

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

Elektronische Laborbücher in ingenieurwissenschaftlichen Praktika – mehr als nur Werkzeuge zur Dokumentation?

Florian Straußⁱ

Christoph Klaasⁱⁱ

Nils Krethⁱⁱⁱ

2023

Zitiervorschlag

Strauß, Florian, Klaas, Christoph und Nils Kreth. 2023. Elektronische Laborbücher in ingenieurwissenschaftlichen Praktika – mehr als nur Werkzeuge zur Dokumentation?. *Bausteine Forschungsdatenmanagement. Empfehlungen und Erfahrungsberichte für die Praxis von Forschungsdatenmanagerinnen und -managern* Nr. 5/2023: S. 2-12. DOI: [10.17192/bfdm.2023.5.8365](https://doi.org/10.17192/bfdm.2023.5.8365).

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

ⁱTechnische Universität Clausthal. ORCID: [0000-0003-0168-0450](https://orcid.org/0000-0003-0168-0450)

ⁱⁱTechnische Universität Clausthal.

ⁱⁱⁱTechnische Universität Clausthal.

Abstract

Die Anwendung elektronischer Laborbücher in der Lehre ist ein aufkommendes Thema, nicht nur im Umfeld der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur. An der Technischen Universität Clausthal wird im Praktikum zur Hochspannungstechnik das elektronische Laborbuch eLabFTW genutzt. Über die reine Dokumentation hinaus werden den Studierenden Aspekte nahezu des gesamten Forschungsdaten-Lebenszyklus vermittelt. Hierzu werden Angebote zum Eigenstudium von Forschungsdatenmanagement-Grundlagen gemacht, deren Inhalte bei den jeweiligen Versuchen direkt eingesetzt werden sollen. Dies geschieht parallel zum traditionellen Praktikumsablauf mit aufeinander aufbauenden Versuchen, die einem klassischen Forschungsprozess nachempfunden sind. Theoretische Inhalte werden so direkt mit der Praxis verknüpft. Das Konzept wurde von Mitarbeitenden des Instituts für Elektrische Energietechnik und Energiesysteme entworfen und wird gemeinsam mit der Servicestelle Forschungsdatenmanagement kontinuierlich evaluiert. Nachdem die ersten beiden Jahrgänge das Praktikum absolviert hatten, wurden die teilnehmenden Studierenden im Rahmen einer Umfrage um eine Evaluation gebeten. Die Fragen thematisierten die Nutzung des elektronischen Laborbuchs, aber auch das Forschungsdatenmanagement. Es wurden die Antworten von 11 Studierenden ausgewertet. Eine statistische Signifikanz ist somit nicht gegeben, es werden keine allgemeingültigen Aussagen formuliert. Die Umfrageergebnisse, die direkt geäußerten Kritikpunkte sowie die darauf basierenden Überlegungen werden im Rahmen dieses Artikels vorgestellt. Zusätzlich wird sich daraus ableitbares Verbesserungspotenzial aufgezeigt.¹

1 Einleitung

Elektronische Laborbücher (ELN, *Electronic Laboratory Notebooks*) sind bereits heute in vielen Laboren und in der Wirtschaft anzutreffen. Sie können aber auch für ingenieurwissenschaftliche Praktika ein interessantes Werkzeug darstellen. Ein ELN kann analog zur klassischen Papiervariante genutzt werden, um Studierenden zu vermitteln, wie man gemäß der guten wissenschaftlichen Praxis dokumentiert. Der Nutzen kann jedoch weit über die reine Dokumentation der erhobenen Forschungsdaten hinausgehen.

Die Vermittlung von Grundkenntnissen zum Thema Forschungsdatenmanagement (FDM) fokussiert sich in den meisten Initiativen auf die Zielgruppe der Forschenden. Um jedoch möglichst früh ein Problembewusstsein für FDM zu schaffen, sollten bereits Studierende mit dem Thema vertraut gemacht werden. Wünschenswert ist eine curriculare Einbindung von FDM-Grundlagen, verbunden mit den jeweiligen fachspezifischen Kenntnissen, möglichst bereits im Master- oder sogar im Bachelorstudium. Im deutschsprachigen Raum sind den Autoren hierzu zwei unterschiedliche Ansätze

¹Anm. d. Red.: Der vorliegende Beitrag wurde bereits Ende 2021 bei *Bausteine Forschungsdatenmanagement* eingereicht und berücksichtigt daher noch nicht die Entwicklungen ab 2022.

