



Digitale Lernunterstützung für naturwissenschaftliche Laborpraktika

Charlotte Mann,
Prof. Dr. Kristian Müller
AG Zelluläre und molekulare Biotechnologie

Yannick da Silva Bröker, Daniel Baron,
Dr.-Ing. Sebastian Wrede
AG Cognitive Systems Engineering

Motivation und Zielsetzung

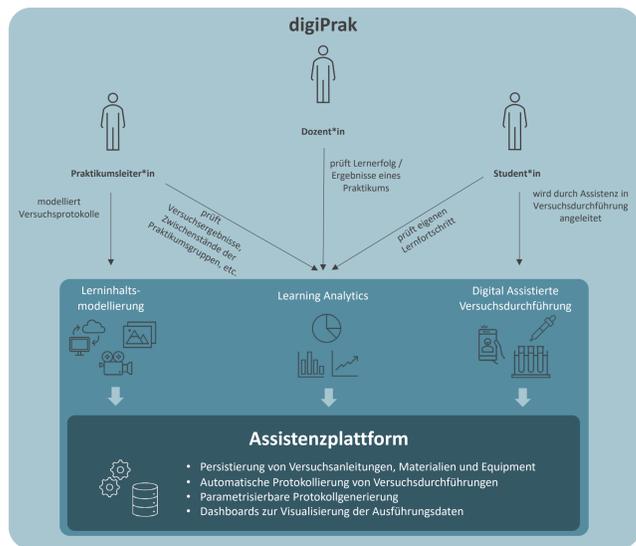
Laborpraktika sind **wichtige Bestandteile vieler naturwissenschaftlicher Studiengänge**, vermitteln allerdings **oft noch mit Hilfe von papierbasierten Anleitungen** Versuchsabläufe. Aktuelle Lernplattformen wurden nicht für die Anforderungen des Lehrbetriebs in Praktika entwickelt. Daher wird im digiPrak-Projekt ein **lernförderliches Assistenzsystem** weiterentwickelt und evaluiert, um **Studierende und Lehrende** im Lern- und Lehrprozess in Laborpraktika der Biotechnologie zu unterstützen.

Methoden

Studierende arbeiten mit Tablets oder Handys, die Zugriff auf das digiPrak-System haben, und können so auf die **kontextabhängigen Anleitungen** des Assistenzsystems zugreifen. Über das mobile Device erfassen sie **Messwerte** und können ebenso wie Versuchsleiter*in detaillierte **Statistiken zu ihren Versuchen** abrufen. Alle Daten werden für die Studierenden online hinterlegt und können in verschiedenen Formaten exportiert und in üblichen Officeprogrammen weiterbearbeitet werden.

Architektur

digiPrak liegt eine freie **Workflow-Engine** (Camunda BPM) zugrunde, mit der Lehrende die Versuche eines Praktikums in der BPMN 2.0-Notation **visuell beschreiben** können. Erweiterungen der Workflow-Engine und **Authoren-Werkzeuge** gestatten es, speziell angepasste Prozesse anzulegen, die die Studierenden **situativ** durch ihre Versuchsschritte leiten. Die einzelnen Schritte können **multimodale Informationen anzeigen**, wie bspw. kurze Videotutorials oder interaktive Funktionen wie **Lerninterventionen** in den Prozess ohne Programmieraufwand integrieren. Die **Erfassung von automatisch oder manuell erfassten Messwerten** erlaubt einen Echtzeit-Datenerhebung im Versuchsverlauf für eine spätere Analyse.



Das digiPrak-Konzept bietet für alle Beteiligten eines Laborpraktikums digitale Unterstützung von der Erstellung und Verwaltung bis zu Durchführung und der Analyse von Lernfortschritten an, die auf die Bedürfnisse der jeweiligen Stakeholder angepasst sind.

