vergleichbarkeit auf den Bereich 0 (überflüssig) bis 1 (zwingend) skaliert.

4.3 Nachvollziehbarkeit und Zugangsregelungen

Die Nachvollziehbarkeit von wissenschaftlichen Aufzeichnungen ist eine wesentliche Grundlage für die Reproduzierbarkeit von Ergebnissen auf den verschiedenen Ebenen (eigene, interne und fremde Aufzeichnungen). Ein ELN kann sich dabei positiv auf die Qualität der Dokumentation auswirken (Vorlagen/Konventionen/Lesbarkeit). Dabei gehen die Teilnehmenden von einem guten Verständnis der Laborbucheinträgen vor allem innerhalb des Teams, d. h. derselben Hierarchie-Ebene – und danach beim

Betreuenden aus. Als bedeutender Vorteil für die Nutzung eines ELNs wird häufig die Möglichkeit zur orts- und zeitübergreifenden Zusammenarbeit genannt, vgl. Abb. 5. Auch von dieser Möglichkeit wird primär innerhalb eines Teams Gebrauch gemacht (vgl. Abb. 4). Externe Personen haben i. d. R. weder Zugriff noch können sie die Einträge verstehen.

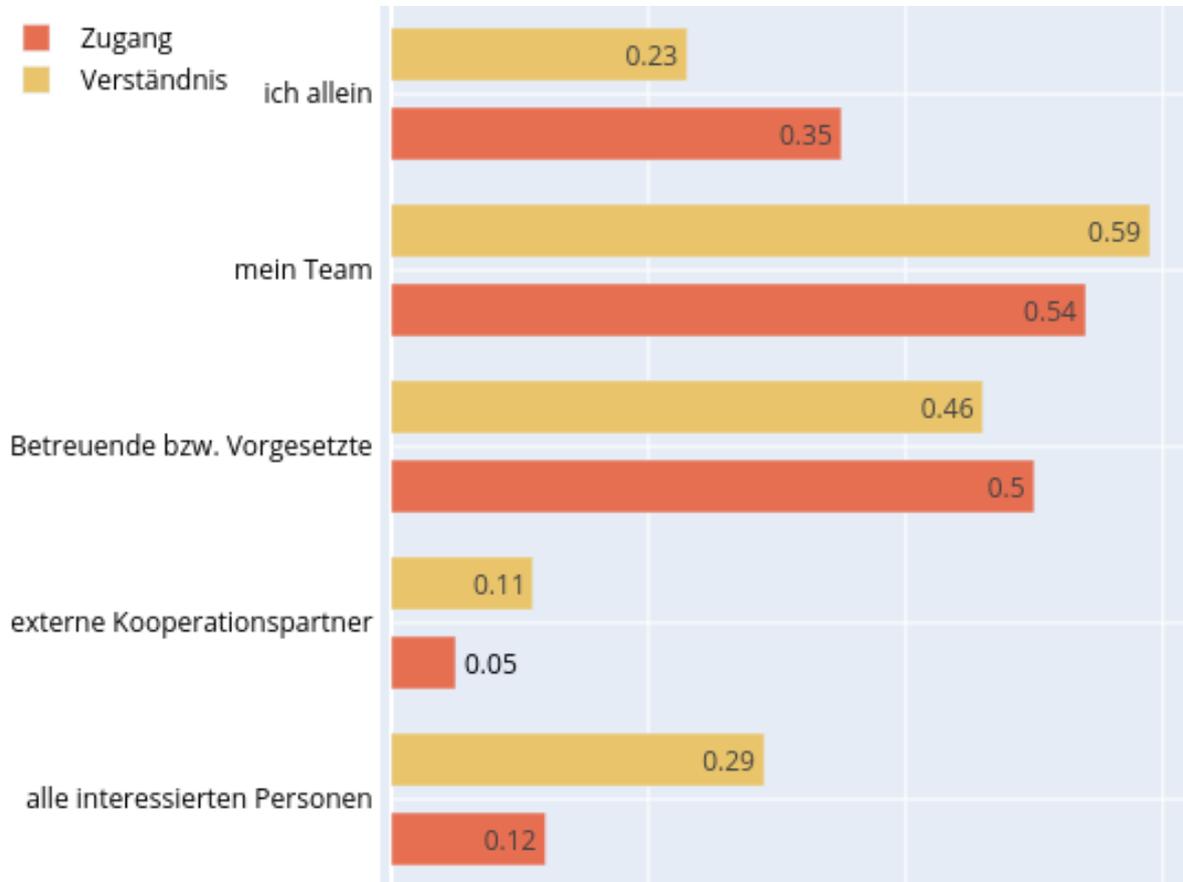


Abb. 4: Zugang zum Laborbuch der Forschenden (rot) und Einschätzung der Verständlichkeit der Einträge (gelb) für verschiedene Gruppen/Personen. Die Stimmen der Teilnehmenden wurden auf eine Skala von 0 bis 1 skaliert (Ja-/Nein-Frage).

4.4 Vergleich

In einem direkten Vergleich zwischen elektronischen und papierbasierten Laborbüchern überzeugen ELNs vor allem bei Gruppenarbeit, Archivierung sowie bei der mobilen Nutzung und Nachvollziehbarkeit und verlieren bei Zuverlässigkeit und dem Schutz vor unerlaubtem Zugriff bzw. von geistigem Eigentum. Hier macht sich das Fehlen eines rechtskräftigen Urteils zur Beweissicherheit von elektronischen Laborbüchern bemerkbar und die bestehenden Überlegungen reichen nicht für eine sichere und prak-

tische Übernahme in den Alltag aus. Bzgl. Benutzerfreundlichkeit gab es keine klar vorgezogene Lösung. Direkt befragt, äußern jedoch die wenigsten Teilnehmenden eine echte Präferenz für das ELN, d. h. es scheint die persönliche Vorliebe zu sein, die den Ausschlag für das eine oder andere gibt.