bekannt. Zum einen beschreiben Wiljes und Cimiano die seit 2013 an der Universität Bielefeld etablierte Einbindung eines englischsprachigen Angebots als interdisziplinäre Wahlveranstaltung.² Diese ist keinem (Master-)Studiengang zugeordnet, bietet aber die Möglichkeit, Credit Points zu erwerben. Hierbei werden über 15 Wochen in jeweils 1,5 h pro Veranstaltung Theorie und Hands-on-Elemente verknüpft. Zu diesen Elementen zählen im Rahmen einer der Veranstaltungen auch ELN. Einen anderen, deutlich fachspezifischen Ansatz enthält ab dem Wintersemester 2021 die neue Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Maschinenbau an der TU Darmstadt.³ Hier werden die Studierenden bereits in Veranstaltungen des ersten Semesters mit den Grundlagen der digitalen Forschung bekanntgemacht. In jedem der sechs Semester werden digitale Methoden vermittelt, die den späteren Labor- und Berufsalltag im Fachbereich Maschinenbau bzw. den Ingenieurwissenschaften grundsätzlich prägen. Im fünften Semester sollen die Studierenden im Modul „Praktikum Digitalisierung“ ihre bis dahin erworbenen Kenntnisse zum FDM anwenden. Konkret bezieht sich das Modulhandbuch an dieser Stelle auf die FAIR-Prinzipien, den Datenlebenszyklus und Datenqualität. Ziel ist es, dass „[d]ie Studierenden lernen[,] innerhalb der Lehrveranstaltung das systematische Vorgehen in allen Phasen eines Versuches (Hypothese – Planen – Messen – Auswerten – Bewerten)“ zu beachten.⁴ Besonders innovativ hinsichtlich des ELN-Einsatzes ist die angegebene Prüfungsform: „Digitales Laborbuch als Portfolio“. Diese Neuausrichtung des Studiengangs steht auch im Einklang mit dem in der NFDI4Ing formulierten Ziel der „Förderung von Datenkompetenz durch Aus- und Weiterbildung von Beginn an“ als einem der drei auf die Community bezogenen Schwerpunkte.⁵

Eine derartige Einbindung des FDM existiert an der TU Clausthal derzeit noch nicht. Allerdings stellt die Universität im Rahmen ihres Serviceportfolios zum FDM den Studierenden und Forschenden eine Instanz der Open-Source-Software eLabFTW⁶ als ELN zur Verfügung. Nach etwa zwei Jahren gewinnt das Angebot zunehmend an Zuspruch und ist auf 199 Nutzer*innen in 27 Teams angewachsen, wovon 16 Teams bereits produktiv mit dem Laborbuch arbeiten. In Eigeninitiative haben einige wissenschaftliche Mitarbeitende bereits begonnen, das ELN für die Protokollierung in ingenieurwissenschaftlichen Praktika zu nutzen, bevor die Servicestelle FDM überhaupt mit der Idee an sie herantreten konnte. Umso erfreulicher ist es, dass im ersten derartig etablierten Praktikum an der TU Clausthal auch die Grundlagen des FDM in einer kompakten Form vermittelt werden. Das ELN dient jedoch nicht durchgehend als Protokollersatz,

²Wiljes, Cord, und Philipp Cimiano. „Teaching Research Data Management for Students“. *Data Science Journal*, Nr. 18/1 (2019): 38. <https://doi.org/10.5334/dsj-2019-038>.

³Fachbereich Maschinenbau TU Darmstadt, „Modulhandbuch Bachelor Maschinenbau TU Darmstadt“, zugegriffen 8. Juni 2021, <https://www.maschinenbau.tu-darmstadt.de/studieren/downloads/index.de.jsp>.

⁴Fachbereich Maschinenbau TU Darmstadt: "Modulhandbuch".

⁵Bronger, Torsten, Demandt, Évariste, Heine, Ina, Kraft, Angelina, Preuß, Nils, und Annett Schwarz. „Die Nationale Forschungsdateninfrastruktur für die Ingenieurwissenschaften (NFDI4Ing)“. *Bausteine Forschungsdatenmanagement*, Nr. 2 (2021): 110-123. <https://doi.org/10.17192/bfdm.2021.2.8329>.

⁶<https://www.elabftw.net>, zugegriffen 27. August 2021.

wie an der TU Darmstadt vorgesehen. In einem der Teilversuche wird das Laborbuch etwa durch ein gesondertes schriftlich ausformuliertes Protokoll ergänzt.