Lehrveranstaltungen

Das digital assistierte Lernen wird aktuell von Lehrenden und Studierenden in Praktika der Molekularen Biotechnologie evaluiert:

- **Molekulare Medizin:** Praktikum für MBT Master, in dem Experimente zur Pharmakologie (z.B. Zellvitalität in Abhängigkeit der Wirkstoffkonzentration), Diagnostik (STR-Analysen an verschiedenen Zelllinien) und zur Entwicklung von Biopharmazeutika (z.B. Untersuchung rekombinanter Adeno-Assoziierter Viren) durchgeführt werden.
- **Biotechnologie MBT 4:** Praktikum für MBT Bachelor im 5. Semester, in dem es um das Kennenlernen von verschiedenen Arbeitsfeldern von Zellkultur und Produktgewinnung geht (bspw. SLICE-Klonierung).

Ausblick

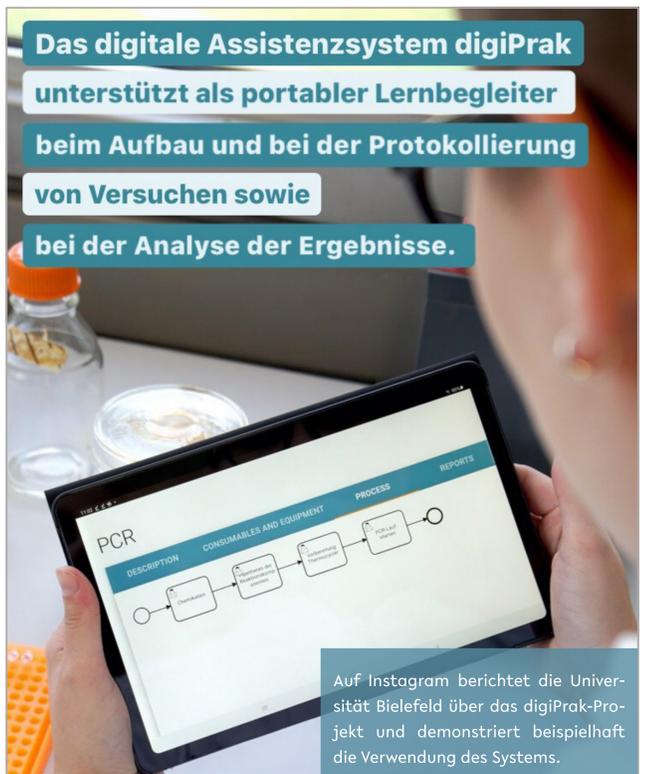
Im Rahmen von digiPrak werden wir das Assistenzsystem noch in weiteren Veranstaltungen der MBT erproben. Parallel dazu wird im Projekt **BiLinked in der MINT Community of Practice** das Assistenzsystem für eine breitere Anwendung weiterentwickelt. Hier steht die **Integration in**

Evaluation

In einer ersten **Nutzerstudie** bei einer Praktikumsveranstaltung der im Oktober 2021 (N=19) wurden NutzerInnen in einem between-subject Design miteinander verglichen. Eine Gruppe wurde durch das digiPrak-System unterstützt, während die andere mit der konventionellen papierbasierten Anleitung arbeitete. In dieser initialen Studie konnten die folgende Effekte beobachtet werden:

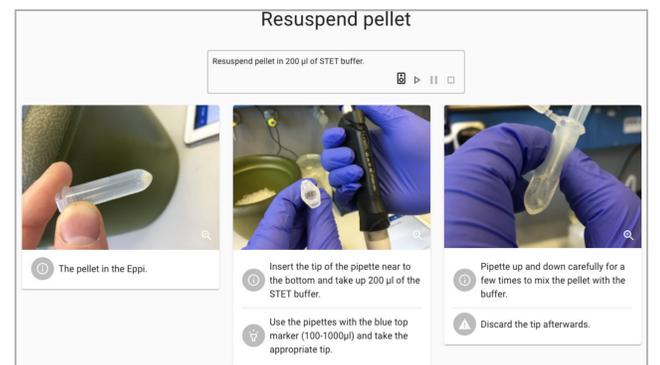
- In der subjektiven Wahrnehmung der Arbeitsbelastung (NASA-TLX) zeigen sich **klare Unterschiede zwischen den beiden Versuchsgruppen. So liegt der Mittelwert der mentalen Belastung bei der digital unterstützten Gruppe deutlich niedriger** als bei der konventionellen Anleitung. Die digitale Unterstützung führt außerdem zu **geringerem wahrgenommenen Zeitdruck, weniger benötigter Anstrengung und weniger Frustration.**

existierende eLearning-Infrastruktur des BITS (eKVV, Shibolet, Lernraum+) im Vordergrund sowie Verbesserungen hinsichtlich der Barrierefreiheit der Benutzerschnittstellen. Auch **weitere Studien mit Anwendern in den Naturwissenschaften und der Medizin** sind geplant.

