



Das digitale Laborbuch

Ansprechpartner/in: Schilbert, Hanna Marie hschilbe@cebitec.uni- bielefeld.de	Fach/Fachgebiet: Biologie / CeBiTec / Bio3: Lehrstuhl für Genetik und Genomik der Pflanzen	Zentrale Lehr-Themen: Schreibintensive Konzepte für die Lehre, Motivation / Aktivierung von Studierenden, Fachspezifische Forschungskonventionen
---	--	---

Zusammenfassung des Lehrprojekts

Wie kann digitale Dokumentation und Lehre mit einer der grundlegenden Aufgaben in den Naturwissenschaften, dem Dokumentieren von experimentellen Versuchen, zusammengebracht werden? Durch ein digitales Laborbuch soll dies ermöglicht werden, weil häufig die Qualität der analogen Laborbücher nicht den wissenschaftlichen Standards entsprechen. Die Veranstaltung steht allen Studierenden aus dem Bereich „Life Science“ offen. Methodisch erlernen die Studierenden den Umgang mit der kommerziellen Software „Benchling“, welche zur Erstellung des digitalen Laborbuches verwendet wird. Web-Browser basiert ist eine kostenlose Nutzung von „Benchling“ möglich. Hierfür ist zu Beginn des Moduls eine Einführung durch den Betreuer* sowie der Abschluss eines Anfängertutorials vorgesehen. Daraufhin erfassen die Studierenden im Rahmen des Weiteren, 6-wöchigen Projektmoduls täglich ihre Experimente, die genutzten Methoden und ihre Ergebnisse in ihrem eigenen digitalen Laborbuch. Regelmäßig wird Feedback vom Betreuer zum aktuellen Status des digitalen Laborbuches gegeben. Dieses Feedback erfolgt ebenfalls digital, da das digitale Laborbuch durch die „share“-Funktion mit dem Betreuer geteilt wird. Das zentrale Ergebnis des Lehrprojektes soll eine strukturierte und vollständige digitale Dokumentation pro Teilnehmer sein, welches in der Schlussphase im Rahmen eines peer-review Prozesses von den anderen Teilnehmern evaluiert wird. Peer-review Prozesse werden häufig in den Naturwissenschaften auf schriftliche Texte eingesetzt, z.B. im Rahmen der Veröffentlichung von wissenschaftlichen Arbeiten.

*Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) in diesen Textdokument verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

1. Übergeordnete Fragestellung des Lehrprojekts

In der Regel kommen „Life Science“ Studierende lediglich mit dem klassischen Laborbuch in Kontakt. Daraus ergeben sich sowohl für den Studierenden, als auch für den Lehrenden/Betreuer einige Nachteile:

- 1) Unvollständige, unleserliche und häufig unstrukturierte Dokumentation der wissenschaftlichen Arbeiten, insbesondere von unerfahrenen Studierenden, verhindern die Reproduktion von wichtigen Experimenten, sowie die Nachvollziehbarkeit für Dritte;
- 2) Frustration und Motivationsverlust durch den zeitlichen Mehraufwand jede neue Methode händisch zu ergänzen und bei Wiederverwendung jedes Mal erneut im Laborbuch danach zu suchen.

Das Ziel des Lehrprojektes ist es, durch den Einsatz eines digitalen Laborbuchs die Qualität der täglichen Dokumentation von wissenschaftlichen Experimenten zu erhöhen. Eine wichtige Rolle spielen hierbei das kontinuierliche Feedback der Lehrperson sowie die Motivation der Studierenden das digitale Laborbuch zu pflegen, daher werden auch diese Aspekte untersucht. Die konkrete wissenschaftliche Frage lautet daher: „Hilft der Einsatz des digitalen Laborbuchs, die Qualität der täglichen Dokumentation von wissenschaftlichen Experimenten zu erhöhen?“.

Nach ein bis zwei Jahren sollen sich die Studierenden an ihre persönliche Erfahrung mit dem Führen eines digitalen Laborbuches erinnern und für sich die Entscheidung getroffen haben, ob sie mittels des digitalen Laborbuchs die Qualität ihrer Aufzeichnungen verbessern konnten oder nicht. Außerdem sollen sie die Fähigkeit der strukturierten und sorgsam Abfassung und Dokumentation von wissenschaftlichen Ergebnissen in Protokollen kennen und anwenden können.