Die Verwendung von ELN als Hilfsmittel in Praktika ist international betrachtet keine neue Entwicklung. Die Digitalisierung von Laborbüchern ist in den Lebenswissenschaften und auch in der Industrie schon zu einem Standard geworden.⁷ Im Bereich der technischen Natur- und Ingenieurwissenschaften finden sich in internationalen Studien viele Erfahrungen mit dem Einsatz von ELN in Praktika. Die Bandbreite der dabei eingesetzten Software erstreckt sich von klassischen Notiz-Apps wie Microsoft OneNote⁸ oder Evernote hin zu eigentlich anders ausgelegten Softwarelösungen wie Google Drive⁹ oder Lernmanagementsystemen¹⁰, schließt aber auch kommerzielle Laborbuch-Produkte wie z. B. LabArchives¹¹ mit ein. In zahlreichen Studien zeigte sich, dass die Einführung von ELN von den Studierenden mit großer Mehrheit positiv aufgenommen wurde, abhängig vom genutzten System jedoch mit verschiedenen Beanstandungen. Eine Studie, bei der OneNote in einer „undergraduate engineering facility“ eingesetzt wurde, kommt zu dem Ergebnis, dass ein ELN prinzipiell zur Schulung der Datenkompetenz der Studierenden geeignet ist.¹² In einer anderen Veröffentlichung wird der Kurs „Introduction to Engineering Design“ mit einem als ELN genutzten Lernmanagementsystem beschrieben.¹³ Auch hier wird untersucht, ob das bisher klassisch auf Papier geführte Laborbuch durch sein digitales Pendant ersetzt werden kann. Unter anderem gibt der Autor als ein Ziel der Studie an, dass die Studierenden neben dem Umgang mit dem elektronischen Hilfsmittel auch die Organisation in gemeinsam forschenden Gruppen erlernen sollen. Nahezu in allen Studien wird außerdem der Vorteil der einfachen Einbindung von Fotos (z. B. der Versuchsaufbauten) als

⁷Riley, Erin M., Hattaway, Holly Z., und P. Arthur Felse. „Implementation and Use of Cloud-Based Electronic Lab Notebook in a Bioprocess Engineering Teaching Laboratory“. *Journal of Biological Engineering*, Nr. 11/1 (2017): 40. <https://doi.org/10.1186/s13036-017-0083-2>.

⁸Cooke, N. J., Robbins, P. T., Lodge, J. M., Shannon, I., Hawwash, K. I. M., und J. M. Lodge. „Recommendations for Electronic Laboratory Notebooks in Undergraduate Engineering Faculty: A Student-Led Case Study“. In *Proceedings of the 45th SEFI Annual Conference 2017 - Education Excellence for Sustainability*, 551-558. <https://research.birmingham.ac.uk/portal/en/publications/recommendations-for-electronic-laboratory-notebooks-in-undergraduate-engineering-faculty\5e5cefe3-3223-48ea-9ec3-e9ceee6a2904.html> (zugegriffen 6. Juni 2023).

⁹Weibel, Jason D. „Working toward a Paperless Undergraduate Physical Chemistry Teaching Laboratory“. *Journal of Chemical Education*, Nr. 93/4 (2016): 781-784. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00585>.

¹⁰Aoyagi, Daisuke. „No-Cost Implementation of Electronic Lab Notebooks in an Intro Engineering Design Course“. In *2018 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings*, 30841. <https://doi.org/10.18260/1-2--30841>.

¹¹Eblen-Zayas, Melissa. „Comparing Electronic and Traditional Lab Notebooks in the Advanced Lab“. In *2015 Conference on Laboratory Instruction Beyond the First Year*, 28-31. <https://doi.org/10.1119/bfy.2015.pr.007>.

¹²Cooke et al. „Recommendations for Electronic Laboratory Notebooks in Undergraduate Engineering Faculty“.

¹³Aoyagi. „No-Cost Implementation of Electronic Lab Notebooks in an Intro Engineering Design Course“.

ein großer Vorteil gegenüber den vorher auf Papier angefertigten Skizzen genannt.¹⁴

Die Verwendung von eLabFTW als ELN in einem Praktikum am Institut für Elektrische Energietechnik und Energiesysteme der TU Clausthal ist also kein Novum. Was den Ansatz so besonders macht, ist die gleichzeitige Vermittlung von Grundkenntnissen des FDM im Rahmen von Selbstlernangeboten.