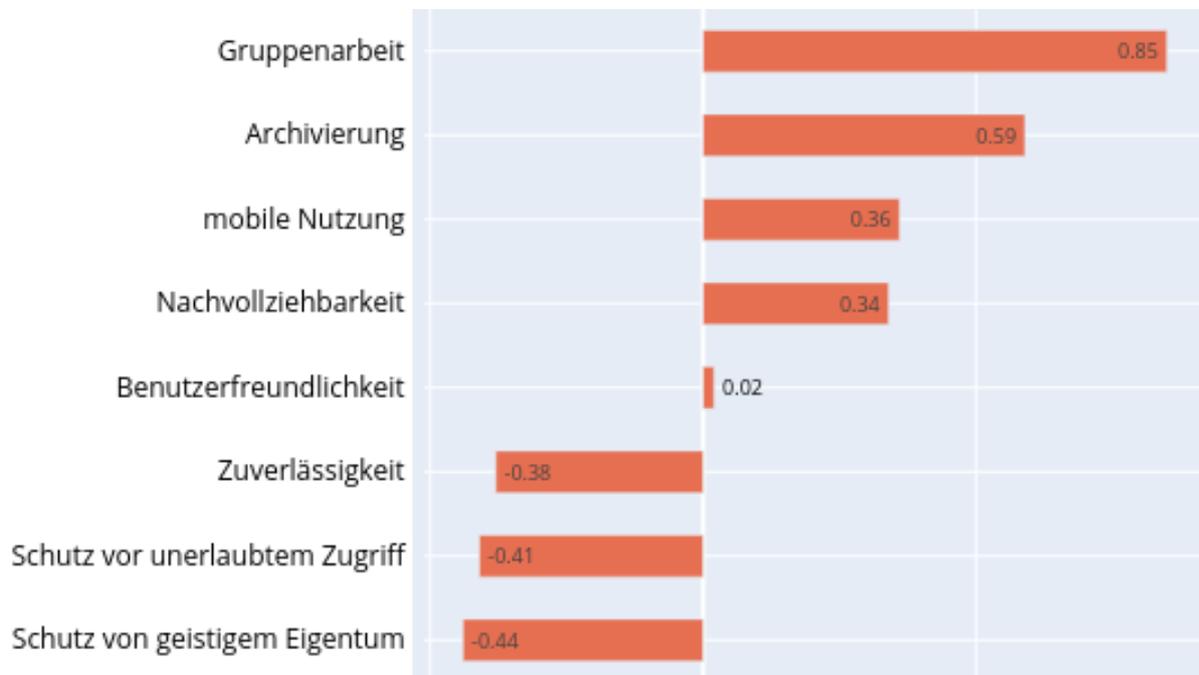


Abb. 5: Bei der Einschätzung der Befragten über die Vor- und Nachteile von ELNs konnte jeweils mit Ja, Nein oder unentschieden geantwortet werden. Die Antworten wurden auf eine Skala von +1 (ELN im Vorteil) bis -1 (ELN im Nachteil) skaliert.

4.5 Barrieren und Herausforderungen bei der Einführung

Zur Identifikation der zentralen Punkte für die erfolgreiche Einführung eines ELN wurden den Nicht-Nutzenden und Nutzenden getrennt die Fragen nach den bestandenem bzw. erwarteten Herausforderungen gestellt (vgl. Abb. 6). Die größten Herausforderungen bestanden bei der Auswahl des Systems, der dazugehörigen Schulung und dem Aufwand der Einführung selbst. Es wird deutlich, dass nur wenige Punkte als unproblematisch bzw. mit wenig Problem bewertet wurden. Die Auswahl und Implementierung der nötigen Sicherheitsfunktionen wird als größte Herausforderung gewertet (dicht gefolgt von der Kompatibilität mit bestehenden Systemen). Von besonderem Interesse sind die Punkte auf Platz zwei und drei der Nutzenden: Schulung und Aufwand. Diese Punkte belegen bei den Nicht-Nutzenden hingegen nur die beiden letzten Plätze. Es findet sich hier also eine große Diskrepanz zwischen den erwarteten und tatsächlich aufgetretenen Herausforderungen. Auffällig ist, dass die gleichen Aspekte durch Nicht-Nutzende stets als herausfordernder bewertet werden als durch Nutzende.