2. Besondere Herausforderungen

Zunächst musste ich mich für eine Software entscheiden. Meine Wahl fiel auf die kommerzielle Software „Benchling“, die für Akademiker jedoch kostenlos ist. „Benchling“ hat gegenüber zahlreicher alternativen Softwares den großen Vorteil, dass es auf Klon-Methoden spezialisiert ist und daher viele nützliche molekularbiologische-Funktionen/tools bereits implementiert sind. Dies erleichtert das Arbeiten und Einfügen spezifischer Ergebnisse und Daten enorm. Außerdem war ich bei der Planung des Lehrkonzeptes mit dem Umstand konfrontiert, selber noch kein digitales Laborbuch mit „Benchling“ angelegt zu haben. Dies bedeutete für mich eine intensive Zeit der Einarbeitung, um sicherstellen zu können, dass ich den Studierenden die Software ausführlich erklären konnte. Nach der dafür notwendigen Zeit habe ich die Funktionalität von „Benchling“ kennen und schätzen gelernt. Diese Einarbeitungsphase hat mich letztlich in der Gewissheit gestärkt, dass ich dieses Tool für mein Lehrprojekt benutzen möchte.

Bei der Konzipierung des Lehrprojekts wurde der zeitliche Rahmen durch die Form der Lehrveranstaltung vorgegeben, deren Inhalte dokumentiert werden sollen, da ein Projekt/Forschungsmodul auf 6 Wochen begrenzt ist. Außerdem erfolgte bei Beginn des Projekts eine Einführung in „Benchling“ durch den Betreuer, da die Teilnehmenden i.d.R. noch nie mit einem digitalen Laborbuch gearbeitet hatten. Das digitale Laborbuch bietet die Grundlage für eine digitale Dokumentation von wissenschaftlichen Ergebnissen, die konform ist mit den rechtlichen Vorgaben des Gentechnikgesetzes. Als Studienleistung dienen das Erstellen des digitalen Protokolls sowie die Teilnahme an dem sich anschließenden Peer-review Verfahren.

3. Ziele

3a. Lehrziele

Lehrziele

1. Vermittlung der Grundlagen der Software „Benchling“ zur Erstellung des digitalen Laborbuches
2. Kontinuierliche Betreuung und Feedback während des Erstellungsprozesses des digitalen Laborbuchs

3b. Antizipation der studentischen Perspektive

Das Lehrprojekt bietet den Teilnehmern die Chance sich umfassend mit der digitalen Dokumentation von Laborexperimenten vertraut zu machen und gleichzeitig jederzeit umfassenden Feedback dazu einzufordern bzw. zu erhalten. Durch die Nutzung dieses Angebots wurde die strukturierte und reproduzierbare Dokumentation erlernt bzw. gefördert. Außerdem können erste Erfahrungen mit dem Führen eines digitalen Laborbuches gesammelt werden und die individuellen Vor- und Nachteile abgewogen werden. Die aktuelle Studierenden-Generation besteht aus „digital natives“ (Bennett et al., 2008) und daher wird ein digitales Laborbuch dieser Zielgruppe viel gerechter im Vergleich zu einem analogen Laborbuch. Außerdem schätzen die Studierenden die Flexibilität der digitalen Möglichkeiten, z.B. jederzeit und damit auch außerhalb des Labors auf das digitale Laborbuch zugreifen zu können.

Bei Abschluss des Projekts kann jeder Studierende selbst entscheiden, ob er das digitale Laborbuch auch für seinen zukünftigen Karriereweg für sinnvoll erachtet. Es wird somit ein nützliches Tool vorgestellt, das für evtl. zukünftige Arbeiten verwendet werden kann, da der Zugriff auf das Laborbuch auch nach dem Abschluss des hier vorgestellten zeitlichen Projektrahmens bestehen bleibt.

Außerdem bietet der abschließende Peer-review Prozess (Taylor et al., 2017; Friedrich und Pucker, 2018) den Studierenden die Möglichkeit, aus den positiven Aspekten sowie den Fehlern der Arbeit ihrer Peers zu lernen. Hierfür erhielten die Teilnehmer nach Ende der Projektlaufzeit eine schriftliche Anleitung und einen Evaluationsbogen zum Peer-Review Prozess zugeschickt. Diese Anleitung umfasste unter anderem Kriterien, die bei der

Begutachtung des Peer Laborbuches beachtet werden sollten, sowie Anstöße zur Reflektion nach Erhalt der Anmerkungen des Peers. Es wurde empfohlen, das Feedback in ganzen Sätzen zu formulieren und keine Stichpunkte zu verwenden. Darüber hinaus müssen die Studierende ihre Ergebnisse zusammenhängend und verständlich präsentieren, damit der Peer versteht, was an ihrem digitalen Laborbuch gut war und was geändert werden muss. Die Durchführung des gesamten Peer-Review Prozesses erfolgte innerhalb von einem Monat.

