

Bachelorthesis zum Thema:

**Digitale Lernmaterialien inklusiver gestalten –
Eine User Experience Evaluation der digitalen
3D-Druck Selbstlerneinheiten des HyLeC
Makerspaces durch Mitarbeitende einer WfbM**

Autor:	Lion Petersdorf
Semester:	WiSe 2024 / 2025
Erstprüferin:	Jana-Sophie Effert
Zweitprüferin:	Prof. Frauke Mörike
Studiengang:	Bachelor Rehabilitationspädagogik
E-Mail:	lion.petersdorf@tu-dortmund.de
Abgabedatum:	13.05.2025

Abstract

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, wie Mitarbeitende einer Werkstatt für behinderte Menschen (WfbM) mit kognitiver Beeinträchtigung die digitalen 3D Druck Selbstlernerinheiten des Hybrid Learning Centers (HyLeC) der TU Dortmund erleben und bewerten. Ziel der Arbeit ist es, Hinweise für eine inklusivere Gestaltung digitaler Lernmaterialien zu identifizieren. Die Untersuchung wurde mit vier Mitarbeitenden einer WfbM durchgeführt. Als Erhebungsmethoden kamen das „Laute Denken/Erinnern“ sowie der System Usability Scale (SUS) in Leichter Sprache zum Einsatz. Die erhobenen Daten wurden mittels qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen, dass die Probanden besonders Verständlichkeitsbarrieren identifizierten und visuelle Formate (Fotos, Videos) gegenüber dem Textformat bevorzugten. Vereinzelt zeigten sich zudem Probleme bei der Bedienbarkeit. Dazu zählen vor allem die Auffindbarkeit einzelner Funktionen und der zweiten Selbstlernerinheit. Zudem wurden Aspekte benannt, die spezifisch das Lernthema „3D-Druck“ und die Konzentration betreffen. Aufbauend auf den Ergebnissen werden Gestaltungsempfehlungen für inklusive E-Learning-Angebote im Kontext von WfbM und Makerspaces abgeleitet. Die Arbeit leistet damit einen Beitrag zur digitalen Teilhabe von Menschen mit kognitiver Beeinträchtigung und zur Umsetzung gesetzlicher Anforderungen im Bereich barrierefreier Bildung.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Begriffsbestimmungen und Relevanz	2
2.1 Gesetzliche Grundlagen.....	2
2.2 Digitale Kluft	4
2.3 Relevanz für den Kontext „WfbM“	4
2.3 Relevanz für den Kontext „Makerspace“	6
2.4 Behinderungsverständnis und kognitive Beeinträchtigung	8
3. Forschungsstand	10
3.1 Anpassbarkeit.....	10
3.2 Präsentationsformate und visuelle Gestaltung	11
3.3 Navigation und Orientierung.....	13
3.4 Begründung der Forschungslücke.....	14
4. Methoden.....	14
4.1 Erhebungsmethoden	15
4.1.1 Lautes Denken/Erinnern	15
4.1.2 System Usability Scale Fragebogen	16
4.2 Erhebungsmaterialien- und Vorgehen.....	17
4.2.1 Allgemeines zu den HyLeC-Selbstlerneinheiten	17
4.2.2 Untersuchte Selbstlerneinheiten	18
4.2.1 Studiumgebung und Vorgehen.....	19
4.3 Pretest.....	19
4.4 Studienablauf	20
4.5 Transkription.....	21
4.6 Auswertung	22
4.6.1 Qualitative Inhaltsanalyse	22
4.6.2 Induktive Kategorienbildung	23
4.6.3 Auswertung des SUS-Fragebogens.....	23
5. Stichprobenbeschreibung und Auswahl.....	23
5.1 Stichprobenbeschreibung.....	23
5.2 Stichprobenauswahl	25
6. Ergebnispräsentation.....	26
6.1 Ergebnisdarstellung – „Lautes Denken“	27
6.1.1 Motivationale Faktoren.....	27
6.1.2 Verständlichkeit.....	28
6.1.3 Bedienbarkeit	29

6.1.4 Wahrnehmbarkeit.....	30
6.1.5 Medienformate	31
6.1.6 Lehrformate.....	32
6.1.7 Weitere Verbesserungsvorschläge	32
6.2 Ergebnisdarstellung – „System Usability Scale“	33
7. Diskussion	34
7.1 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	34
7.2 Verständlichkeit und Textformat	34
7.3 Strukturierung der Inhalte und Lehrformate.....	36
7.4 Formatalternativen- und Ergänzungen	36
7.5 Wahrnehmbarkeit.....	36
7.6 Bedienbarkeit und Navigation.....	37
7.7 3D-Druck und Konzentration	37
7.8 System Usability Scale	38
8. Limitationen der Forschung	39
8.1 Offenheit vs. Zielgruppenadressierung.....	39
8.2 Zuordnung zur Gruppe „kognitive Beeinträchtigung“	40
8.3 Stichprobengröße.....	40
8.4 Antwortverzerrung	41
8.5 Reflexion des SUS in leichter Sprache.....	41
9. Implikationen der Forschung	42
9.1 Forschungsmethodik	42
9.1.1 Zielgruppengerechte Kommunikation.....	42
9.1.2 Partizipative Forschung.....	43
9.1.3 Kognitiver Pretest mit der Zielgruppe	44
9.2 Forschungsinhalte	44
9.3 E-Learning Gestaltung	46
10. Fazit.....	47
Literaturverzeichnis	49
Anhangsverzeichnis	61

Abbildungsverzeichnis

1 - Ausstattungsbeispiele des HyLeC-Makerspaces	7
2 - Wechselwirkung unterschiedlicher Komponenten der ICF	9
3 - Folie 2 der einführenden 3D-Druck Selbstlerneinheit des HyLeC	18
4 - Haupt und Subkategorien der Auswertung	27
5 - Einschätzung der Gebrauchstauglichkeit nach Probanden	33

Tabellenverzeichnis

1 - Erhobene Merkmale der Probanden.....	24
2 - Antwortoptionen des System Usability Scale	38

Abkürzungsverzeichnis

Abb. – Abbildung

Abs. – Absatz

BAG WfbM – Bundesarbeitsgemeinschaft der Werkstätten für behinderte Menschen

BfIT – Beauftragter der Bundesregierung für Informationstechnik

BITV - Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung

BFSG – Barrierefreiheitsstärkungsgesetz

BGG - Behindertengleichstellungsgesetz

BMAS - Bundesministerium für Arbeit und Soziales

CAPTCHA - Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans

Apart (Ein Test, der Menschen von Computern bei dem Zugriff auf Internetseiten unterscheiden soll)

HyLeC – Hybrid Learning Center

I – Interviewer (Transkriptionskürzel)

Kap. – Kapitel

NLS – Netzwerk Leichte Sprache

P1, P2, P3, P4 – Kürzel für die einzelnen Probanden

SGB IX – Neuntes Sozialgesetzbuch (Regelwerk zur Rehabilitation und Teilhabe von Menschen mit Behinderungen)

SUS – System Usability Scale (Fragebogen zur Messung der Gebrauchstauglichkeit eines Produkts)

UN-BRK – Übereinkommen über die Rechte von Menschen mit Behinderungen der Vereinten Nationen

WCAG – Web Content Accessibility Guidelines (Richtlinien zur barrierefreien Gestaltung von Internetseiten)

WfbM – Werkstatt für behinderte Menschen

1. Einleitung

Die digitale Teilhabe von Menschen mit kognitiver Beeinträchtigung ist im Vergleich zur Gesamtbevölkerung und zu anderen Beeinträchtigungsarten deutlich eingeschränkt. Gleichzeitig sind öffentliche Einrichtungen in Deutschland und zunehmend auch privatwirtschaftliche Unternehmen gesetzlich verpflichtet, die digitale Inklusion von Menschen mit Behinderung zu fördern. Im Fokus steht dabei die Sicherstellung digitaler Barrierefreiheit, um eine Ausgrenzung aufgrund individueller Fähigkeitsprofile zu vermeiden.

Hier setzt die vorliegende Arbeit an, indem die User-Experience (Nutzungserfahrung) von Menschen mit kognitiver Beeinträchtigung im Bereich des webbasierten E-Learnings exploriert wird. Dafür wurden die digitalen 3D-Druck Selbstlerneinheiten des HyLeC-Makerspaces der TU Dortmund, mit vier Mitarbeitern eine Werkstatt für behinderte Menschen (WfbM), evaluiert.

Die leitende Forschungsfrage der vorliegenden Arbeit lautet:

Wie erleben und bewerten Mitarbeitende in WfbM mit einer kognitiven Beeinträchtigung die Nutzung von digitalen 3D-Druck Selbstlerneinheiten in dem hybriden Lerncenter der TU Dortmund und welche Aspekte dieser Nutzung können verbessert werden?

Die Ergebnisse können zur inklusiveren Gestaltung von E-Learning Angeboten verwendet werden und dadurch einen Beitrag zur digitalen Teilhabe der untersuchten Zielgruppe leisten. Besonders für den Kontext WfbM sowie die Selbstlerneinheiten des HyLeC werden gestaltungstechnische Empfehlungen aus den Ergebnissen abgeleitet. Zudem wird die bisherige Forschung im Bereich „E-Learning für Menschen mit kognitiver Beeinträchtigung“ ergänzt, indem die Perspektive der untersuchten Stichprobe sowie das E-Learning Thema „3D-Druck“ untersucht werden. Zur Erhebung wurden die Methoden „Lauter Denken“ und „Lauter Erinnern“ kombiniert. Zudem wurde der System Usability Scale Fragebogen als zusätzliche Komponente verwendet. Die Arbeit ist wie folgt aufgebaut:

Kapitel 2 beleuchtet die Relevanz des Themas und führt zentrale Konzepte ein. Kapitel 3 gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung. In Kapitel 4 werden das methodische Vorgehen sowie der Ablauf der empirischen Untersuchung

beschrieben. Kapitel 5 charakterisiert die Stichprobe. Die Ergebnisse der Untersuchung werden in Kapitel 6 vorgestellt und in Kapitel 7 anhand des Forschungsstandes diskutiert. Kapitel 8 thematisiert die Limitationen der Studie. Kapitel 9 leitet Implikationen für weiterführende Forschung und die Gestaltung von E-Learning-Angeboten ab. Kapitel 10 fasst die zentralen Erkenntnisse zusammen und zieht ein abschließendes Fazit.

2. Begriffsbestimmungen und Relevanz

Im Folgenden werden wichtige Konzepte und Begriffe dieser Arbeit erläutert. Zudem werden die praktische Relevanz für die Kontexte „Werkstätten für behinderte Menschen“ und „Makerspaces“ sowie die gesetzlich verankerte digitale Teilhabe von Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen herausgearbeitet.

2.1 Gesetzliche Grundlagen

Die digitale Teilhabe von Menschen mit Behinderung wird in unterschiedlichen Richtlinien und Gesetzen thematisiert, die in Deutschland handlungsweisend sind. Hier ist zum einen die in Deutschland ratifizierte UN-Behindertenrechtskonvention zu nennen. Im neunten Artikel der UN-BRK ist das Ziel beschrieben, Menschen mit Behinderung den „gleichberechtigten Zugang zu [...] Information und Kommunikation, einschließlich Informations- und Kommunikationstechnologien und -systemen, sowie zu anderen Einrichtungen und Diensten [...] zu gewährleisten“ (Deutsches Institut für Menschenrechte, 2025).