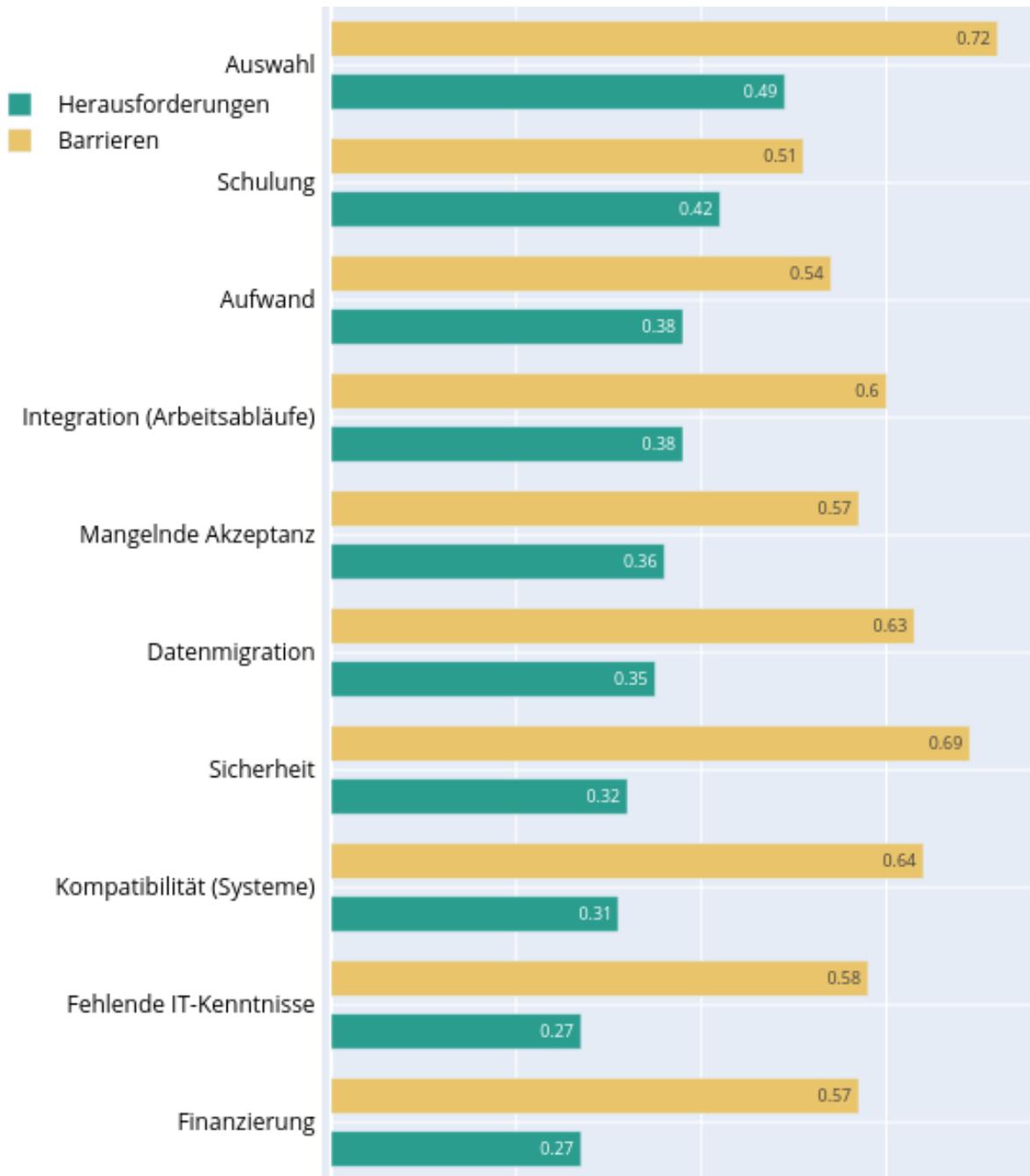


Abb. 6: Barrieren (Sicht der Nicht-ELN-Nutzenden) in gelb bzw. Herausforderungen (Sicht der ELN-Nutzenden) in grün konnten von den Teilnehmenden auf einer 5-stufigen Skala eingeschätzt werden. Die Antworten wurden linear gewichtet und für eine leichtere Vergleichbarkeit auf den Bereich 0 (wenig Probleme) bis 1 (sehr herausfordernd) skaliert.

4.6 Finanzierung und zentrale Dienstleistungen

Ein weiterer Maßstab für das Interesse und ein bedeutendes Signal für die Infrastruktureinrichtungen ist die Frage nach der Finanzierung bzw. der Bereitschaft des Einzelnen Geld für ein ELN auszugeben. Für ein zentrales