3c. Lernziele, Aktivitäten und Überprüfung

Lernziele

1. Umgang mit der Software „Benchling“ zur Erstellung des digitalen Laborbuches erlernen (dazu zählt z. B. das Importieren von Dateien wie Bilder, Plasmidkarten etc., Verfassen von Methodenprotokollen und Notizen)
2. Strukturiertes und vollständiges Protokoll verfassen

Aktivitäten

- Einleitung vom Betreuer zu „Benchling“ und Anfängertutorial
- Aktive (tägliche) Nutzung von „Benchling“ während des experimentellen Arbeiten im Labor
- Das wöchentliche mündliche und schriftliche Feedback des Betreuers, z.B. zum Thema Struktur und Vollständigkeit, beachten

Rückmelde- und Prüfungsformen

1. Abschluss des initialen Tutorials von „Benchling“
2. Abgabe des digitalen Laborbuches und darauffolgender Peer-review Prozess zur Evaluation der Qualität (Struktur, Vollständigkeit, sprachliche Auffälligkeiten) des Laborbuches von den anderen Teilnehmern

Sechs-Lernebenen-Checkliste

Lernebene	Lernziele	Lern- und Studienaktivitäten	Rückmeldungen und Prüfungen
1. Fachwissen	<ul style="list-style-type: none"> • „Benchling“ als ein Beispiel für ein digitales Laborbuch kennen lernen; • Praxis der strukturierten und ausführlichen Labordokumentation; • Peer-review Prozesse kennen lernen 	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende nimmt am „Benchling“ Tutorial teil; • Studierende nutzt „Benchling“ während des experimentellen Arbeiten im Labor; • Studierende nimmt am Peer-review Prozess teil 	<ul style="list-style-type: none"> • Verfassen des digitalen Laborbuches mit „Benchling“ und Evaluation der Software; • Evaluation des Peer-review Prozesses sowie Auseinandersetzung mit den Kommentaren der Peers
2. Anwendung	<p>Die Studierenden sollen ihre Aufzeichnungen klar und strukturiert dokumentieren und dabei zunehmend selbstständiger werden. Hierbei sollen sie ihre Dokumentation zu jedem Zeitpunkt kritisch hinterfragen und verbessern.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Der kontinuierlicher Lernprozess des kritischen Hinterfragens wird beim Schreiben des digitalen Laborbuches in Gang gesetzt und unterstützt die Entwicklung der Selbstständigkeit und das Kompetenzzempfinden • Durch die Möglichkeit und Nutzung des kontinuierlichen Feedback vom Lehrenden, sowie des Feedbacks des Peers im Rahmen des Peer Review Prozesses, wird der Prozess der kritischen Auseinandersetzung und strukturierter Dokumentation unterstützt 	<p>Die Studierenden können jederzeit Rückmeldung geben bzw. Fragen an den Lehrenden stellen in wie weit eine bestimmte Dokumentation z. B. noch verbessert werden könnte.</p> <p>Ein gutes Feedback vom Lehrenden und Peer ist ein guter Indikator für das Erreichen des Ziels.</p> <p>Gesteigertes Kompetenzgefühl des Studierenden beim Führen des digitalen Laborbuches deutet auf das Erreichen des Zieles hin.</p>
3. Verknüpfung	<p>Die Studierende sollen das grundsätzliche Konzept der guten wissenschaftlichen digitalen Dokumentation verstehen, um diese auch in anderen Bereichen einsetzen zu können und somit eigenständig damit in Zukunft weiterarbeiten können.</p>	<p>Die Studierenden tragen im Idealfall täglich die durchgeführten Experimente und Ergebnisse in das digitale Laborbuch ein und werden dabei zunehmend selbstständiger.</p>	<p>Hilfestellungen vom Lehrenden sind zu jeden Zeitpunkt möglich, werden aber mit zunehmender Zeit reduziert. Wenn die Studierenden trotz der Reduzierung der Hilfestellungen weiterhin in der Lage sind eigenständig ein gut geführtes digitales Laborbuch zu führen,</p>