Die Richtlinien der UN-BRK werden unter anderem durch das Behindertengleichstellungsgesetz (BGG) umgesetzt. Dieses nimmt seit dem 23. Juni 2021 öffentliche Stellen des Bundes in die Pflicht, Webseiten und mobile Anwendungen barrierefrei zu gestalten (BGG, § 12a, Abs. 1, S. 1). Barrierefreiheit ist hier folgendermaßen definiert:

Barrierefrei sind [...] Systeme der Informationsverarbeitung, akustische und visuelle Informationsquellen und Kommunikationseinrichtungen sowie andere gestaltete Lebensbereiche, wenn sie für Menschen mit Behinderungen in der allgemein üblichen Weise, ohne besondere Erschwernis und grundsätzlich ohne fremde Hilfe auffindbar, zugänglich und nutzbar sind. Hierbei ist die Nutzung behinderungsbedingt notwendiger Hilfsmittel zulässig (BGG, § 4).

Neben den öffentlichen Stellen werden durch das Barrierefreiheitsstärkungsgesetz (BFSG) ab dem 28. Juni 2025 auch privatwirtschaftliche Unternehmen verpflichtet, bestimmte Webseiten und Apps barrierefrei zu gestalten (BFSG, § 1).

Die spezifischen technischen Anforderungen an barrierefreie Systeme, die zur Kennzeichnung eines Systems als „barrierefrei“ erfüllt werden müssen, sind in der Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung (BITV 2.0) festgeschrieben. Die BITV 2.0 bezieht sich wiederum auf die europäische Norm „EN 301 549“, die der Vereinheitlichung von Anforderungen zur Barrierefreiheit im europäischen Raum dient (BfIT, 2025a). Die Richtlinien der BITV 2.0 adressieren spezifisch auch Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen. Diesbezüglich sind unter anderem die Verwendung leichter Sprache auf öffentlichen Webseiten für Informationen zu den wesentlichen Inhalten oder Hinweise zur Navigation zu nennen (BITV 2.0, § 4, Abs. 1, S. 1). Die „leichte Sprache“ ist eine sehr vereinfachte Form der Alltagssprache. Sie wird vor allem in geschriebenen Texten verwendet. In Texten in Leichter Sprache wird die Alltagssprache oft als „schwere Sprache“ bezeichnet, weil sie deutlich komplizierter aufgebaut ist“ (Aktion Mensch, o. D.).

Es ist anzumerken, dass die Einhaltung der BITV-2.0-Richtlinien keine Barrierefreiheit garantiert, sondern „vermutet“ (BITV 2.0, § 3, Abs. 2). Hier zeigt sich, dass auch Angebote, die gemäß den Standards der BITV „barrierefrei“ gestaltet sind, dennoch Barrieren aufweisen können. Es reicht demnach nicht aus, sich bei der Entwicklung digitaler Produkte ausschließlich auf die formalen Kriterien der BITV 2.0 zu verlassen. Daher ist es wichtig, die Nutzerbedürfnisse, also die „Wünsche, Ziele, Präferenzen und Erwartungen der Benutzer, während sie mit einem Produkt [...] interagieren“ (IXDF, 2016), zu erfassen und aktiv in die Entwicklung digitaler Systeme einzubeziehen. Diesbezüglich gewinnt die empirische Forschung zur Barrierefreiheit digitaler Bildungsangebote für Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen zunehmend an Bedeutung (Cinquin et al., 2019, S. 14). Die vorliegende Arbeit leistet hierzu einen Beitrag.

In der gesetzlich festgeschriebenen Definition zur Barrierefreiheit wird zudem geäußert, dass die Auffindbarkeit, Zugänglichkeit und Nutzbarkeit in der „allgemein üblichen Weise“ ermöglicht werden sollen, damit ein Produkt barrierefrei ist. Dies unterstreicht, dass nicht nur das Vorhandensein, sondern auch die Qualität der beschriebenen Aspekte berücksichtigt werden soll. In der vorliegenden Arbeit wird daher die gesamte 4

User Experience (Nutzungserfahrung), also alle „Wahrnehmungen und Reaktionen einer Person, die aus der tatsächlichen und/oder der erwarteten Benutzung eines Systems, eines Produkts oder einer Dienstleistung resultieren“ (DIN EN ISO 9241-210, 2019), erhoben.

2.2 Digitale Kluft

Im Rahmen einer Expert*innenbefragung der Trendstudie 2020 zur digitalen Teilhabe (Aktion Mensch, 2020, S. 30) wird geäußert, dass trotz der bestehenden Gesetzeslage und einer wohlwollenden Grundhaltung und Ambition öffentlicher Einrichtungen die Barrierefreiheit von Webseiten real noch nicht umgesetzt ist. So zeigt eine Untersuchung von Bosse et al. (2016, S. 98), dass lediglich 48 % der Teilnehmenden mit Lernschwierigkeit das Internet mindestens mehrmals wöchentlich nutzen. Im Vergleich dazu wird das Internet in der deutschen Gesamtbevölkerung von 88 % täglich genutzt (Eurostat, 2024). Auch im Vergleich zu anderen Beeinträchtigungsarten (Sehen, Hören, Bewegen) nutzen Menschen mit Lernschwierigkeiten das Internet weniger regelmäßig (Haage & Bosse, 2019, S. 56). Eine mögliche Ursache dafür kann in Nutzungsbarrieren liegen, die Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen von digitalen Systemen ausschließen. So ergibt eine Studie von Kalcher und Kreinbacher-Bekerle (2021, S. 11–12) mit Menschen mit Lernschwierigkeiten, dass die Barrierefreiheit in Medien in verschiedenen Aspekten als Wunsch der Teilnehmenden geäußert wird. Dazu zählen laut den Autor*innen eine vereinfachte Bedienung von Geräten, einfachere Programme sowie ein einfacherer Aufbau von Webseiten. Die vorliegende Arbeit trägt zur Verringerung der digitalen Kluft bei, indem sie Nutzungsbarrieren im E-Learning für Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen exploriert und damit Ansätze zu deren Abbau aufzeigt. Auf diese Weise wird ein Beitrag zur beschriebenen, gesetzlich verankerten, digitalen Teilhabe von Menschen mit kognitiver Beeinträchtigung geleistet (Kap. 2.1).

2.3 Relevanz für den Kontext „WfbM“

In Kooperation mit der Werkstatt über den Teichen, einer Werkstatt für behinderte Menschen (WfbM), wurde die vorliegende Untersuchung durchgeführt. Laut der Bundesarbeitsgemeinschaft Werkstätten für behinderte Menschen (BAG WfbM) arbeiteten im Jahr 2023 insgesamt rund 310.000 Menschen mit Behinderung in den Mitgliedswerkstätten des Vereins (BAG WfbM, 2024, S. 42). Insgesamt sind laut dem Bericht 93 % der Werkstätten für behinderte Menschen Mitglied der BAG WfbM. Die „Werkstatt

5 für behinderte Menschen ist eine Einrichtung zur Teilhabe behinderter Menschen am Arbeitsleben“ (SGB IX, § 219, Abs. 1, S. 2). Menschen mit Behinderung, „die wegen Art oder Schwere der Behinderung nicht, noch nicht oder noch nicht wieder auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt beschäftigt werden können“, sind Zielgruppe der WfbM (SGB IX, § 219, Abs. 1, S. 2). Neben der Beschäftigung dieser liegt ein zentraler Auftrag auch in der beruflichen Bildung der Mitarbeitenden, welchen es zu ermöglichen gilt, „ihre Leistungs- oder Erwerbsfähigkeit zu erhalten, zu entwickeln, zu erhöhen oder wiederzugewinnen und dabei ihre Persönlichkeit weiterzuentwickeln“ (SGB IX, § 219, Abs. 1, S. 2). Trotz des beschriebenen Integrationsauftrags von WfbM zeigt sich, dass die Übergangsquote auf den ersten Arbeitsmarkt in einem Bereich von unter einem Prozent liegt (Wedel, 2023, S. 1). In Niedersachsen lag die Quote der dauerhaften Integration 2020 beispielsweise bei 0,36 % (LAG ABT Niedersachsen, 2020). Um den Übergang von der WfbM zu fördern, ist neben finanziellen Fördermaßnahmen auch die berufliche Bildung der Mitarbeitenden ein wesentlicher Aspekt. Dies bestätigt Wedel (2023): „Wird Werkstatt als Lern- und Entwicklungsort begriffen und gelebt, ist sie ein idealer Ort, um schrittweise Fähigkeiten und Kompetenzen zu entwickeln, auch und gerade für den Wechsel auf den allgemeinen Arbeitsmarkt“ (S. 294).

An dieser Stelle wird die Bedeutung der vorliegenden Arbeit für den Kontext WfbM deutlich. Die Ergebnisse können verwendet werden, um digitale Bildungsangebote zu entwickeln, die für Mitarbeitende in WfbM geeignet sind. Hier sind solche Mitarbeitenden zu nennen, die ähnliche Fähigkeitsprofile und Vorerfahrungen wie die der untersuchten Stichprobe vorweisen (Kap. 5.1). Dadurch wird ein Beitrag zur eigenständigen Aneignung von Kompetenzen abseits des Präsenzunterrichts geleistet. Die erworbenen Kompetenzen können wiederum die Attraktivität der Mitarbeitenden auf dem ersten Arbeitsmarkt erhöhen, wodurch WfbM bei der Erfüllung ihres Integrationsauftrags unterstützt werden. Die Bedeutung der digitalen Bildung für WfbM, unter die auch ELearning Angebote fallen, wird zudem anhand der Forderung eines „digitalen Aufbruchs“ der BAG WfbM deutlich. Darin wird eine nachhaltige Investition in die digitale Infrastruktur und Qualifizierung gefordert (BAG WfbM, 2023, S. 2). Im Rahmen dessen sollen „Entwicklungen in Werkstätten intensiviert werden, um die Voraussetzungen für berufliche Bildung und lebenslanges Lernen [...] bedarfsgerecht zu gestalten“ (BAG WfbM, 2023, S. 2).

Da die untersuchte Selbstlerneinheit Kompetenzen zur Durchführung von 3D-Druck Prozessen vermittelt, wird spezifischer ein Beitrag zur Unterstützung des Übergangs in Unternehmen, die mit 3D-Druck arbeiten, geleistet. Hier sind vor allem Industrieunternehmen zu nennen. Laut einer repräsentativen Befragung von Bitkom Research haben im Jahr 2018 bereits 28 % der deutschen Fertigungsunternehmen 3D-Druck Technologie verwendet (Bitkom, 2018, S. 1). Die Zukunftsaussichten des 3D-Drucks werden zudem anhand des erwirtschafteten Umsatzes deutlich. Vom Jahr 2018 bis 2023 hat sich dieser circa verdoppelt und wird prognostisch auch in den nächsten Jahren steigen (Protolabs, 2024). Solche Unternehmen profitieren zudem von qualifizierten Fachkräften mit Behinderung, da sie gemäß § 154 des neunten Sozialgesetzbuches (SGB IX) verpflichtet sind, 5 % der Arbeitsplätze mit schwerbehinderten Menschen zu besetzen, wenn sie mindestens zwanzig Arbeitsplätze haben. Wenn diese nicht eingehalten wird, müssen die Unternehmen eine Ausgleichsabgabe zahlen. Es zeigt sich dennoch, dass sich 2024 nur 38,5 % der Arbeitgeber an die Beschäftigungspflicht hielten (Aktion Mensch, 2024, S. 13).