2 Das Praktikum Hochspannungstechnik

Das Praktikum Hochspannungstechnik wird als Wahlpflichtfachlabor für Studierende mit elektrotechnischen Schwerpunkten in Masterstudiengängen angeboten. In vier inhaltlich aufeinander aufbauenden Versuchen werden Grundkenntnisse im Umgang mit der Hochspannungstechnik vermittelt.¹⁵ Stufenweise aufeinander aufbauend werden in den Versuchen zudem Kenntnisse zum FDM vermittelt. In den Angaben zur Lernorganisation schreiben die ausrichtenden Mitarbeiter*innen: „Nach Abschluss des Praktikums Hochspannungstechnik können die Studierenden Laborversuche strukturiert planen, durchführen, protokollieren und die Messwerte aufbereiten, auswerten und diskutieren (Versuchsplanung, Laborbuch, Messdatenaufbereitung und -auswertung und vollständiges Versuchsprotokoll).“¹⁶ Bezieht man den korrekten Umgang mit den Messdaten und deren ordentliche Ablage in Projektordnern mit ein, werden dabei die ersten 4 Segmente des Forschungsdatenlebenszyklus in Abbildung 1 abgedeckt. Je weiter die Studierenden im Praktikum fortschreiten, desto weniger Struktur wird von Seiten der Betreuenden vorgegeben. Diese Struktur soll dann mit Hilfe der erworbenen FDM-Kenntnisse geschaffen werden.

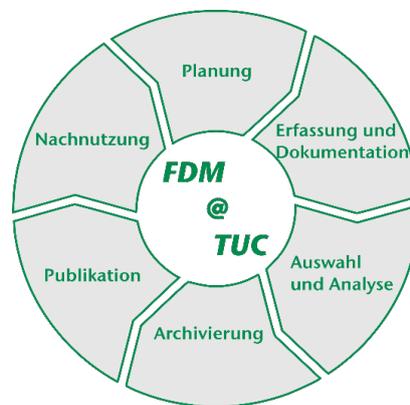


Abbildung 1: Forschungsdatenlebenszyklus an der TU Clausthal

¹⁴Eblen-Zayas. „Comparing Electronic and Traditional Lab Notebooks in the Advanced Lab“.

¹⁵Beck, Hans-Peter, Wehrmann, Ernst-August, Klaas, Christoph, und Nils Kreth. „Praktikum Hochspannungstechnik (S 8855): Theorie und Versuchsanleitungen“. Publikationsserver der TU Clausthal, 2021. <https://doi.org/10.21268/20210817-0>.

¹⁶Das Zitat entstammt der nicht-öffentlichen Stud.IP-Seite der Veranstaltung. Die formulierten Lernziele lassen sich jedoch auch aus dem bereits zitierten Praktikumsskript ableiten.

Die Lernziele der einzelnen Versuche hinsichtlich der FDM-Vermittlung sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Teilversuch	Lernziel
1	Kenntnis der Grundsätze eines Laborbuchs und dessen korrekte Führung (welche Informationen werden dokumentiert, Abweichungen und Fehler nicht unterschlagen, Archivierung von Laborbüchern zur weiteren Reproduzierbarkeit)
2	Grundlagen des FDM, besonders das nachvollziehbare, eindeutige und strukturierte Speichern und Archivieren von Daten
3	Auf Basis der ELN-Einträge können „... die Teilnehmenden ein nachvollziehbares und präzise[s] Protokoll verfassen.“
4	Versuchsdurchführung planen, Versuch aufbauen, durchführen und auswerten

Tabelle 1: Lernziele der Teilversuche, wie sie dem Praktikumsskript zu entnehmen sind¹⁷

Zu Teilversuch 1 werden den Studierenden – ausgehend von den Homepages der Universität zum FDM¹⁸ – Anreize zur tiefergehenden Recherche angeboten. Explizit wird ebenfalls auf die dort auffindbaren Informationen zum eingesetzten ELN eLabFTW und allgemeine Informationen zum Führen eines Laborbuchs auf den Homepages anderer Hochschulen verwiesen. In diesem Versuch erhalten die Studierenden noch Beispieltabellen für die Erfassung der Daten, die weiteren Teilversuche müssen dann selbst strukturiert aufbereitet werden. Die hier vermittelten Inhalte sind dem Segment „Erfassung und Dokumentation“ des Forschungsdaten-Lebenszyklus zuzuordnen.

Im Teilversuch 2 werden grundsätzliche Informationen zur Erfassung von Messdaten erläutert. Hierzu wird auf weiterführende Lektüre verwiesen, die institutionelle Leitlinien beispielhaft erläutert. Das Informationsportal forschungsdaten.info¹⁹ wird den Studierenden als mögliche Quelle genannt. Die Studierenden müssen außerdem auf die Vergabe von Metadaten, die Wahl der Dateinamen und die Struktur der Ablage achten. Die Daten müssen als Rohdaten und zusätzlich im ausgewerteten Zustand mitgeliefert werden. Die Bearbeitungsschritte sollen explizit dokumentiert werden, so dass die einzelnen Zwischenschritte nachvollziehbar sind. Die vermittelten Inhalte sind dem Segment „Auswahl und Analyse“ zuzuordnen. Aspekte der Archivierung von Forschungsdaten werden über Dateinamenskonventionen und Speicherorte zudem am Rande erwähnt.