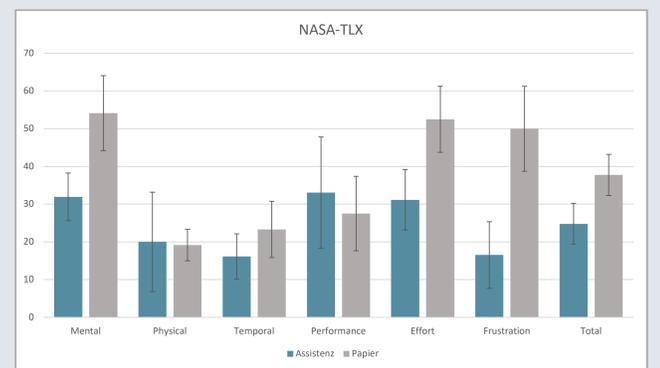


Nutzen (für Studierende)

- **Individuelles Lernen:** Studierende können entsprechend ihrer eigenen Geschwindigkeit im Praktikum Informationen abrufen.
- **Schnelles Feedback:** Bei der digitalen Protokollierung kann in Echtzeit eine Plausibilitätsüberprüfung erfolgen, um Fehler frühzeitig zu erkennen und korrigieren.
- **Digitales Protokoll:** Studierende können Materialien über QR Codes einlesen und Ergebnisse im Kontext bildlich, strukturiert Variablen erfassen oder als Freitext unmittelbar in ein digitales Protokoll einbinden.



Ein Beispiel einer visuellen Hilfestellung für einen Prozessschritt.



NASA-TLX-Werte zur Studie im Oktober 2021.

- Die qualitativen Ergebnisse der durchgeführten Versuche deuten an, dass die digitale Unterstützung zu **funktional besseren Ergebnissen führt**, während die Papier-Anleitung scheinbar häufiger zu Fehlern in der Durchführung und damit schlechteren Versuchsergebnissen führt. Da die Stichprobe der Erhebung allerdings verhältnismäßig klein war, bedarf es weiterer Evaluationen um die Signifikanz der Ergebnisse sicherzustellen.

Publikationen

Oestreich H, Heinz M, Sehr P, Wrede S. Human-Centered Adaptive Assistance Systems for the Shop Floor. In: Röcker C, Büttner S, OWL University of Applied Sciences and Arts and Fraunhofer IOSB-INA, Lemgo, Germany, eds. *Human-Technology Interaction - Shaping the Future of Industrial User Interfaces*. Springer (Springer Nature); 2022, Accepted. Behrens K. (2021). Analyse von Prozessdaten aus digital unterstützten Laborpraktika in der Biotechnologie (Bachelorarbeit, Universität Bielefeld).
Oestreich H, da Silva Bröker Y, Wrede S. (2021) An Adaptive Workflow Architecture for Digital Assistance Systems. In: The 14th Pervasive Technologies Related to Assistive Environments Conference (PETRA 2021). New York, NY, USA: ACM; 2021.
Oestreich H, Wrede S, Wrede B. (2020) Learning and Performing Assembly Processes - An Overview of Learning and Adaptivity in Digital Assistance Systems for Manufacturing. In: The 13th Pervasive Technologies Related to Assistive Environments Conference (PETRA '20), June 30-July 3, 2020, Corfu, Greece, 2020.
Oestreich, H., Töniges, T., Wójtynek, M., & Wrede, S.B. (2019). Interactive Learning of Assembly Processes using Digital Assistance. In: 9th Conference on Learning Factories (CLF 2019), March 26-28, 2019, Braunschweig, Germany. Procedia Manufacturing.