Die Fähigkeit zur Durchführung von 3D-Druck Prozessen bietet für Mitarbeitende in WfbM zudem das Potenzial, Hilfsmittel für andere Mitarbeitende herzustellen. Hier sind unter anderem Menschen mit körperlichen Beeinträchtigungen zu nennen. Für diese Zielgruppe können beispielsweise bedarfsgerechte Computer-Peripheriegeräte (Fazan et al., 2023, S. 81), Rollstuhlzubehör (Jalal Abdullah & Shaikh Mohammed, 2018) oder Orthesen und Prothesen (Pereira et al., 2024, S. 8) hergestellt werden. Durch den 3D-Druck können also Produkte erstellt werden, von denen die gesamte Organisation im Rahmen der „Selbstversorgung“ profitieren kann.

2.3 Relevanz für den Kontext „Makerspace“

Makerspace ist die allgemeine Bezeichnung für Werkstätten einer Generation von Selbsterbauer/innen, die durch neue technische Möglichkeiten und traditionelle Werkzeuge eigene Produkte erstellen (Heinzel & Seidl, 2020, S. 1). Neue technische Möglichkeiten können beispielsweise 3D-Drucker, Lasercutter sowie dazugehörige Computer und Software sein. In Abgrenzung zu WfbM richten sich Makerspaces nicht ausschließlich an Menschen mit Behinderung und verfolgen zumeist keinen wirtschaftlichen Auftrag. Makerspaces gibt es sowohl in Schulen und Hochschulen als auch in gemeinnützigen Vereinen, Bibliotheken und Unternehmen, wo diese für Bildungs- und Innovationszwecke genutzt werden (Ebner & Schön, 2017, S. 1). In Makerspaces 7

finden informelle und formale Bildungsprozesse statt (Ebner & Schön, 2020, S. 34). Zur informellen Bildung zählt beispielsweise die autodidaktische Aneignung von Kompetenzen zur Durchführung eigener Projekte. Zur formalen Bildung kann beispielsweise die systematische Schulung zu den benannten Technologien zählen.

In der vorliegenden Arbeit werden die digitalen Selbstlerneinheiten zum Thema 3DDruck eines Makerspaces der TU Dortmund untersucht. In Kapitel 4.2.2 werden diese ausführlich vorgestellt. Dieser Makerspace ist ein Teil des Hybrid Learning Centers (HyLeC) der TU Dortmund.

Das HyLeC bietet allen Studierenden der TU Dortmund physische und virtuelle Lernräume und Lernangebote. Dazu zählen neben einer Vielzahl an hybriden Workshops und Selbstlernmaterialien auch ein Makerspace mit 3D-Druckern, Lasercuttern und vielen anderen Tools und Werkzeugen sowie z. B. ein Podcast- und ein Videostudio. Dabei geht es immer darum, Technik für Studierende in allen Studiengängen auch ohne Vorkenntnisse zugänglich zu machen. (HyLeC, o. D.-a).

Auf den Abbildungen (siehe Abb. 1) sind ein 3D-Drucker sowie weitere Beispiele für die Ausstattung des HyleC-Makerspaces zu sehen.

Abbildung 1

1 - Ausstattungsbeispiele des HyLeC-Makerspaces



(HyLeC, o. D.)

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sollen Impulse für eine inklusivere Gestaltung der untersuchten sowie weiterer Selbstlerneinheiten des HyLeC bieten. Inklusion meint laut der Antidiskriminierungsstelle des Bundes, dass „jeder Mensch die Möglichkeit erhalten soll, sich umfassend und gleichberechtigt an der Gesellschaft zu beteiligen. Die Teilhabe darf nicht von Faktoren wie individuellen Fähigkeiten, ethnischer Herkunft, Geschlecht oder Alter abhängen. Vielfalt wird als normal vorausgesetzt“ (Antidiskriminierungsstelle des Bundes, o. D.). Demnach soll ein Beitrag dazu geleistet

werden, dass die Selbstlerneinheit unabhängig von den kognitiven Fähigkeiten genutzt werden kann und somit insgesamt mehr Menschen daran teilhaben können.

Eine inklusive Gestaltung ist unter anderem relevant, da sowohl Menschen mit als auch Menschen ohne Behinderung im Rahmen von kollaborativen Arbeitsprozessen voneinander profitieren können. So argumentieren Maurer und Schluchter (2024, S. 30), dass Vielfalt ein Treiber für Making-Prozesse sein kann, da verschiedene Perspektiven und Interessen in kreativen Prozessen verwendet werden können. Deutlich wird dies unter anderem in Makerspace-Projekten, in denen Menschen mit und ohne Behinderung zusammenarbeiten. In dem Projekt „PRINT3D“ (Lozano, 2020, S. 72) gaben die teilnehmenden Schüler*innen ohne Behinderung an, dass sie durch das Projekt für die Gemeinschaft von Menschen mit Sehbeeinträchtigung sensibilisiert wurden und sich ihr Interesse an 3D-Druck Technologien erhöhte. Die Schüler*innen äußerten sich zudem erfreut darüber, dass sie ein nützliches Produkt entwickeln konnten, das von Menschen mit Sehbeeinträchtigung genutzt wird. Auch in einem Makerspace Projekt von Boccardi et al. (2022, S. 8) zeigten sich sowohl bei Teilnehmenden mit als auch ohne Behinderung Vorteile. So verbesserte sich das Wissen der Teilnehmenden über 3D-Druck und Computer Aided Design (CAD) und die Zufriedenheit gegenüber gemeinschaftlich erstellten Hilfsmitteln war hoch. Teilnehmende mit Lernschwierigkeiten gaben zudem an, dass sie Spaß an dem Projekt gehabt hätten. Neben der Zusammenarbeit mit Peers ohne Beeinträchtigung nennen Linke und Wilkens (2020, S. 181) zudem die selbstständige Gestaltung von Hilfsmitteln und die Verknüpfung von Hobby und Karrierechancen als diverse Möglichkeiten der Teilhabe durch Makerspaces. Gemäß der 100 / 30 / 10 Regel ist eine „barrierefrei zugängliche Umwelt für etwa 10 % der Bevölkerung zwingend erforderlich, für etwa 30 bis 40 % notwendig und für 100 % komfortabel“ (Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, 2003, S. 13). Demnach profitieren alle Zielgruppen des HyLeC-Makerspaces von einer inklusiveren Gestaltung der Selbstlerneinheiten, auch unabhängig von dem höheren Einbezug von Menschen mit kognitiver Beeinträchtigung.

2.4 Behinderungsverständnis und kognitive Beeinträchtigung

Der Behinderungsbegriff dieser Arbeit entspricht dem sozialen Modell der Behinderung. Laut Waldschmidt (2005, S. 18) werden in diesem „Menschen [...] nicht aufgrund 9 gesundheitlicher Beeinträchtigungen behindert, sondern durch das soziale System, das Barrieren gegen ihre Partizipation errichtet“. Eine individuelle Beeinträchtigung

führt demnach nicht automatisch zu einer Behinderung. Der Fokus verschiebt sich im sozialen Modell vom behindert sein zum behindert werden (Gottwald, 2019). Dennoch ist anzumerken, dass das soziale Modell die individuelle Beeinträchtigung normalerweise nicht verleugnet, jedoch davon ausgeht, dass nicht aus jeder Beeinträchtigung auch eine Behinderung resultiert (Gottwald, 2019). Das soziale Modell der Behinderung unterstreicht die Notwendigkeit, umweltbedingte Barrieren abzubauen. Daraus lässt sich der Fokus der vorliegenden Arbeit ableiten, welche das Ziel der Umweltanpassung (Überarbeitung von E-Learning Angeboten) verfolgt.

Auch im ICF-Modell (siehe Abb. 2) wird der Kausalzusammenhang von individueller Beeinträchtigung und Behinderung aufgelöst. Das ICF-Modell versteht Behinderung als Phänomen, welches aus der Wechselwirkung verschiedener Komponenten von Gesundheit entsteht. Dabei wird der gesamte Lebenshintergrund von Betroffenen berücksichtigt (Rentsch & Bucher, 2005, S. 17).

Abbildung 2

2 - Wechselwirkung unterschiedlicher Komponenten der ICF



DIMDI (2005, S. 23)

Als „kognitiv beeinträchtigt“ werden im Folgenden alle Zielgruppen bezeichnet, deren kognitive Funktionen (als Kategorie der Körperfunktionen, siehe Abb. 2) eingeschränkt sind. Hier sind „Schwierigkeiten im Denken, Kommunizieren, dem emotionalen Ausdruck, der Wahrnehmung, der Aufmerksamkeit, dem Gedächtnis, der Begriffsbildung und im Regelverständnis“ (Alcantud et al., 2014, S. 224-225) zu nennen.

Alle Teilnehmer arbeiten in einer WfbM, in welchen 2023 der Anteil von Menschen mit einer sogenannten geistigen Behinderung bei 75,03 % lag (BAG WfbM, 2024, S. 46). Diese geht laut REHADAT (2017) mit einer Beeinträchtigung der Denkfähigkeit einher. Zudem wurden im Rahmen der Forschung und in einem anschließenden Gespräch mit

dem Stakeholder keine Merkmale herausgefunden, die auf eine körperliche oder psychische Beeinträchtigung der Teilnehmer hindeuten. In Kombination mit den Beobachtungen/Aussagen in der Studie liegt der Schluss nahe, dass sich die Zielgruppe der Gruppe „kognitive Beeinträchtigung“ zuordnen lässt.

In der Literaturrecherche zum aktuellen Forschungsstand (Kap. 3) wurden demnach Studien mit Stichproben einbezogen, die sich (teilweise) der beschriebenen Gruppe zuordnen lassen. Es ist anzumerken, dass in der Literatur die Begriffe Behinderung und Beeinträchtigung häufig synonym verwendet werden. Im Kapitel zum aktuellen Forschungsstand werden die Begriffsverwendungen der jeweiligen Publikation übernommen.

3. Forschungsstand

Im Folgenden wird der bisherige Forschungsstand zum Thema „E-Learning für Menschen mit kognitiver Beeinträchtigung“ zusammengefasst. Es werden Untersuchungen einbezogen, die verschiedene Arten kognitiver Beeinträchtigungen einbeziehen, die dem Begriffsverständnis dieser Arbeit (Kap. 2.4) entsprechen. Es wurden primär Evaluationen der Nutzungserfahrung von webbasierten E-Learning-Systemen recherchiert. Da in der untersuchten Selbstlerneinheit keine Spielelemente vorhanden sind, wurde die Studienlage zu Lernspielen im E-Learning Kontext nur wenig thematisiert. Zudem wurden Therapie- und Trainingsapps in der Literaturrecherche nicht einbezogen.