In Teilversuch 3 sollen die Studierenden die Inhalte der Dokumentation im Laborbuch nutzen, um ein schriftliches Protokoll des Versuchs zu erstellen. Es wird kein direkter

¹⁷Beck et al. „Praktikum Hochspannungstechnik (S 8855)“.

¹⁸<https://fdm.tu-clausthal.de>, zugegriffen 16. Januar 2022.

¹⁹<https://forschungsdaten.info>, zugegriffen 16. Januar 2022.

Bezug zum FDM hergestellt. Stattdessen dienen die eigenen Daten als Anschauungsmaterial dafür, wie die Qualität der Dokumentation sich auf die Vollständigkeit eines Versuchsprotokolls auswirkt. Entsprechend sind hier inhaltlich die bisher vermittelten Segmente wiedererkennbar.

Im Teilversuch 4 sind die Studierenden bereits sehr nah am tatsächlichen Forschungsprozess. Die Hinweise zur Durchführung beschränken sich darauf, dass alle Ergebnisse und ggf. Änderungen im Laborbuch festgehalten werden sollen. Es wird also erwartet, dass die zuvor zur Vermittlung angebotenen Inhalte umgesetzt werden. Zusätzlich kommt das initiale Segment des Lebenszyklus zum Tragen: die Versuchs-„Planung“.

In den ersten beiden Durchläufen dieses Modells wussten die Studierenden nicht, wie das Protokoll bzw. die Führung des Laborbuchs detailliert in die Bewertung des Praktikums einfließt. Dies zu kommunizieren und feste Abgabetermine für die Laborbucheinträge festzulegen, wird von den Betreuenden für zukünftige Gruppen erwogen. Derzeit muss das Protokoll des vorhergehenden Versuchs nicht erstellt sein, bevor man den darauffolgenden Versuch durchführt. Eine entsprechende Pflicht würde eine Qualitätskontrolle durch die Betreuenden ermöglichen. Zum Beispiel könnten sie bei der frühzeitigen Problemerkennung helfen und die Qualität der Protokolle steigern.

3 Evaluation der ELN-Nutzung

Nach den ersten beiden Praktikumsdurchläufen wurde in Zusammenarbeit der FDM-Stelle mit den Betreuenden eine Umfrage unter den Teilnehmenden durchgeführt.²⁰ Die Fragen orientierten sich an den in der Literatur verfügbaren Fragebögen bereits durchgeführter Praktika.²¹ Die Umfrage wurde in der LimeSurvey-Instanz der TU Clausthal aufgesetzt und über einen Zeitraum von vier Wochen durchgeführt. Insgesamt enthält die Umfrage elf Fragen, davon drei Entscheidungsfragen mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten, drei Freitextfragen sowie fünf Fragen, die auf einer fünfteiligen Likert-Skala beantwortet wurden. Befragt wurden die Praktikumssteilnehmenden der beiden bisherigen Durchläufe, es fand dabei keine Trennung nach Durchläufen statt. Maximal wären so 23 Antworten zu erwarten gewesen. Bis zum Ende des Befragungszeitraums wurden von insgesamt 17 Teilnehmenden 11 Fragebögen bis mindestens Frage 8 ausgefüllt, so dass nur die Freitextfragen unausgefüllt blieben. Trotz des geringen Rücklaufs lassen sich Rückschlüsse sowohl für die kommenden Durchläufe des Praktikums als auch zur Konzeption weiterer Angebote ziehen. Valide statistische Aussagen sind allerdings auf dieser Zahlenbasis nicht möglich.

²⁰Strauß, Florian, Klaas, Christoph, und Nils Kreth. „Datensatz zu ‚Elektronische Laborbücher in ingenieurwissenschaftlichen Praktika – mehr als nur Werkzeuge zur Dokumentation?‘“. Publikationsserver der TU Clausthal, 2021. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:104-20211112-00000-1>.

²¹Unter anderem Aoyagi. „No-Cost Implementation of Electronic Lab Notebooks in an Intro Engineering Design Course“.

Acht der elf Befragten hatten vor dem Praktikum noch nicht mit einem ELN gearbeitet. Da Praktika in den Ingenieurstudiengängen auch im Bachelorstudium durchgeführt werden müssen, sollten allerdings die Grundzüge der Dokumentation (auf Papier) bekannt sein. Gerade auch darum ist es erfreulich, dass nur noch 2 Antwortende nach Abschluss des Praktikums weiter zum klassischen Papierlaborbuch greifen würden (vgl. Abbildung 2). Vier Personen sind überzeugt von der Nutzung eines ELN, während fünf weitere es von der jeweiligen Situation abhängig machen, womit sie dokumentieren. Von den beiden Personen, die weiterhin Papierlaborbücher nutzen wollen, hatte eine Person bereits Erfahrung mit einem ELN, die andere nicht. Beide Personen stimmen allerdings der Aussage zu, FDM sei ein wichtiges Thema. Die Person ohne Erfahrung mit ELN schildert in den weiter unten diskutierten Freitextfragen generell eher schlechte Erfahrungen mit dem ELN.