Angebot sprechen sich ca. 76 % der Teilnehmenden aus (vgl. Abb. 7). Aus den Anmerkungen am Ende der Umfrage gibt es zu diesem Thema auch einige deutliche Stimmen, die besonders die Schwierigkeit betonen ein ELN zu finden, das für eine möglichst große Zahl von Nutzenden geeignet ist und dennoch hinreichend auf die disziplinspezifischen Bedürfnisse des einzelnen Forschenden zugeschnitten ist, um eine die Nutzung rechtfertigende Arbeitserleichterung darzustellen.

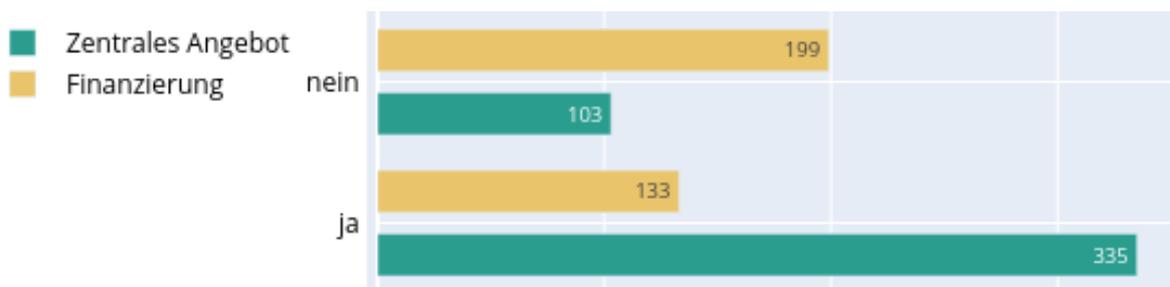


Abb. 7: Interesse an einem zentralen Angebot (grün) bzw. Bereitschaft für ein ELN Geld auszugeben (gelb) in (absoluten) Teilnehmerstimmen.