3.1 Anpassbarkeit

Die individuelle Anpassbarkeit von Systemen ist dabei ein Gegenentwurf zu standardisierten One-Size-Fits-All Lösungen. Yang et al. (2019, S. 9) argumentieren, dass die Hinwendung zum adaptiven Lernen eine wesentliche Maßnahme zur Behebung der Bildungskrise ist. Die Autor*innen schlagen daher unter anderem das Konzept von personalisierten, dynamischen, elektronischen Lehrbüchern als Lösung vor. Diese können an das individuelle Profil von Studierenden angepasst werden. Hinsichtlich der Zielgruppe „Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen“ finden sich verschiedene 11 Arbeiten, die die Anpassbarkeit von E-Learning Systemen thematisieren. Diesbezüglich zeigen Cinquin et al. (2019, S. 19-20) in einem systematischen Literaturreview, dass adaptive E-Learning Systeme ein wesentlicher Bereich sind, der als potenzielle Lösung für Menschen mit kognitiver Beeinträchtigung erforscht wird.

Eine empirische Untersuchung von Alghabban und Hendley (2020, S. 45) zeigt, dass E-Learning-Systeme, die auf den jeweiligen Dyslexie-Typ zugeschnitten sind, mit einer höheren Nutzungszufriedenheit einhergehen als solche, die keine individuelle Anpassung vornehmen. In der Studie erfolgte primär eine Anpassung der Lerninhalte. Aus einer Untersuchung des mmb Institut für Medien- und Kompetenzforschung (2010, S. 58) geht zudem die Empfehlung hervor, dass offene Lernplattformen verwendet werden sollen, bei denen Lehrende eigene Inhalte hinzufügen können, um die Möglichkeit zur Anpassung der Lerninhalte an die spezifischen Bedarfe von Menschen mit Behinderung zu ermöglichen.

Neben der inhaltlichen Anpassung nennen Brayshaw et al. (2013, S. 18-20) weitere Bereiche, in denen E-Learning Angebote personalisiert werden können. Dazu zählen unter anderem die Personalisierung der Präsentation, die Anpassung von Links/Navigation und die Informationsfilterung. Pirani und Sasikumar (2013, S. 2) fügen diesbezüglich die Anpassung von Testformaten und der Lehrmethodik (für Menschen mit Dyskalkulie) hinzu. Unter Berücksichtigung des Prinzips der individuellen Anpassbarkeit entwickelten Brayshaw et al. (2013) ein E-Learning System, das für unterschiedliche Beeinträchtigungen, Lernziele und weitere Präferenzen geeignet sein soll. In einem anschließenden Usability-Test mit Menschen mit und ohne Behinderung zeigte sich, dass die Nutzenden 88 % der Aufgaben korrekt und 12 % teilweise korrekt ausführen konnten, ohne dass es zu einem vollständigen Fehlschlag kam (Brayshaw et al., 2013, S. 31).

Die individuelle Anpassbarkeit von Produkten und Dienstleistungen ist zudem auch in theoretischen Designkonzepten wie dem „Universal Design“ oder „Inclusive Design“ verankert. Im „Universal Design“ soll ein Produkt flexibel nutzbar sein, sodass ein breites Spektrum individueller Vorlieben und Möglichkeiten einbezogen wird (REHADAT, o. D.). Im „Inclusive Design“ ist das Prinzip der freien Wahlmöglichkeit aus verschiedenen Alternativen festgeschrieben (Swan et al., o. D.).

3.2 Präsentationsformate und visuelle Gestaltung

Verschiedene Studien erforschen, inwiefern unterschiedliche Präsentationsformate, die visuelle Gestaltung sowie unterstützende Hilfen einen Einfluss auf das Nutzererlebnis von Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen haben. Eine Studie von O’Sheehan (2018, S. 31) zum Lernprogramm „Let’s Be Safe“ konnte zeigen, dass

Nutzende mit intellektueller Behinderung bei den Formaten „Video“ und „Spiele“ engagierter lernten als bei rein auditiven Formaten. Hinsichtlich der Bewertung des Spielformats lassen sich ähnliche Ergebnisse bei CAPTCHA-Systemen feststellen. Gafni und Nagar (2016, S. 218) fanden diesbezüglich heraus, dass spielbasierte Formate von Menschen mit Lernbehinderungen als angenehm empfunden wurden, während textbasierte Varianten als frustrierend bewertet wurden. Ergänzend dazu zeigen Dayanand et al. (2024, S. 1626), dass insbesondere verzerrte, textbasierte CAPTCHA für Menschen mit Lesebeeinträchtigung schwierig zu bearbeiten sind, da diese Probleme bei der korrekten Interpretation von einzelnen Zeichen haben. Eine mögliche Lösung stellt laut den Autor*innen daher die Entwicklung spielbasierter CAPTCHA Systeme dar. Auch für autistische Menschen können Spielformate zu einem angenehmeren Lernprozess führen (Usoro et al., 2016, S. 708). Die Relevanz von digitalen Lernspielen (Serious Games) für Menschen mit Behinderung zeigt sich unter anderem auch im hohen Zuwachs an Forschung seit den 2000er Jahren (Salvador-Ullauri et al., 2020, S. 12).

Im beschriebenen Forschungsbereich wurden zudem die Vorlieben von Menschen mit kognitiver Beeinträchtigung zu Kombinationen und dem Ausmaß unterschiedlicher Formate untersucht. Bernasconi (2009, S. 252) zeigt dazu in seiner Untersuchung, dass Menschen mit sogenannten geistigen Behinderungen eine verstärkte Bebilderung, größere Schrift und reduzierten Text als hilfreich empfinden. Seine Studie verdeutlicht zudem, dass rein textbasierte Menüs deutlich mehr Nutzungsprobleme verursachen als Menüs mit zusätzlichen Icons (Bernasconi, 2009, S. 271). Außerdem erweist sich die Vorlesefunktion in seiner Studie als eine hilfreiche Unterstützung zum Verständnis von Wissensinhalten (Bernasconi, 2009, S. 258). Ähnliche Ergebnisse finden sich bei Semm und Spierling (2020, S. 184). Zentel (2010, S. 230) findet zudem in zwei aufeinander aufbauenden Untersuchungen heraus, dass eine Kombination aus Text, Symbolen und Audio bei Menschen mit sogenannten geistigen Behinderungen 13 zu den besten Lernergebnissen führt, während reine Textformate deutlich schlechter abschneiden.

Berger et al. (2010, S. 125) beschreiben die Verständlichkeit von Inhalten, wie beispielsweise schwierige Sprache oder Fremdwörter und Fachsprache, als einen wesentlichen Bereich, in dem Barrieren bei der Internetnutzung für Menschen mit Lern- und geistiger Behinderung entstehen können. Unterschiedliche Studien widmen

sich daher unterstützenden Hilfen, die beim Verständnis von Wissensinhalten helfen können. Knight et al. (2015, S. 90) zeigen diesbezüglich in einer Pilotstudie mit vier Teilnehmenden, dass unterstützende elektronische Texte das Verständnis von naturwissenschaftlichen Inhalten von Schüler*innen mit Autismus verbessern können. Die Schüler*innen gaben an, dass ihnen die Erklärung der Bedeutung einzelner Wörter sowie die Unterstützung durch digitale „Coaches“ am meisten helfen konnten (2015, S. 94). Auch in einer Usability-Studie von Moreno et al. (2023, S. 112-113) zum „Easier System“ zeigte sich, dass die Nutzung des Systems, welches komplexe Wörter erklärt sowie Wortalternativen anbietet, für Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen zufriedenstellend ist. Ähnliche Ergebnisse finden sich in einer Untersuchung zur Medienutzung von Adrian et al. (2017, S. 155), in welcher „die Befragten mit Lernschwierigkeiten [...] als unterstützende Mittel in erster Linie einfache oder leichte Sprache und personelle Unterstützung, zum Beispiel zur Beschreibung von Inhalten oder Hilfe bei der Gerätebedienung“ nutzen.

3.3 Navigation und Orientierung

Eine Untersuchung von Small et al. (2005, S. 1795) stellt dar, dass nur 19 % der Nutzenden mit einer leichten bis mittelschweren kognitiven Entwicklungsstörung erfolgreich ohne umfangreiche Unterstützung auf Webseiten navigieren können. Dieser Aspekt wird durch eine Befragung von Berger et al. (2010, S. 64) gestützt, in welcher Menschen mit Lern- und sogenannten geistigen Behinderungen angaben, dass die Orientierung für sie eine zentrale Barriere bei der Internetnutzung darstellt. Spezifischer zeigte sich diesbezüglich in einer Untersuchung von Osterrieder-Schlick et al. (2011, S. 68), dass Navigationselemente, wie beispielsweise eine Menüleiste oben oder auf der linken Seite, von Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen nicht verwendet oder verstanden wurden. Die Testproband*innen konzentrierten sich nahezu nur auf die Bilder, die für die Navigation den getesteten Seiten eingefügt wurden. In einer Untersuchung von Bernasconi (2009, S. 242) zeigt sich zudem, dass Nutzende 14 mit sogenannter geistiger Behinderung bei einer Internetseite, die nicht nach BITV Standards gestaltet wurde, die Navigation nicht finden konnten oder das Menü nicht als klickbares Element interpretiert haben. Auch in den Web Content Accessibility Guidelines werden die Aspekte Navigation und Orientierung aufgegriffen. Hier soll „die Orientierung [...] über eindeutige und klare Linktexte und über verschiedene Navigationswege unterstützt“ werden (BfIT, 2025b).

3.4 Begründung der Forschungslücke

Die bisherige Forschung zeigt, dass bisher kaum Untersuchungen mit Mitarbeitenden einer WfbM mit den beschriebenen Stichprobenmerkmalen (Kap. 5) durchgeführt wurden. Die bisherige Forschung zum Thema E-Learning wird demnach um die Perspektive der untersuchten Stichprobe ergänzt. Auch hinsichtlich des untersuchten E-Learning Themas „3D-Druck“ finden sich kaum Forschungen mit Menschen mit kognitiver Beeinträchtigung. Die Arbeit reiht sich zudem grundsätzlich in diverse Forschungen ein, die Universitätsseiten zu Bildungszwecken mit Menschen mit kognitiver Beeinträchtigung untersuchen Campoverde-Molina et al. (2020, S. 91689). Die bestehenden Ergebnisse des aktuellen Forschungsdiskurses können dadurch bestätigt oder Widersprüche aufgezeigt werden. Die leitende Fragestellung dieser Arbeit lautet:

Wie erleben und bewerten Mitarbeitende in WfbM mit einer kognitiven Beeinträchtigung die Nutzung von digitalen 3D-Druck Selbstlernerheiten in dem hybriden Lerncenter der TU Dortmund und welche Aspekte dieser Nutzung können verbessert werden?

Es wurde die Relevanz der vorliegenden Arbeit, für die Verwirklichung des (gesetzlichen) Anspruchs auf digitale Teilhabe, spezifische Kontexte (WfbM, HyLeC-Markerspace) sowie der Beitrag zum aktuellen Forschungsdiskurs dargelegt. Im Aufbau wird nun das forschungsmethodische Vorgehen beschrieben.