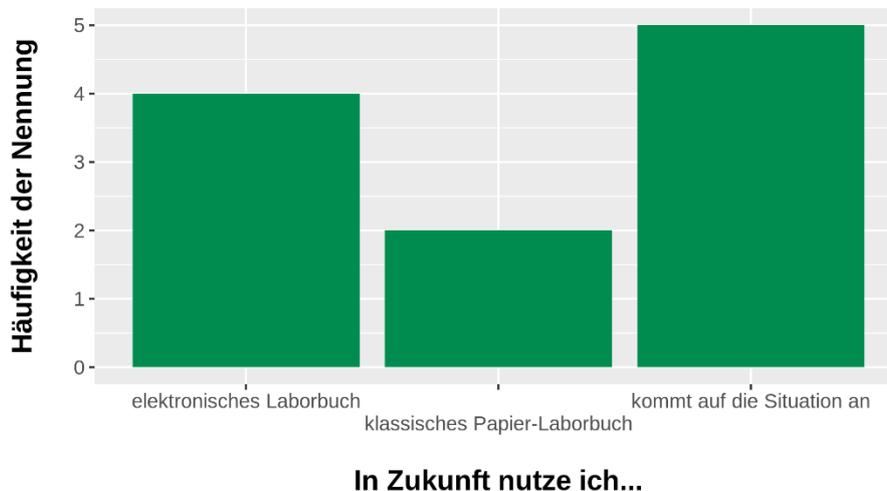


Abbildung 2: Auswertung zu der Frage, welche Dokumentationsmethode nach Abschluss des Praktikums präferiert wird

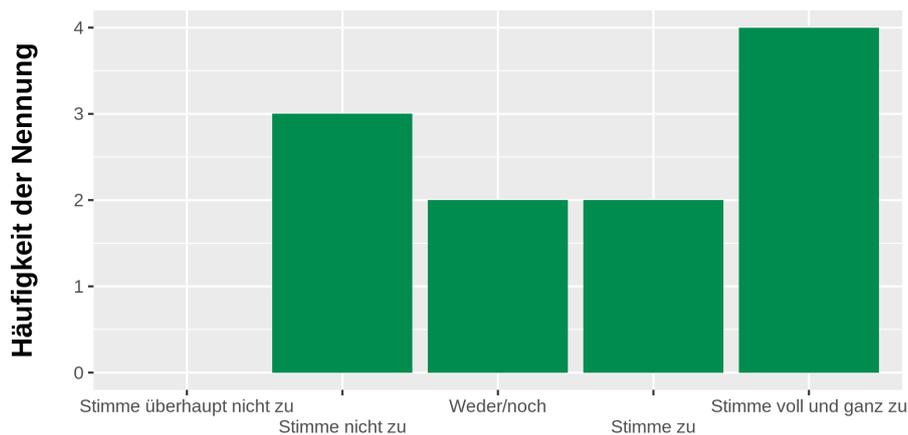
Bei den auf einer Likert-Skala von „Stimme überhaupt nicht zu“ (entspricht einem Wert von 1) bis „Stimme voll und ganz zu“ (entspricht einem Wert von 5) zu beantwortenden Fragen entfallen bei allen fünf Fragen die meisten Nennungen auf den höchsten Zustimmungswert. Auch die berechneten Durchschnittswerte liegen durchgehend deutlich über dem mittleren Wert von 3 („Weder/noch“) (vgl. Tabelle 2).

Zwei Werte fallen besonders auf: Zum einen wurde die Frage nach der Wichtigkeit von FDM mit keiner Einschätzung unter 3 („Weder/noch“) versehen – vier Personen antworteten mit „Stimme zu“ bzw. mit „Stimme voll und ganz zu“. Bei der Frage nach der Thematisierung von FDM im Vorfeld gaben nur fünf Teilnehmende an, dass das Thema ihnen bereits im Vorfeld vermittelt wurde. Der hier gewählte Ansatz erscheint also erfolgversprechend. Zum anderen überrascht der recht niedrige Zustimmungswert für eine einleitende Veranstaltung zum Umgang mit dem ELN (vgl. auch Abbildung 3). Dies scheint allerdings mit dem vergleichsweise hohen Wert bei der Zustimmung