			deutet dies auf das Erreichen des Lernziels hin.
4. Menschliche Dimension	<p>Die Studierenden sollen für sich persönlich die Erfahrung machen, ob das Führen eines digitalen Laborbuchs für sie eine geeignete Option zur täglichen Dokumentation der wissenschaftlichen Ergebnisse ist und ob es ihnen Spaß macht.</p> <p>Sie sollen die automatische „share“ Option von „Benchling“ mit anderen Teilnehmern zur Interaktion mit dem Lehrenden und Anderen für z. B. Feedbackprozesse nutzen. Hierbei kann das Geben von konstruktivem Feedback erlernt werden.</p>	<p>Tägliche Nutzung und Erfahrungen sammeln mit der Dokumentation im digitalen Laborbuch;</p> <p>Die Eigenmotivation beim Verfassen des digitalen Laborbuches wahrnehmen;</p> <p>Das Laborbuch für den Lehrenden und Andere freigeben, sowie Feedback anfordern und geben</p>	<p>Evaluation der Motivation erfolgte mittels eines Fragebogens, sowie persönlicher Gespräche mit den Teilnehmenden;</p> <p>Feedback wurde angefordert (auch im Rahmen des Peer-review Prozesses) und die Nützlichkeit dessen wiederum mittels eines Fragebogens evaluiert;</p> <p>Studierende haben im Rahmen des Peer-Review Prozesses Feedback gegeben und dazu Rückmeldung erhalten</p>
5. Werte	<p>Die Studierenden sollen ein Interesse an digitaler Dokumentation entwickeln.</p> <p>Außerdem sollen sie sich kritisch mit den Eigenschaften einer optimalen Dokumentation im wissenschaftlichen Umfeld auseinandersetzen und im Idealfall eigene Ideen zur Verbesserung entwickeln.</p> <p>Final soll die Wichtigkeit der genaueren und saubereren Dokumentation beim Experimentieren erkannt werden.</p>	<p>Die Studierenden lernen die Praxis der digitalen Dokumentation anhand der Software „Benchling“ kennen, welche einige Zusatzfunktionen für das Dokumentieren von wissenschaftlichen Experimenten beinhaltet. Diese sollen ausprobiert werden und anschließend besteht im Rahmen des Peer-review Prozess die Möglichkeit zu diskutieren und Verbesserungsvorschläge zu machen.</p> <p>Vergleich von Vor- und Nachteilen des digitalen zum analogen Laborbuch.</p>	<p>Teilnahme am Peer-review Prozess sowie Erfahrungsaustausch mit der Lehrperson und anderen Teilnehmern.</p>
6. Lernen, wie man lernt	<p>Die Studierenden sollen lernen, wie sie selbstständig ein digitales Laborbuch optimal zur Dokumentation von wissenschaftlichen Experimenten nutzen</p>	<p>Um den Prozess der Eigenständigkeit zu fördern, werden am Anfang zunächst die Lernziele ausführlich kommuniziert und viel Feedback gegeben. Mit</p>	<p>Wenn die Studierende am Ende des Projektes in der Lage sind auftretende Probleme in „Benchling“ eigenständig zu lösen und selbstständig das digitale Laborbuch führen</p>

	können. Außerdem sollen sie Strategien zur Beschaffung von Informationen für Problembehandlung bei der Verwendung von „Benchling“ erlernen.	der Zeit wird dieses reduziert um die Selbstständigkeit zu fördern. Außerdem sollen die Studierenden das „Benchling“ Tutorial absolvieren, in welchem ebenfalls auf die „Benchling“ community hingewiesen wird. Diese community kann z. B. für zukünftig auftretende Probleme kontaktiert werden.	können, kann das Ziel als erreicht angesehen werden.
--	---	---	--

4. Evaluation und Feedback

Die Teilnehmer konnten zu jeder Zeit Verbesserungsvorschläge, Ideen und Kritik äußern. Zusätzlich wurde das Lehrprojekt durch kollegiale Hospitationen evaluiert. Sechs Wochen nach Projektbeginn wurde eine Evaluation zur verwendeten Software durchgeführt, gefolgt von einem Peer-review Prozess sowie Evaluation der Lehrperson mittels eines Fragebogens.