4. Methoden

Die vorliegende Forschung lässt sich forschungsmethodisch dem Paradigma der qualitativen Forschung zuordnen. Qualitative Forschung ist laut Kirchmair (2022, S. 3) gemäß einer erweiterten Definition dadurch gekennzeichnet, dass sich das Erkenntnisziel auf qualitative Sachverhalte (Motive, Emotionen oder Erlebnisinhalte) bezieht. Während menschliches Verhalten beobachtbar und messbar ist, gilt in qualitativen 15 Ansätzen vor allem den Ursachen und Hintergründen des Verhaltens das Interesse (Kirchmair, 2022, S. 3). Ein ähnliches Verständnis findet sich bei Mey und Ruppel (2018, S. 207), welche die „subjektiven Sichtweisen und Deutungsmuster der Akteure“ als Untersuchungsgegenstand qualitativer Forschung beschreiben. In der vorliegenden Forschung lässt sich daran andocken, da die individuelle Nutzungserfahrung der Probanden tiefergehend untersucht wird. Zudem lässt sich die vorliegende Arbeit als explorative Forschung charakterisieren. Diese wird oft durch „nicht oder wenig

strukturierte qualitative Studien durchgeführt [...] da dieses Vorgehen offen ist für unerwartete Befunde“ (Döring, 2023, S. 194). Dies wird unter anderem anhand der offenen Fragestellung sowie der geringen Strukturierung der Datenerhebung deutlich. Dadurch wird den Probanden bestmöglich eine individuelle Relevanzsetzung ermöglicht. In Abgrenzung zur bestätigenden Forschung, die Hypothesen/Theorien überprüft, hat die vorliegende, explorative Forschung das Ziel, die induktiv gewonnenen Erkenntnisse im Rahmen der Forschungsfrage zu erhalten und daraus neue theoretische Konzepte zu entwickeln (Fredebeul-Krein, 2012, S. 65). Hier zeigt sich ebenfalls eine Abgrenzung zum quantitativen Forschungsparadigma, welchem laut Brüsemeister (2008, S. 48) eine theorieüberprüfende Forschungslogik zugrunde liegt.

4.1 Erhebungsmethoden

Es wurde sich für die Erhebung durch die Methode „Lauter Denken“ und „Lauter Erinnern“ zur offenen Erhebung der Nutzungserfahrung sowie einen Fragebogen zur subjektiven Einschätzung der Usability (Gebrauchstauglichkeit), den „System Usability Scale“ (Brooke, 1995), entschieden. Die Forschung unterteilt sich, angelehnt an das Mixed-Method Verständnis von Morse und Niehaus (2009, S. 9), in eine Kernkomponente („Lauter Denken/Erinnern“) und eine zusätzliche Komponente (SUS). Es ist jedoch anzumerken, dass die Ergebnisse des System Usability Scale Fragebogens aufgrund der geringen Stichprobengröße alleinstehend wenig aussagekräftig sind. Eine Charakterisierung der Forschung als „Mixed Method“ wäre demnach überzogen. Der SUS wurde dennoch hinzugezogen, um bestehende Ergebnisse des „Lauter Denkens“ zu bestätigen oder Widersprüche aufzuzeigen.

4.1.1 Lauter Denken/Erinnern

Die Methode „Lauter Denken“ wird allgemein verwendet, um Gefühle, Gedanken, Absichten sowie Erwartungen einer Person zu erfassen, während diese eine Aufgabe bearbeitet (Kompetenzzentrum Usability, o. D.). Es handelt sich dabei um eine 16 Methode, die ihren Ursprung in der psychologischen Forschung hat und auf der Basis der Introspektion entwickelt wurde (Barnard et al., 1994, S. 29). Introspektion ist laut Witt (2010, S. 492) die „(Selbst-) Beobachtung innerer Prozesse. Sie kann sich auf körperliche, kognitive, willentliche oder emotionale Abläufe in bewusst erlebten Situationen beziehen“. Dabei gibt es verschiedene introspektive Forschungsverfahren. Aguado (2018, S. 9) differenziert diese unter anderem anhand des Faktors Zeit. Bei einer gleichzeitigen Verbalisierung und wenn dabei die Inhalte aus dem Arbeitsgedächtnis

abgerufen werden, handelt es sich laut der Autorin um die Methode „Lautes Denken“. Wenn die Verbalisierung nachzeitig geschieht und wenn das Langzeitgedächtnis aktiviert wird, handelt es sich um „Lautes Erinnern“ (Aguado, 2018, S. 9). Die Methode des „Stimulated Recall“ ist dabei eine Form des lauten Erinnerns. Um den Erinnerungsprozess zu unterstützen, wird dabei ein Stimulus, wie beispielsweise ein Video, welches die eigenen Handlungen zeigt, verwendet (Gass & Ryan, 2012, S. 1- 2). Laut Finkbeiner und Schluer (2018, S. 28) hat der Stimulus zudem eine gedächtnisentlastende Funktion. Diese ist hinsichtlich der Konzentrationsspanne der Zielgruppe, der Erhebungsdauer sowie des Aufgabenformats in dieser Erhebung besonders relevant. Deshalb wurde, angelehnt an die Methode des „Stimulated Recall“, die Selbstlerneinheit als unterstützender Stimulus während der abschließenden Reflexion der Selbstlerneinheiten genutzt. Zudem wurde die abschließende Reflexion zusätzlich durch einen Leitfaden strukturiert. Der Leitfaden besteht, angelehnt an ein Schema von Helferich (2022, S. 884), aus offenen Erzählaufforderungen zur allgemeinen Bewertung der Nutzungserfahrung sowie offenen und geschlossenen Nachfragen zu den Inhalten, Medienformaten und der Funktionsweise der Selbstlerneinheit. Während der Bearbeitung der Selbstlerneinheit wurden zudem einzelne Feldnotizen erstellt (siehe Anhang 3). Die Zielsetzung war dabei nicht die Anfertigung eines ausführlichen Beobachtungsprotokolls, da der Hauptfokus auf den Aussagen des lauten Denkens lag. Eine Notiz wurde primär erstellt, um Aspekte sichtbar zu machen, die nicht aus den Aussagen, sondern aus dem Nutzungsverhalten der Teilnehmer hervorgingen.

4.1.2 System Usability Scale Fragebogen

Im Anschluss an den ersten Teil der Forschung wurde den Teilnehmenden der „System Usability Scale“-Fragebogen in Leichter Sprache (Baumann et al., 2024) vorgelegt. Beim „System Usability Scale“ handelt es sich um einen validierten Fragebogen mit zehn Items des Likert Typs, welcher zur Messung der subjektiven Einschätzung 17 der Usability eingesetzt wird (Brooke, 1995). Die Teilnehmenden füllten den Fragebogen selbstständig aus. Einem Teilnehmer wurden die Fragen vorgelesen, da dieser nicht lesen kann (siehe Kap. 5). Die „Verwendung von geprüfter Leichter Sprache ermöglicht es den verschiedenen Personengruppen Texte selbstständig lesen und verstehen zu können“ (Baumann et al., 2024, S. 5). Die Verwendung des Forschungsinstruments in Leichter Sprache wurde bereits im Rahmen einer Usability-Studie wissenschaftlich geprüft (Baumann et al., 2024, S. 5).

4.2 Erhebungsmaterialien- und Vorgehen

Den Teilnehmern wurden zwei Selbstlerneinheiten des HyLeC zum Thema 3D-Druck vorgelegt. Bei den 3D-Druck Selbstlerneinheiten handelt es sich um einen eigenständigen E-Learning Kurs, welcher in Abgrenzung zu Blended-Learning Formaten für die selbstgesteuerte Nutzung ohne externe Lehrpersonen konzipiert ist (Horton, 2006, S. 2). Im Folgenden werden die Selbstlerneinheiten, verwendete Materialien sowie das Vorgehen bei der Erhebung beschrieben.

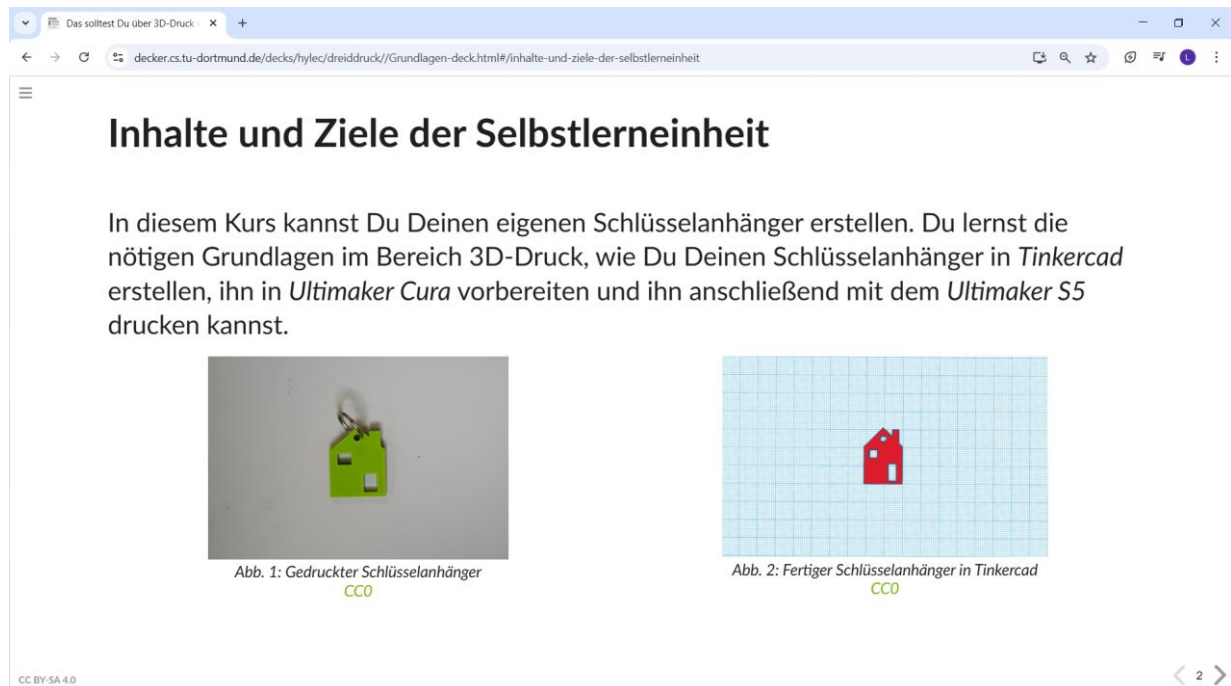
4.2.1 Allgemeines zu den HyLeC-Selbstlerneinheiten

Die digitalen Selbstlerneinheiten bieten die Möglichkeit zur selbstständigen, ortsunabhängigen Einarbeitung in die verschiedenen Stationen des HyLeC. In den Selbstlerneinheiten werden sowohl die benötigten Programme zur Vorbereitung als auch die Benutzung der Geräte vermittelt (HyLeC, 2024). Neben den Einheiten zum 3D-Druck gibt es weitere Einheiten, beispielsweise zur Nutzung von Lasercuttern oder Virtual Reality. Den Selbstlerneinheiten liegt die Idee zugrunde, dass die Lernenden anhand eines praktischen Projekts mit der jeweiligen Station vertraut werden. In der Einheit zum 3D-Druck werden die benötigten Programme und die Verwendung des 3D-Druckers durch die angeleitete Erstellung eines Schlüsselanhängers erlernt. Die Selbstlerneinheiten sind in den Internetauftritt des HyLeC eingebettet und auf den Ausstattungsseiten zu finden (HyLeC, o. D.-d).