Frage	Mittelwert
Das hier zur Verfügung gestellte ELN eLabFTW war einfach zu benutzen.	4
Eine zusätzliche, einleitende Veranstaltung zum Umgang mit dem ELN wäre hilfreich gewesen.	3.6
Die elektronische Dokumentation fiel mir leichter als auf Papier.	3.9
Das ELN sollte früher bzw. in weiteren Praktika eingesetzt werden.	3.8
Das Thema Forschungsdatenmanagement erscheint mir wichtig.	4.2

Tabelle 3: Auf einer Likert-Skala zu beantwortende Fragen der durchgeführten Umfrage und die entsprechenden Mittelwerte der Antworten; hierbei entspricht 5 der höchsten Zustimmung und 1 der größten Ablehnung

zur einfachen Handhabung des ELN zusammenzuhängen. Allerdings muss diese Aussage im Hinblick auf die Freitext-Antworten noch einmal genauer analysiert werden, denn hier war auch bei Ablehnung einer einführenden Veranstaltung durchaus Kritik an der Bedienung der Laborbuchsoftware abzulesen (s.u.).



Sollte eine Einführung in eLabFTW stattfinden?

Abbildung 3: Auswertung der auf einer Likert-Skala zu beantwortenden Frage, ob eine dem Praktikum vorgelagerte Veranstaltung zur Einführung in die Handhabung des ELN rückblickend als sinnvoll empfunden würde

Die drei Freitextfragen wurden von den Teilnehmenden größtenteils nicht als thematisch getrennt wahrgenommen, so dass die Antworten gesammelt besprochen werden. Auf die übergeordnete FDM-Ebene bezog sich lediglich eine Antwort: Ein Versuchsstrukturdiagramm bzw. eine Versuchseinleitung wird als wünschenswert genannt. Tatsächlich sind derzeit die Planung der Versuche und deren Durchführung noch sehr stark voneinander getrennt, auch medial. Durch eine Einbettung der Ver-

suchsanleitung in das Laborbuch selbst könnte dieser Bruch vermieden werden.

Ein wiederkehrend genannter Vorteil des ELN war der geringere Formatierungsaufwand im Vergleich zu klassischen Textverarbeitungsprogrammen: „Dass man einfach die Dokumentation schreibt und [es] nicht wie Word eine bestimmte Form haben [muss]“ und „Nicht viel Schreib- und keine Formatierungsarbeit notwendig“.

Einige Kommentare bezogen sich aber auch auf Probleme bei der Arbeit mit dem ELN. Ein Kommentar ist hier besonders herauszustellen: „[Mir] hat nichts an der Dokumentation mit dem [elektronischen Laborbuch] gefallen. In eine[r] ganz[en] Woche, 7 Tage, kann ich [mich] nicht anmelden für 5 Tage. Ich weiß nicht[,] warum. [Warum] kann [man] nicht Formel[n] und das [g]riechische Alphabet einfach darin tippen?“ Die geschilderten Login-Probleme sind wahrscheinlich lokalen Besonderheiten geschuldet. Das Laborbuch ist noch nicht an einen lokalen Verzeichnisdienst angeschlossen. Studierende wurden zwar gebeten, sich mit dem E-Mail-Account der Einrichtung anzumelden, haben gegebenenfalls aber ein abweichendes Passwort gewählt. Betreuende sollten hier deutlich auf die Möglichkeit hinweisen, sie oder die Servicestelle FDM bei Problemen anzusprechen. Hinsichtlich der fehlenden Sonderzeichen ist anzumerken, dass im Editor griechische Buchstaben als Sonderzeichen eingefügt werden können, analog zu gängigen Textverarbeitungsprogrammen. Alternativ können griechische Buchstaben bzw. mathematische oder chemische Formeln über LaTeX-Befehle dargestellt werden. Um diesem Problem zu begegnen, wurde ein für alle sichtbares Beispiexperiment eingefügt. Weiterhin wurde der Wunsch „[e]ine[r] bessere[n] Möglichkeit der Darstellung von Texten (anhand von Schriftgröße)“ geäußert. Durch Nutzung des bereits integrierten Markdown-Editors ist diese Möglichkeit bereits vorhanden – war aber offenbar nicht bekannt. Auch die Anmerkung, dass „Möglichkeiten zum Export von Tabellen, z. B. als .csv, um Daten noch effizienter auswerten zu können“, fehlen, zeigt, dass die Funktionen des ELN im Vorfeld offenbar nicht genügend erläutert wurden. Je nach Fall wäre ein Export der Experiment-Einträge als CSV möglich gewesen oder das Problem könnte über die Dateianhänge der Experimente gelöst werden. In zukünftigen vorgelagerten Schulungsangeboten sollte daher der Funktionsumfang des ELN umfassend und zielgerichtet entlang der Praktikumsausrichtung adressiert werden. Vor dem Hintergrund von Verbesserungsvorschlägen zum Funktionsumfang der Software bietet es sich zudem an, die Funktionsweise von Open-Source-Softwareprojekten zu vermitteln.