Die kollegiale Hospitation hat das generelle Konzept für sehr sinnvoll gehalten und die Durchführung sehr positiv bewertet. Es wurden Verbesserungsvorschläge gemacht, die die zeitliche Planung betrafen. So könne das Projekt und die Evaluation in kürzerer Zeit durchgeführt und damit öfter und flexibler durchgeführt werden. Besonders positiv hervorgehoben wurden die transparente Kommunikation der Lernziele, sowie die Möglichkeit des kontinuierlichen Austausches mit der Lehrperson. Möglichkeiten zur Anwendung des digitalen Laborbuches wurden diskutiert und mit Beispielen veranschaulicht. Eine Verbesserung des Projektes könne durch eine größere Gruppengröße erreicht werden. Dies biete das Potential die Heterogenität der Gruppe zu erhöhen und somit vom Erfahrungsschatz der Anderen zu profitieren, wie auch umfassende Diskussion führen zu können.

Die Befragung der Teilnehmer ergab, dass sie vom generellen Konzept des digitalen Laborbuch überzeugt sind und es auch gerne in Zukunft weiter zur Dokumentation verwenden möchten. Der Projektstart ist mit einer Phase der Eingewöhnung und Einarbeitung in die Software verbunden gewesen, die als herausfordernd aber durchaus umsetzbar beschrieben wurde. Vor allem mit der Zeit falle die Benutzung des digitalen Laborbuches leichter und das Zurückgreifen auf die „Benchling“ community sowie die Lehrperson als Ansprechpartner wurde als hilfreich empfunden. Außerdem sei die Motivation für das Benutzen und Führen des digitalen Laborbuches von Start bis Ende des Projektes gestiegen, sodass die Teilnehmer das digitale Laborbuch ihren Kommilitonen weiterempfehlen würden. Alle Teilnehmer gaben an, genügend Zeit für die Bearbeitung der Evaluationen und den Peer-review Prozess gehabt zu haben.

Als Verbesserungsvorschlag wurde angebracht, dass es eine Sprachvorgabe für das Führen des digitalen Laborbuches geben sollte. „Benchling“ kann als Software sowohl auf Deutsch, als auch auf Englisch genutzt werden. Da Englisch die vorherrschende Sprache in

der Wissenschaft ist, sollte auch das digitale Laborbuch auf Englisch geführt werden, um so auch ausländischen Studierenden/Kollegen das effektive Arbeiten mit vorangegangenen Laborbüchern zu ermöglichen.

Abschließend ist zusammenzufassen, dass das Konzept des Lehrprojekts sehr gut angenommen und die Teilnehmer das Führen des digitalen Laborbuches weiterempfehlen würden. Auch der Peer-review Prozess wurde im Rahmen der Hospitation sowie von den Teilnehmern positiv bewertet und wird daher in Zukunft beibehalten werden.

5. Ergebnisse

Im Rahmen der Konzipierung, Teilnehmersuche und Durchführung des Lehrprojektes konnte ich eine Vielzahl von Erfahrungen sammeln.

Problematisch war die Teilnehmersuche in Pandemiezeiten. Für die Führung eines digitalen Laborbuches müssen offenkundig Arbeiten im Labor durchgeführt werden können. Im Zuge der Corona-Beschränkungen wurde an vielen Lehrstühlen auf eine geringe Personenanzahl im Labor geachtet, sodass die Anzahl der Studierenden, die aktiv im Labor arbeiteten, reduziert war bzw. immer noch ist. Zudem war das zusätzliche Führen eines digitalen Laborbuches mit Mehraufwand für den Studierenden verbunden. Viele Studierende haben mit Begründung der sowie schon vorhandenen Doppelbelastung des Studiums zu Corona-Zeiten abgelehnt. Eine Lösung für dieses Problem gibt es bislang noch nicht. Das digitale Laborbuch kann jedoch auch für bioinformatische Forschungsprojekte genutzt werden, die keine oder nur sehr wenig Laborarbeit benötigen. Daher erfordert die aktuelle Situation, dass ich im nächsten Semester überwiegend bioinformatische Projekte für meine Teilnehmer planen werde, sodass diese auch von Zuhause aus bearbeitet werden können. Ich werde daher meinen Fokus auf die Bereitstellung solcher bioinformatischer Projekte legen.

Ein positiver Aspekt der aktuellen Situation ist in meinen Augen die Digitalisierung der Lehre. Trotz überwiegend digitaler Kommunikation hatten weder ich, noch die Teilnehmer das Gefühl, dass wir uns zu wenig oder zu ineffizient ausgetauscht haben. Daher fühle ich mich gestärkt digitale Lehre auch weiterhin ohne Qualitäts- oder Kommunikationsverlust durchführen zu können.