Die Gestaltung der Selbstlerneinheiten erfolgt mit dem Softwarewerkzeug „Decker“, welches der Erstellung interaktiver Webpräsentationen dient (Decker, o. D.). Die Selbstlerneinheiten sind ähnlich wie Powerpoint-Präsentationen aufgebaut.

Abbildung 3

3 - Folie 2 der einführenden 3D-Druck Selbstlerneinheit des HyLeC



The screenshot shows a web browser window with the URL [decker.cs.tu-dortmund.de/decks/hylec/dreiddruck//Grundlagen-deck.html#inhalte-und-ziele-der-selbstlerneinheit](https://decker.cs.tu-dortmund.de/decks/hylec/dreiddruck//Grundlagen-deck.html#/inhalte-und-ziele-der-selbstlerneinheit). The page title is "Inhalte und Ziele der Selbstlerneinheit". The main text reads: "In diesem Kurs kannst Du Deinen eigenen Schlüsselanhänger erstellen. Du lernst die nötigen Grundlagen im Bereich 3D-Druck, wie Du Deinen Schlüsselanhänger in *Tinkercad* erstellen, ihn in *Ultimaker Cura* vorbereiten und ihn anschließend mit dem *Ultimaker S5* drucken kannst." Below the text are two images: "Abb. 1: Gedruckter Schlüsselanhänger" showing a physical green keychain, and "Abb. 2: Fertiger Schlüsselanhänger in Tinkercad" showing a red house-shaped keychain model on a blue grid. Both images have a "CC0" license icon below them. The browser's address bar and navigation icons are visible at the top. A "CC BY-SA 4.0" license notice is at the bottom left, and a navigation arrow with the number "2" is at the bottom right.

HyLeC (o. D.-b.)

4.2.2 Untersuchte Selbstlerneinheiten

Die erste Selbstlerneinheit „Das solltest Du über 3D-Druck wissen“ (HyLeC, o. D.-b) vermittelt als Einführung grundlegende Kenntnisse des 3D-Drucks und umfasst fünf Folien. Die zweite Selbstlerneinheit „Designe deinen eigenen Schlüsselanhänger“ (HyLeC, o. D.-c) vermittelt Kenntnisse der Software „TinkerCAD“. „TinkerCAD“ bietet die Möglichkeit, 3D-Modelle zu erstellen, und bietet Funktionen wie das Platzieren von Formen, das Anpassen von Objekten oder das Kombinieren von Objekten (Autodesk, o. D.). Die Selbstlerneinheit hat zum Ziel, dass Lernende befähigt werden, einen Schlüsselanhänger in „TinkerCAD“ zu erstellen, und umfasst insgesamt siebzehn inhaltliche Folien. In dieser Forschung wurden die ersten vier Folien bearbeitet, in welchen die Anlegung und Benennung eines 3D-Entwurfs vermittelt wird. Beide Selbstlerneinheiten bestehen aus Texten, Bildern und Videos und werden online angeboten. Die Selbstlerneinheit zum Anlegen eines 3D-Entwurfs enthält auf der letzten Folie eine Videoanleitung.

4.2.1 Studienumgebung und Vorgehen

Die Forschung fand im Einzelsetting in einem Büro der Werkstatt über den Teichen in Dortmund statt. Die Aussagen der Proband*innen wurden mit einem Mikrofon aufgezeichnet. Auftretende Probleme wurden zum einen als Gegenstand der Forschung vertiefend erkundet und zum anderen durch die Forschungsperson behoben, wenn diese die weitere Bearbeitung der Selbstlerneinheiten unmöglich machten. Die Selbstlerneinheiten wurden auf dem Laptop der Forschungsperson durchgeführt. Zur parallelen Nutzung des Programms „TinkerCAD“ wurde ein zweiter Bildschirm an den Laptop angeschlossen. An den Laptop wurde zudem eine Maus angeschlossen. Bereits vor der Forschung wurde ein TinkerCAD-Account für die Forschung erstellt, sodass die Teilnehmenden sich keinen eigenen Account erstellen mussten. Die Teilnehmenden arbeiteten jeweils an einem eigenen Projekt in TinkerCAD, sodass es keine Probleme durch beispielsweise abgeänderte Vorstellungen gab.

4.3 Pretest

Vor der Datenerhebung in der Werkstatt wurde ein Pretest durchgeführt. Als Pretests werden verschiedene Verfahren kategorisiert, die eine Datenerhebung vor ihrer eigentlichen Durchführung optimieren (Weichbold, 2022, S. 443). In der qualitativen Sozialforschung werden beispielsweise Probeinterviews durchgeführt (Weichbold, 2022, S. 449). Die gewonnenen Erkenntnisse aus den Pretests können im Anschluss zur Überarbeitung verschiedener Aspekte der Forschung genutzt werden. In einer Studie von Grotlüschen (2016, S. 61) wurde auf der Basis von Pretest-Ergebnissen beispielsweise die Item-Anzahl eines Fragebogens erhöht. In den Pretests zeigte sich zudem, dass die durchschnittliche Dauer der Interviews kürzer war als zuvor angenommen. Demnach können sowohl Forschungsinstrumente als auch der Studienablauf durch Pretests optimiert werden. Kaiser (2014, S. 69) beschreibt zudem, dass Pretests auch dazu dienen, dass Forschende die Interviewsituation auf der Basis des Erhebungsinstruments einstudieren können. Gleiches lässt sich auf die Erhebungssituation mit Usability-Methoden wie „Lautes Denken“ übertragen.

Der Pretest in dieser Forschung wurde mit einer studentischen Hilfskraft eines Fachgebiets der Fakultät Rehabilitationswissenschaften der TU Dortmund durchgeführt. Diese wurde aufgrund vorhandener Vorerfahrung in der Forschung mit Mitarbeitenden in WfbM ausgewählt. Zudem verfügt die Hilfskraft über Kenntnisse der Methode „Lautes Denken“. Aus diesen Aspekten wurde abgeleitet, dass die Hilfskraft Feedback 20

sowohl zur genutzten Methode als auch zur Zielgruppenpassung der Erhebung geben kann. Im Folgenden findet sich eine Auswahl der Kritikpunkte, die aus dem Pretest hervorgegangen sind:

- Forschungsvorhaben zielgruppengerecht anhand einfacher Formulierungen
- und mit Beispielen erklären,
- Aufgabenstellungen konkretisieren,
- Anzahl der konkreten Nachfragen erhöhen, ausschließlich offene Erzählaufforderungen können die Zielgruppe überfordern,
- TinkerCAD-Interface nutzen, das visuell dem Interface aus dem Erklärungsvideo der Selbstlerneinheit gleicht,
- eine abschließende Reflexion anstelle von zwei (jeweils nach der Bearbeitung einer Selbstlerneinheit), um Dopplungen zu vermeiden,
- beim Fragebogen den Begriff „Programm“ in „Selbstlerneinheit“ umändern,
- Verwendung einer Maus anstelle des Touchpads zur Bearbeitung der Selbstlerneinheit.

4.4 Studienablauf

Die Studie wurde insgesamt viermal durchgeführt. Die einzelnen Durchläufe beanspruchten circa 60 Minuten. Einzelne Aspekte, die hinsichtlich der Forschungsfrage relevant sind, wurden gemäß dem Prinzip der Zirkularität (Döring, 2023, S. 67) aufgeschrieben und in den jeweils folgenden Forschungsdurchgängen aufgegriffen.

Studienablauf und Aufgabenstellungen:

Zunächst wurde den Teilnehmenden eine kurze Einführung in das Forschungsvorhaben und den Ablauf der Forschung gegeben. Zusätzlich wurden personenbezogene Daten erhoben.

Erste Aufgabe: Die Teilnehmenden sollen die Funktionsweise des Programms ausprobieren. Währenddessen werden die Teilnehmenden dazu aufgefordert, ihre Gedanken, Gefühle, Absichten und Erwartungen zur Funktionsweise der Selbstlerneinheit auszudrücken.

Lernphase 1: Die Teilnehmenden sollen die Selbstlerneinheit „Das solltest Du über 3D-Druck wissen“ bearbeiten. Während der Bearbeitung werden den Teilnehmenden Fragen gestellt sowie Nutzungsaufgaben gegeben.

Lernphase 2: Die Teilnehmenden sollen die Selbstlerneinheit „Das solltest Du über 3D-Druck wissen“ bearbeiten. Während der Bearbeitung werden den Teilnehmenden Fragen gestellt sowie Nutzungsaufgaben gegeben.

Reflexion der Lernphasen: Die Teilnehmenden werden dazu aufgefordert, ihre Gedanken und Gefühle zu den bearbeiteten Selbstlerneinheiten zu benennen. Zudem werden spontane Nachfragen zu mitgeschriebenen Beobachtungen der Forschungsperson sowie vorbereitete Nachfragen gestellt.

Fragebogen: Zum Abschluss der Forschung wird der System Usability Scale Fragebogen in Leichter Sprache von den Teilnehmenden bearbeitet.

4.5 Transkription

Die einzelnen Forschungsdurchgänge wurden mit einem Mikrofon aufgenommen und anschließend transkribiert. Das Ziel der Transkription ist die „Verschriftlichung von Audio- und Videoaufnahmen, vor allem von Interviews und Gesprächen, sodass diese für die wissenschaftliche Auswertung genutzt werden können“ (Dresing & Pehl, 2020, S. 835).

Das Programm MAXQDA, als Software für qualitative Datenanalyse (MAXQDA, o. D.), wurde für die manuelle Transkription und Auswertung der Daten genutzt. Die finalen Transkripte lassen sich als einfaches wissenschaftliches Transkript charakterisieren, bei welchem „der Fokus der Analyse vorwiegend auf dem Inhalt des Interviews [...] liegt. Die Gesprächssituation wird wortgetreu abgebildet, wobei die Sprache leicht geglättet werden kann“ (Fuß & Karbach, 2019, S. 64-65). Es wurden die Transkriptionsregeln von Kuckartz und Rädiker (2022, S. 200-201) verwendet. Die Regeln für die Transkription von Gruppengesprächen, sowie Regeln, die kaum oder nicht angewandt wurden, sind in im Folgenden nicht dargestellt. Eine ausführliche Übersicht der Regeln findet sich in der Publikation der Autor*innen.

- Jeder Sprechbeitrag wird als eigener Absatz transkribiert, auch kurze Einwüfe anderer Personen wie „Ja“, „Nein“, „Genau“. Zwischen den Sprechbeiträgen wird eine Leerzeile eingefügt, um die Lesbarkeit zu erhöhen.
- Absätze der interviewenden oder moderierenden Person(en) werden durch „I:“ oder „M:“, die der befragten Person(en) durch eindeutige Kürzel (z. B. „B:“) eingeleitet.