5 Workshop Bericht

Motiviert durch die große Umfragebeteiligung und das starke Interesse an einem zentralen ELN-Angebot organisierte das Forschungsdatenteam der TU Darmstadt – TUdata – zu Jahresbeginn 2020 einen zweiteiligen Workshop, an dem sich Angehörige aller MINT-Fachbereiche der TU beteiligt haben. An einem ersten Termin wurden kurze Erfahrungsberichte von ELN-Nutzenden sowie Produktvorstellungen einiger kommerzieller Systeme durch die Anbieter gegeben. An einem zweiten Termin wurden in kleineren Gruppen Anforderungen an ein ELN-System herausgearbeitet. Als Diskussionsgrundlage diente der ELN-Wegweiser der ZB MED¹⁰. Auf die Ergebnisse dieses Workshopteils soll im Folgenden näher eingegangen werden. Die Darstellung folgt den getrennt diskutierten Themengruppen.

¹⁰ZB MED (Hrsg.) 2019. "Elektronische Laborbücher im Kontext von Forschungsdatenmanagement und guter wissenschaftlicher Praxis – ein Wegweiser für die Lebenswissenschaften", Köln. <https://doi.org/10.4126/FRL01-006415715>.

5.1 Abbildbarkeit der Forschungsprozesse / Datenmodell / Suchfunktionen

Eine getrennte Erfassung und Modellierung der Ebenen i) Methode, ii) Werkzeug (Hard- und Software), iii) Untersuchungsgegenstand und iv) Datensatz (Output eines wissenschaftlichen Arbeitsschritts) mit der Möglichkeit zur gegenseitigen Verknüpfung wurde als für die vertretenen Wissenschaftsgebiete optimaler Ansatz betrachtet. Die Erstellung von unveränderlichen Vorlagen muss möglich aber nicht obligatorisch sein, eine Versionierung der nach i)-iv) modellierten Entitäten wurde als erforderlich betrachtet, eine Versionierung der Vorlagen als wünschenswert. Eine Möglichkeit zur Standardisierung durch Festlegung kontrollierter Vokabulare ist insbesondere für die Bezeichnung der Felder erforderlich, aber auch für die Werte wünschenswert, eine Beschränkung der Eingabewerte sollte zumindest bezüglich Datentypen (int, string, etc.) oder Einheit möglich sein. Neben einer Volltextsuche wurde auch eine gezielte Suche in Feldern gefordert. Die erfassten Daten müssen sich in ein strukturiertes, maschinenlesbares Format exportieren lassen.

5.2 Anbindung an vorhandene Forschungsdateninfrastruktur

Eine Anbindung des ELNs an zur Datenerzeugung und -bearbeitung genutzte Hard- und Software ist generell wünschenswert. Dabei muss gewährleistet sein, dass Metadaten in im ELN genutzte Felder überführt werden und eine gezielte Suche ermöglichen. Das System muss an vorhandene Inventar- oder Laborinformationssysteme angeschlossen sein oder diese ersetzen, doppelte Datenhaltung ist zu vermeiden. Eine Buchungsfunktion für Geräte wäre wünschenswert, ebenso ein Logbuch über deren Nutzung. Das ELN sollte über Schnittstellen verfügen, über die die Forschenden eigene Systeme anbinden können. Das ELN sollte dabei nicht nur Daten von Geräten und Software empfangen, sondern auch in anderer Richtung zu deren Steuerung verwendet werden können. Als (Not-)Lösung zur Einbindung von Infrastruktur ohne Schnittstelle wurden Videomitschnitte der Bedienung genannt. Ansonsten sollten Standardschnittstellen zum Import von Office- oder \LaTeX -Dokumenten, zur Anbindung von Smartphone-Kameras sowie zu anderen Systemen wie Git, Cloud-Storage-Systemen oder institutionellen Datenrepositorien verfügbar sein. Inhalte bereits bestehender ELNs müssen importiert werden können.