Mein persönliches Highlight war, dass ich im Rahmen des Feedbacks und durch die Betreuung der Studierenden miterleben durfte, wie ihre Motivation für das digitale Laborbuch stetig anstieg und sie selbst begeistert von neuen Funktionen erzählten, die sie in „Benchling“ entdeckt haben. Außerdem hat mich sehr gefreut, dass sie das digitale Laborbuch weiterempfehlen würden. Aus diesen Erlebnissen lässt sich das Interesse der Teilnehmer für das Führen eines digitalen Laborbuches erkennen und sie haben dieses Lehrprojekt für mich daher zu einer sehr schönen Lehrererfahrung gemacht.

6. Perspektiven und Empfehlungen

Aufgrund des durchweg positiven Feedbacks der Teilnehmer und der Begutachter während der Hospitation würde ich das Lehrprojekt gerne fortführen. Dadurch möchte ich die Stichprobengröße erhöhen um aussagekräftigere Rückschlüsse ziehen zu können. Beibehalten werde ich das grundsätzliche Konzept, sowie Aufbau und Ablauf des Projektes (wie bereits oben beschrieben). Beim nächsten Mal möchte ich gerne eine größere Anzahl an Teilnehmern betreuen, um so die Interaktion zwischen ihnen besser fördern zu können und den Peer-review Prozess anonym durchführen zu können. Außerdem glaube ich, dass mit einer größeren Gruppengröße die Heterogenität innerhalb der Teilnehmergruppe gefördert werden kann, was zu interessanten Diskussion und neuen Blickwinkeln führen kann. Weiterempfehlen kann ich anderen Lehrenden den Peer-review Prozess als Evaluationsmethode sowie die für die Konzipierung des Lehrprojektes verwendete Literatur (siehe unten). Außerdem hat mir als Lehrende das kontinuierliche Feedback der Teilnehmer bei der Verbesserung des Projektes geholfen. Daher würde ich anderen Lehrenden empfehlen sich nicht nur am Anfang und/oder Ende der Lehrveranstaltung Feedback einzuholen, sondern auch zwischendurch, um schnell auf etwaige „Probleme“ reagieren zu können oder Ideen der Teilnehmenden direkt einzubauen.

7. Rahmenbedingungen der vorgestellten Veranstaltung, Materialien und Literatur

7.1 Studiengang und -art, für den das Projekt geplant wurde

Für alle fachwissenschaftliche „Life Science“ Studiengänge für Bachelor und Masterstudiengänge (z. B. Biologie, molekulare Biotechnologie, Genome Based Systems Biology, Molecular Cell Biology, ...)

7.2 Lehrveranstaltungstyp und -dauer

Projekt, in jedem Semester durchführbar, Wiederholungsveranstaltung, 6 Wochen

7.3 Gruppengröße

Pro Projektmodul ein Studierender, wobei das Lehrprojekt auf einer Stichprobenanzahl von 2 Studierenden beruhte. Grundsätzlich ist die parallele Durchführung des Lehrprojekts durch die Kapazität des Lehrenden kontinuierliches Feedback an alle Teilnehmer zu geben beschränkt.

7.4 Beteiligte bei der Durchführung des Projekts

Eine Lehrperson.

7.5 Materialien und Literatur

Ich habe für die Konzipierung und Evaluation auf folgende Quellen zurück gegriffen:

Link zur „Benchling Website“: <https://benchling.com>

Bennett, S.; Maton, Karl A.; and Kervin, Lisa: The 'digital natives' debate: a critical review of the evidence 2008.

A Peer Review Guide for Face-to-Face and Hybrid Courses at Penn State - developed by Ann H. Taylor, Amy Garbrick, and Wendy Mahan for Penn State Online. https://facdev.e-education.psu.edu/sites/default/files/PeerReview_HybridCourses_PSU_Guide_13June2017.pdf.

Friedrich A, Pucker B. Peer-review as a teaching method. 2018. https://uol.de/fileadmin/user_upload/flif/Homepage_neu/Working_Paper/12-04_Online___Friedrich_Pucker.pdf.

Pucker B, Schilbert HM, Schumacher SF. Integrating Molecular Biology and Bioinformatics Education 2018. <https://doi.org/10.20944/preprints201811.0183.v2>.