- Es wird wörtlich transkribiert, also nicht lautsprachlich oder zusammenfassend. Vorhandene Dialekte werden nicht mit transkribiert, sondern möglichst genau in Hochdeutsch übersetzt, damit die Texte gut durchsucht werden können.
- Die Sprache wird leicht geglättet, das heißt an das Schriftdeutsch angenähert. [...] Die Wortstellung, bestimmte und unbestimmte Artikel etc. werden auch dann beibehalten, wenn sie Fehler enthalten.
- Deutliche, längere Pausen werden durch in Klammern gesetzte Auslassungspunkte „(...)“ markiert.
- Zustimmungende bzw. bestätigende Lautäußerungen („mhm“, „aha“ etc.) werden nicht mit transkribiert, sofern sie den Redefluss der Sprechenden Person nicht unterbrechen oder als direkte Antwort auf eine Frage zu verstehen sind.
- Störungen von außen werden unter Angabe der Ursache in Doppelklammern notiert, z. B. „((Handy klingelt))“.
- Unverständliche Wörter und Passagen werden durch „(unv.)“ kenntlich gemacht. [...]

4.6 Auswertung

Im Folgenden werden die Auswertung der Transkripte sowie der Fragebogen-Ergebnisse beschrieben.

4.6.1 Qualitative Inhaltsanalyse

Als Auswertungsmethode wurde die inhaltlich strukturierende qualitative Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2022) verwendet. Bei dieser Methode wird „das Material typischerweise in mehreren Codierdurchläufen mit deduktiv und/oder induktiv gebildeten Kategorien codiert“ (Kuckartz & Rädiker, 2022, S. 104). In Abgrenzung zu quantitativen Inhaltsanalysen stehen bei qualitativ inhaltsanalytischen Ansätzen nicht die Erhebung numerischer Daten wie „Umfänge, Verteilungen und Häufigkeiten von Wörtern und Satzstrukturen“ (Rössler, 2017, S. 19) im Vordergrund. Qualitative Inhaltsanalysen beziehen laut den Autoren primär die Individualität der Texte ein. Gemäß dem Paradigma der qualitativen Forschung braucht es dazu einen interpretativen, verstehenden Zugang zum Material (Strübing, 2013, S. 4). Es ist dennoch anzumerken, dass auch in der inhaltlich strukturierenden Inhaltsanalyse Häufigkeiten und andere statistische Maße erhoben werden können. Beispielsweise kann die Häufigkeit von genannten Themen dargestellt werden.

4.6.2 Induktive Kategorienbildung

Die Kategorienbildung erfolgte induktiv, da die Kategorien im ersten Schritt anhand des Materials erstellt wurden. Die Liste der gesammelten Kategorien wurde im Anschluss sortiert. Kategorien, die hinsichtlich der Forschungsfrage irrelevant sind, wurden entfernt, da das Kategoriensystem „in enger Verbindung zu den Fragestellungen und Zielen des Projekts gebildet sein“ soll (Kuckartz & Rädiker, 2022, S. 135). Zudem wurden sich überschneidende Kategorien zusammengefasst und eine erste Hierarchisierung vorgenommen, indem zwischen Subkategorien und Hauptkategorien unterschieden wurde. Bei der Definition der einzelnen Kategorien wurde sich teilweise an den Gestaltungsprinzipien der „Web Content Accessibility Guidelines“ (WCAG) orientiert, um Aussagen zur Beschaffenheit der Selbstlerneinheit zu definieren. Hier ist beispielsweise die Kategorie „Verständlichkeit“ (BfIT, 2025b) zu nennen.

4.6.3 Auswertung des SUS-Fragebogens

Der System Usability Scale in Leichter Sprache wurde anhand der Berechnungen des originalen Fragebogens von Brooke (1995) ausgewertet. Jedem Item wird dafür ein Wert von 0 bis 4 zugewiesen. Die Items 1, 3, 5, 7 und 9 erhalten den Wert der Skalenposition minus 1. Die Items 2, 4, 6, 8 und 10 erhalten die Punktzahl 5 minus die Skalenposition. Die Summe der Punktzahl der jeweiligen Items wird mal 2,5 gerechnet, sodass eine Gesamtpunktzahl von 0 bis 100 herauskommt, welche den finalen Wert darstellt.

5. Stichprobenbeschreibung und Auswahl

Zu Beginn der Studie wurden individuelle Merkmale der Teilnehmer erfasst, um eine bessere Einordnung und Übertragung der Ergebnisse zu ermöglichen. Diese sind in Tabelle 1 dargestellt. Im Rahmen des „Lauten Denkens“ gingen die Teilnehmer zudem auf ihre Vorerfahrung mit dem 3D-Druck und Computer ein. Aussagen dazu werden, zur vertiefenden Charakterisierung der Zielgruppe, bereits in diesem Kapitel vorgestellt. Außerdem werden in Kapitel 5.2 das Verfahren der Stichprobenauswahl sowie Kriterien, anhand derer die Stichprobe ausgewählt werden sollte, dargestellt.

5.1 Stichprobenbeschreibung

An der Studie nahmen insgesamt vier Personen teil. Alle Teilnehmer sind männlich und in einem Alter zwischen 30 und 40 Jahren. Die Teilnehmer arbeiten in unterschiedlichen Bereichen der Werkstatt, wobei zwei Teilnehmer im gleichen Bereich, dem 24

Digitaldruck, tätig sind. Alle Teilnehmer haben Vorerfahrung mit dem Computer. Ein Teilnehmer kann nicht lesen.

Tabelle 1

1 - Erhobene Merkmale der Probanden

	Geschlecht	Alter	Beruf / Einsatzbereich	Vorerfahrung 3D-Druck	Vorerfahrung Computer	Lese-fähigkeit
P1	M	30	Verpackung	Ja	Ja	Nein
P2	M	33	Infopoint Redaktion	Ja	Ja	Ja
P3	M	31	Digitaldruck	Nein	Ja	Ja
P4	M	39	Digitaldruck	Ja	Ja	Ja

Anmerkung. Die Abkürzung P steht für „Proband“. Diese Abkürzung wurde auch in den Transkripten verwendet (siehe Anhang 2).

Aus der Selbsteinschätzung geht hervor, dass 3 Teilnehmer über Vorerfahrungen mit dem 3D-Druck verfügen und ein Proband nicht (siehe Tabelle 1). Im Rahmen der Studie zeigte sich dennoch, dass sich Proband 3 auf einer theoretischen Ebene mit dem 3D-Druck befasst hat: „Ich habe es nur ein bisschen gesehen und habe mich ein kleines bisschen schlau gemacht, was es für Drucker gibt und welche Vorteile und Nachteile die dann so haben“ (P3: 13-14). Proband 3 zeigt zudem Wissen zu konkreten Möglichkeiten des 3D-Drucks, wie beispielsweise dem Hilfsmitteldruck, Materialarten oder dem Konstruktionsprogramm TinkerCAD (P3: 21; 38-40). Proband 1 gab an, dass er mit den Aufgaben der Selbstlerneinheit leicht unterfordert sei, weil er den 3D-Druck schon kenne (P1: 120-121) und bereits aufwändigere Produkte als einen Schlüsselanhänger gemacht hätte (P1: 27). Dies wird durch die Feldnotizen bestätigt, welche zeigen, dass der Teilnehmer die TinkerCAD-Aufgabe aus dem Video ohne Probleme löst (siehe Anhang 3). Proband 2 zeigte Fachwissen zum 3D-Druck: „Also bei dem Design, man muss theoretisch so eine Stütze bauen dazu, damit das nicht so durchbricht, wenn man das hat“ (P2: 71). Auch zum Programm TinkerCAD (P2: 35) und zum Druckprozess (P2: 49) zeigt er Vorwissen. Proband 4 gab an, dass er bereits über Vorerfahrung mit dem Programm TinkerCAD verfügt (P4: 64-65).

Um zu reflektieren, inwiefern die Ergebnisse auf weitere Mitarbeitende in WfbM übertragbar sind, können zudem Fremdeinschätzungen der Teilnehmer zu anderen Mitarbeitenden hinzugezogen werden. Auffällig ist diesbezüglich, dass alle Teilnehmer sich in ihren Aussagen von „den Schwächeren“ oder „Anfängern“ in der Werkstatt abgrenzten, die mehr Schwierigkeiten bei der Bearbeitung der Selbstlerneinheit hätten und mehr Unterstützung bräuchten. So äußerte ein Teilnehmer: „Also für Anfänger wäre es vielleicht ziemlich kompliziert. Für mich persönlich wäre es nicht kompliziert. Ich sehe hier bei TinkerCAD, dass man sich da eine Form auswählen kann. Für manche Schwächeren wäre das aber zu schwer“ (P4: 68). Ein anderer sagte: „Es gibt einige, die das nicht so verstehen, wie ich, zum Beispiel. Damit man das besser versteht, was das bedeutet“ (P2: 89).

Zur Vorerfahrung mit dem Computer gab ein Teilnehmer an, dass er das Internet oder Google fast gar nicht nutzen würde (P1: 65-66). Proband 2 berichtet, dass er mit dem PC einiges an Erfahrung hätte (P2: 11). Es ist hinzuzufügen, dass für die Arbeit im Digitaldruck der Umgang mit dem Computer eine Voraussetzung ist. Proband 3 und 4 arbeiten im Digitaldruckbereich der Werkstatt. Aus dem Vorgespräch mit Proband 2 geht zudem hervor, dass dieser journalistisch tätig ist und Texte schreibt, die auf dem digitalen Infopoint der Werkstatt dargestellt werden.

5.2 Stichprobenauswahl

Grundsätzlich lassen sich zwei übergeordnete Verfahren der Stichprobenziehung, die zufallsgesteuerte (probabilistische) und die nicht-zufallsgesteuerte (non-probabilistische) Stichprobenziehung, unterscheiden (Ebert et al., 2009, S. 51). Bei probabilistischen Stichprobenziehungen werden zufällig Fälle aus der Grundgesamtheit ausgewählt und das Ziel liegt darin, „von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit zurückzuschließen zu können; die Befunde, die für die Stichprobe gelten, sollen also auch auf die Grundgesamtheit anwendbar sein (Ziel ist die statistische Verallgemeinerbarkeit)“ (Schreier, 2011, S. 244).

In Abgrenzung dazu werden in der qualitativen Forschung zumeist non-probabilistische und häufig absichtsvolle/bewusste Stichprobenziehungen durchgeführt, bei welchen die Teilnehmenden anhand definierter Merkmale ausgewählt werden (Döring, 2023, S. 296). Dies ist (unter anderem) der Fall, da „die differenzierte interpretative Rekonstruktion der einzelnen Fälle im Kontext ihrer Lebenswelt angestrebt wird und

26 damit ein hoher Arbeitsaufwand für jeden einzelnen Fall verbunden ist, wären größere Stichprobenumfänge bei qualitativen [...] Studien aus forschungsökonomischen Gründen gar nicht zu bewältigen“ (Döring, 2023, S. 303). Bei absichtsvollen Stichproben werden auf der Basis von theoretischem und empirischem Vorwissen Proband*innen ausgewählt, die Merkmale haben, die hinsichtlich der Forschungsfrage besonders relevant sind (Döring, 2023, S. 303).