5.3 Usability / Alltagstauglichkeit / Mensch-Maschine-Schnittstelle

Das ELN muss bequeme Methoden zur Dateneingabe bieten. Neben auszufüllenden Feldern müssen auch freie Eingaben möglich sein. Zusätzlich zur Texteingabe per Tastatur müssen Skizzen via Freihand-Zeichentool eingefügt werden können, mathematische Formeln und chemische Strukturen sollten über Editoren unterstützt werden. Tabellen sollten übliche Funktionen einer Tabellenkalkulationssoftware unterstützen.

Bilder sollten eingebunden, annotiert und bearbeitet, Videos zumindest durch Verlinkung integriert werden können. Allgemein ist ein einfaches Hinzufügen externer Inhalte durch drag&drop essentiell, außerdem ist eine Sortierung von Inhalten via Ordnerstruktur wünschenswert. Für spezielle Laborumgebungen wären Zusatzfunktionen praktisch, für Glovebox-Experimente z. B. eine Diktierfunktion oder gar Sprachsteuerung oder, für Umgebungen, in denen elektronische Geräte nicht eingesetzt werden können, eine Handschriften-Texterkennung zum nachträglichen Import handschriftlicher Notizen. Essentiell ist eine gute Performance des Systems, Eingaben müssen ohne Verzögerung sofort umgesetzt werden. Das System sollte betriebssystemunabhängig, bestenfalls browserbasiert, laufen, muss aber auch offline einsetzbar sein. Ein git-ähnlicher Ansatz wäre hier denkbar. Automatisierung sollte, wo möglich, umgesetzt werden, etwa Einfügen von Zeitstempeln, Identifikation von Geräten über QR-Codes und Öffnung passender Vorlagen. Die Einträge im ELN müssen unkompliziert signiert/beglaubigt werden können. Eine einfache Exportfunktion in ein menschenlesbar speicherbares Format, z. B. PDF, muss gegeben sein.

5.4 Bereitstellungsmodell / Datenspeicherung / Einbindung der eigtl. Forschungsdaten / Performance und Stabilität

Die Bereitstellung einer zentralen Instanz ist zur Reduktion dezentraler Administrationsarbeiten wünschenswert, individuelle Anpassungen müssen aber für die Nutzenden auf Arbeitsgruppenebene möglich sein. Als Speicherort wird eine Speicherung in einer Datencloud innerhalb der eigenen Einrichtung bevorzugt, eine mit anderen Universitäten geteilte nationale Cloud wäre aber für ca. 90 % der Fälle auch möglich. Daten in einer extern kontrollierten Cloud wären hingegen ein Ausschlusskriterium. Die garantierte Speicherdauer muss 10 Jahre betragen, eine längere bis dauerhafte Aufbewahrung für Einträge zu Publikationen ist aber wünschenswert. Für andere Inhalte wären kürzere Speicherdauern sinnvoll, z. B. Einträge für Praktika. Nicht unmittelbar im ELN gespeicherte Daten müssen persistent verlinkt werden können, auch wenn sie auf einem lokalen Server im Fachbereich liegen. Eine nahezu permanente Erreichbarkeit und hohe Performanz des ELNs muss gegeben sein.

5.5 Rechte- und Rollenmanagement / Identity-Management / Funktionen für Kollaboration

Ein differenziertes Rechte- und Rollenmanagement ist erforderlich, insbesondere müssen Gäste und Alumni unterstützt werden. Rechte sollten an Gruppen und nicht an Individuen gebunden werden, Einträge müssen außerhalb des berechtigten Personenkreis komplett unsichtbar sein. Das Löschen von Einträgen bedarf besonderer Regelungen. Neben Personen müssen auch Geräte mit IDs und nutzerähnlichen Rechten ausgestattet werden können. Identitätsmanagement muss Personen über ihre Verweildauer an

der Universität hinaus identifizieren (auch Gäste), ebenso muss die Zugänglichkeit der Daten auch nach Weggang des Erzeugers für die Gruppenleitung bzw. das Fachgebiet gewährleistet sein. Kollaborativer und simultaner Zugriff auf Seiten ist erforderlich, die Verantwortlichkeit für Änderungen muss aber nachvollziehbar bleiben.