4 Fazit und Ausblick

Im Ergebnis kann festgehalten werden, dass das geschilderte Praktikum dazu geeignet ist, den Forschungsdatenlebenszyklus mit Ausnahme des Schrittes der Nachnutzung veröffentlichter Daten abzubilden. Somit wird bei den Studierenden ein Bewusstsein für den Umgang mit Forschungsdaten im Sinne der guten wissenschaftlichen Pra-

xis und für das Thema FDM insgesamt geschaffen. Dies alles geschieht sozusagen „durch die Hintertür“.

Die Umfrage nach dem zweiten Praktikumsdurchlauf zeigte ein überwiegend positives Meinungsbild. Die wenigen negativen Kommentare sind durchweg als konstruktives Feedback zu verstehen. Es wird eine zentrale Aufgabe sein, für die kommenden Durchläufe und ähnliche Praktikumsformate eine einleitende Veranstaltung zu konzipieren. Eine derartige Veranstaltung sollte neben den Grundlagen der Dokumentation mit ELN zusätzlich vermitteln, welche Besonderheiten die angebotene Softwarelösung bietet. Das in den Umfragen geäußerte Feedback kann an dieser Stelle einfließen. Die Veranstaltungskonzepte sollten regelmäßig mit den Möglichkeiten der weiter in der Entwicklung befindlichen Software abgeglichen und auf dem neuesten Stand gehalten werden. Ergänzend zu zukünftigen Umfragen mit dem hier verwendeten Fragenkatalog oder aktualisierten Varianten wären auch Einzelinterviews für die Qualitätssicherung ein Gewinn.

Gleichzeitig bietet der Einsatz von ELN in Praktika die Chance, die Servicestelle FDM als Anlaufstelle für die Studierenden zu etablieren. Durch eine klare Trennung zwischen fachlichen Fragen an die Betreuenden und Fragen zum ELN an die FDM-Servicestelle ließe sich die Hemmschwelle für vermeintlich zu einfache Fragen senken. Diese offensiv angebotene Hilfe kann Frust vorbeugen und den Gesamtlernerfolg steigern, auch was das Thema FDM betrifft. Eine zukünftige Kontaktaufnahme mit der Servicestelle wird zudem wahrscheinlicher, wenn bereits ein Kontakt bestand und das Thema FDM bereits im wissenschaftlichen Alltag Relevanz hat.

Eine Überlegung wäre es, den Forschungsdatenlebenszyklus im Praktikum zu komplettieren. Die Daten könnten einerseits im Nachgang zur Verfügung gestellt und von nachfolgenden Durchläufen genutzt werden. Ähnliche Ansätze finden sich in lebenswissenschaftlichen Praktika, die Datenbanken entlang einer Forschungsfrage aufbauen.²² Inwiefern dies in ingenieurwissenschaftlichen Praktika umsetzbar ist, hängt stark von den jeweiligen Inhalten ab. Es sollte aber immer möglich sein, die Ergebnisse der Praktika über die Jahre hinweg zu sammeln und auszuwerten, z. B. im Rahmen einer Fehlerbetrachtung. Eine Übertragung der gesammelten Ergebnisse aus Papierlaborbüchern erscheint mühsam und fehleranfällig. Mit dem ELN können die über viele Jahre entstandenen Protokolle der durchgeführten Versuche passend aufbereitet direkt weiterverwendet werden.

Die Ergebnisse der durchgeführten Umfrage und die darauf basierenden Überlegungen werden genutzt, um die Inhalte und die Abläufe im Forschungsdaten-Lebenszyklus in den zukünftigen Praktikumsdurchläufen noch besser aufeinander abgestimmt zu vermitteln. Das ELN kann so durch eine engere Einbindung in die Praktika zu einem wichtigen Baustein in der Vermittlung von FDM-Grundlagen bei Studierenden werden.

²²Iyer, Rupa, und William Kudrle. „Implementation of an Electronic Lab Notebook to Integrate Research and Education in an Undergraduate Biotechnology Program“. *Technology Interface International Journal*, Nr. 12/2 (2012): 8. [https://tij.org/issues/issues/spring2012/abstracts/Z_TIJ%20spring%202012%20v12%20n2%20\(paper%201\).pdf](https://tij.org/issues/issues/spring2012/abstracts/Z_TIJ%20spring%202012%20v12%20n2%20(paper%201).pdf) (zugesgriffen 6. Juni 2023).