5.6 Kosten und Aufwände / Betriebsmodelle / Regulatorische Anforderungen und Beweissicherheit

Kosten für ein ELN könnten nur aus Grundbudgets der Fachgebiete bestritten werden, die Bereitschaft dazu wird aber als nicht gegeben eingeschätzt. Lokale Aufgaben wie Administration oder Schulungen könnten aber von Personal der Fachgebiete geleistet werden. Generell werden Open-Source-Produkte bevorzugt. Diese sollten eine große Community haben, in der sich auch kommerzielle Partner befinden, die gegen Bezahlung Support und Implementierung von Zusatzfunktionen leisten können. Ein zentraler Betrieb eines Campus-ELNs fand klare Befürwortung. Es muss sichergestellt sein, dass das genutzte ELN regulatorische Anforderungen wie die Gute Laborpraxis¹¹ und andere Dokumentationspflichten erfüllt. Das ELN sollte als Mindestmaß dieselbe Beweissicherheit wie ein Papier-Laborbuch (Privat-Urkunde) aufweisen.

6 Ausblick

Das TUdata-Team verfolgt ausgehend von Umfrage und Workshops weitere Schritte zum Aufbau von Wissen und Kompetenz im Bereich elektronischer Laborbücher.

Zunächst haben wir das Thema durch eine breite Marktübersicht mit Erfassung von ELN-Systemen in einer internen Datenbank gemäß eines eigenen Kriterienkatalogs weitergeführt. Inzwischen beteiligt sich die ULB Darmstadt an einer Kooperation mehrerer Einrichtungen, die versucht ELN-Systeme standardisiert zu beschreiben und Informationen so leicht verfügbar und vergleichbar zu machen.

Ein weiteres Ergebnis der Workshops ist die Etablierung eines Kreises aus Forschenden und FDM-Personal, der zum einen den weiteren Prozess beraten und rückkopeln und zum anderen den Austausch zwischen Interessierten und ELN-Nutzenden am Campus verbessern soll. Dieser Kreis besteht aus Forschenden mit aktiver Laborpraxis und Vertretern der FDM-Arbeitsebene. Dazu kommt ein campusoffener Mailverteiler zum Thema ELNs.

Klar ist aber, dass ohne einen expliziten Ressourceneinsatz der lokale ELN-Prozess nicht weiter in die Tiefe gehen kann. Basierend auf dem bisher Erreichten plant die

¹¹OECD. *OECD Series on Principles of Good Laboratory Practice (GLP) and Compliance Monitoring - OECD*. Zuletzt geprüft am 08.05.2020. <http://www.oecd.org/chemicalsafety/testing/oecdseriesonprinciplesofgoodlaboratorypracticeglpandcompliancemonitoring.htm>.

TU Darmstadt daher derzeit den Aufbau eines zentralen campusweit nutzbaren ELN-Services, wenn möglich unter Nutzung von Open-Source-Software. Finanzierungsmöglichkeiten dazu bietet z. B. der Digitalpakt der hessischen Hochschulen.¹² Wir kooperieren dabei weiterhin eng im Verbund "Hessische Forschungsdateninfrastrukturen"¹³ mit anderen Hochschulen in Hessen.

¹²*Hessischer Digitalpakt Hochschulen*. Zuletzt geprüft am 18.05.2020. https://wissenschaft.hessen.de/sites/default/files/media/hmwk/digitalpakt_hessen_v9.pdf.

¹³*HeFDI - Hessische Forschungsdateninfrastrukturen*. Zuletzt geprüft am 18.05.2020. <https://www.uni-marburg.de/de/hefdi>.