Die Stichprobe wurde von einem Stakeholder der kooperierenden WfbM anhand vorab definierter Kriterien ausgewählt. Die Kriterien wurden einer vergleichbaren Studie von Bernasconi (2009, S. 163) entnommen und angepasst. Im Folgenden findet sich eine Auflistung der Kriterien mit Anmerkungen:

1. Die Teilnehmer müssen über grundlegende Computerkenntnisse verfügen, welche sie befähigen, die Maus zu benutzen. Kenntnisse besonderer Software oder die Handhabung spezieller Hardware sind nicht gefordert.
2. Es sollte ein selbstständiger oder durch Freunde oder Familie unterstützter Erstkontakt mit dem Internet stattgefunden haben.
3. Die Teilnehmer müssen der mündlichen Sprache mächtig sein, um eine verbale Verständigung während der Befragung und der Untersuchung zu ermöglichen.
4. Die Teilnehmer müssen grundlegende schriftsprachliche Kompetenzen beherrschen. Das Mindestmaß ist eine Lesefähigkeit, die den Teilnehmern ermöglicht, einzelne Wörter zu lesen. Diesbezüglich ist anzumerken, dass sich im Verlauf der Studie herausstellte, dass ein Proband nicht lesen kann. Die Forschung wurde dennoch durchgeführt.
5. Die Teilnehmer sollten sich für das Thema „3D-Druck“ interessieren und freiwillig an der Untersuchung teilnehmen, da auch die Erkundung der Selbstlerneinheit zu großen Teilen auf Eigeninitiative basiert. Aus diesem Grund wurden vom Stakeholder Probanden ausgewählt, die sich bereits theoretisch oder praktisch mit dem Thema 3D-Druck befasst haben und daran interessiert sind.

6. Ergebnispräsentation

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Datenerhebung anhand der erstellten Haupt und Subkategorien (siehe Abb. 4) dargestellt. Innerhalb dieser Kategorien lassen sich grundsätzlich zwei Arten von Aussagen: Bewertungen und Verbesserungsvorschläge bestimmen. Diese sind sowohl innerhalb der Kategorien als auch separat aufgeführt,

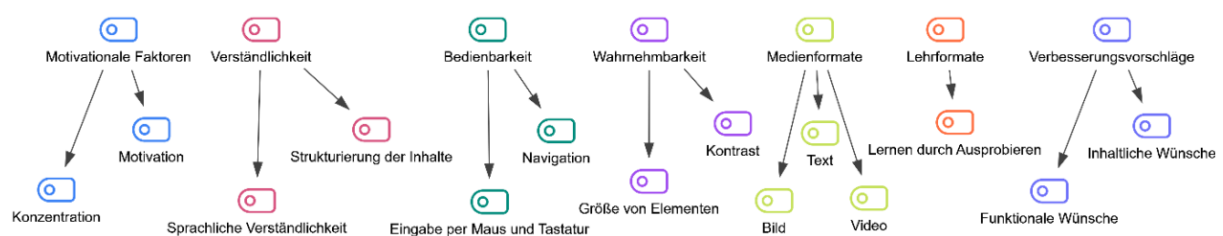
27 da „funktionale Wünsche“ und „inhaltliche Wünsche“ nicht eindeutig einer Hauptkategorie zugeordnet werden können. Die Feldnotizen werden zudem verwendet, um Aspekte sichtbar zu machen, die nicht aus dem Gesagten der Teilnehmer hervorgehen, und um einzelne Aussagen zu ergänzen. Zudem werden die Gesamtpunktzahl der SUS-Fragebögen und ausgewählte Ausprägungen einzelner Items ergänzend dargestellt.

6.1 Ergebnisdarstellung – „Lautes Denken“

Im Aufbau werden aus der Erhebung des lauten Denkens vorgestellt.

Abbildung 4

4 - Haupt und Subkategorien der Auswertung



6.1.1 Motivationale Faktoren

Der Kategorie „motivationale Faktoren“ wurden Aspekte zugeordnet, die die innere Antriebsstärke der Nutzenden, sich mit der Selbstlerneinheit auseinanderzusetzen, beeinflussen. Ein Teilnehmer äußerte, dass es ihn motivierte, eigenständig und mit Unterstützung etwas Neues zu lernen und anderen vom eigenen Schaffen zu berichten (P3: 112-113). Auch das Aufzeigen von möglichen Resultaten des Lernprozesses hatte einen positiven Einfluss auf die Motivation der Teilnehmenden. Proband 2 äußert diesbezüglich: „Wenn man sieht, was man da geschafft hat, dann würde die Motivation weiter hochgehen und man sich denken, ach, das habe ich Heute geschafft, das sieht so gut aus“ (P2: 49).

Hinsichtlich der aufgewendeten Konzentration sagte ein Teilnehmer, dass das Durcharbeiten von längeren Textblöcken viel Konzentration brauche: „Das ist eine Sache, wo man sich auch schon sehr konzentrieren muss und auch seine Ruhe für braucht, wenn man damit arbeitet“ (P4: 72). Ein anderer Teilnehmer äußerte zum Ende der zweiten Selbstlerneinheit, dass seine Konzentration „jetzt ein bisschen schlecht geworden sei“ (P2: 97). Zur Verbesserung der Lernmotivation brachte ein Teilnehmer 28 den Vorschlag ein, Pausenzeiten in den Lernprozess zu integrieren (P2: 84-85). Das

sei nicht nur für ihn, sondern auch für weitere Mitarbeitende der Werkstatt bedeutsam. Ein Teilnehmer thematisierte abseits der Beschaffenheit der Selbstlerneinheit auch die Lernumgebung als wichtigen Aspekt, der die Konzentration beeinflussen kann:

Also für mich wäre ein Raum wichtig, ein eigener Arbeitsraum, wo man ungestört arbeiten kann. Das wäre mir für die Werkstatt sehr wichtig. Das hatte ich auch schon angesprochen, das lässt sich leider nicht einrichten. Für mich wäre so ein Raum aber sinnvoll, wenn man das hätte. In den Arbeitsbereichen unten ist es nämlich auch stressig. Da ist viel Tumult und so. Da ist mit sowas zu arbeiten sehr schlecht. Dann kommen alle an, gucken sich das an, dann kann man sich nicht mehr so gut konzentrieren. Dann ist hier so ein Raum entspannter. (P4: 95).

6.1.2 Verständlichkeit

Die Kategorie „Verständlichkeit“ meint sowohl die sprachliche Formulierung als auch die Gliederung der Inhalte, die je nach Ausgestaltung zu einem besseren oder schlechteren Verständnis führen können.

Sprachliche Verständlichkeit

Die Teilnehmer hatten Schwierigkeiten, bestimmte Wörter und Abkürzungen zu verstehen. Zwei Teilnehmende nannten diesbezüglich das Wort „Öse“ (P2: 73; P4: 58-60). Weitere unverständliche Wörter waren „niederschwellig“ (P3: 88), „zugänglich“ (P3: 88) und „Modelldesign“ (P2: 53).

Als Lösungsvorschlag äußerte Proband 4 eine einfachere Formulierung aus dem eigenen Sprachgebrauch:

Vielleicht könnte man auch das Fremdwort weglassen mit dem Anhänger hier, einfach schreiben, woran man den Schlüssel befestigen kann. Öse ist jetzt nicht so ein häufiger Begriff. Ich hatte auch schonmal davon gehört, aber ich sage immer Loch dazu. (P4: 62).

Die einfachere Formulierung von schwierigen Wörtern spiegelt sich auch in dem Vorschlag wider, dass die Texte in Leichter Sprache formuliert werden könnten (P2: 51; P3: 25). Zudem bemängelten die Teilnehmenden, dass sie die Abkürzungen nicht verstehen würden (P2: 71; P3: 81-83;). Proband 2 sagte dazu: „Dieses L, B, H (...) da weiß ich auch nicht, was das bedeuten sollte“ (P2: 71). Proband 1 sagte, dass er für

die Beschriftung der Achsen aus einem anderen Konstruktionsprogramm andere Abkürzungen kennen würde:

I: Und auch, was das heißt, L, B, H? P1: „Ne, kenne nur X, Y, Z. I: „Okay, du kennst nur X, Y, Z aus dem Programm, mit dem du gearbeitet hast? P1: Ja. (P1: 81-84).

Als Verbesserungsvorschlag zu den Abkürzungen wurde eingebracht, dass diese ausformuliert werden könnten (P2: 76-77; P3: 84). Dennoch wurden auch die „einfachen Erklärungen“ der Textinhalte positiv hervorgehoben (P3: 24-25).

Strukturierung der Inhalte

Zur Strukturierung der Inhalte wurde vor allem die Auflistung von Inhalten in einer sinnvollen Reihenfolge als Aspekt genannt (P2: 51; P3: 96-98; P4: 37-40). Zur schrittweisen Erklärung im Video sagte Proband 4 dazu:

Es ist für mich verständlich und gut erklärt. Ich finde auch gut, dass man da sagt und da musst du das ändern und die Schrittweise ist gut, die würde ich so lassen. I: Die Reihenfolge? P3: Die Reihenfolge, ja. (P4: 96-98).

Ein Proband erwähnte auch die Kennzeichnung der Inhalte durch eine Überschrift als ein hilfreiches Element (P3: 73-74).

6.1.3 Bedienbarkeit

Die Kategorie „Bedienbarkeit“ meint die intuitive Nutzung von unterschiedlichen Funktionen der Selbstlerneinheit. Dazu zählt beispielsweise die Navigation oder die Bedienung per Maus und Tastatur.

Navigation

Alle Teilnehmer hatten Schwierigkeiten, von der ersten in die zweite Selbstlerneinheit zu gelangen (P1: 71-72; P2: 57; P3: 69-70; P4: 49-52). Die Übersicht der Inhalte im Burgermenü wurde positiv hervorgehoben (P3: 27-29). In den Feldnotizen zeigt sich dementsprechend, dass zwei Teilnehmende die Inhaltsübersicht im Burgermenü erfolgreich zur Navigation verwenden konnten (siehe Anhang 3).

Ein Teilnehmer hatte zu Beginn Schwierigkeiten, auf die nächste Seite der Selbstlerneinheit zu gelangen, und klickte stattdessen auf den Link zur HyLeC-Internetseite

(P1: 23-26). Aus den Feldnotizen geht hervor, dass sich dieser Fehler ein zweites Mal wiederholte (siehe Anhang 3). Proband 1 bewertete dennoch die Möglichkeit zum einfachen Weiterklicken positiv, was in Abgrenzung zu Internetseiten mit Scrolling-Funktion positiv wäre: „Die meisten Seiten wollen, dass man immer nach unten geht, das kann alles durcheinanderbringen. [...] Wenn man weiter runterscrollt, dann weiß man nicht, wo man aufgehört hat. Man ist dann so zwischen den Seiten“ (P1: 116-119).

Aus den Feldnotizen geht zudem hervor, dass Proband 3 und 4 direkt zu Beginn auf die „Weiter-Taste“ klicken, um auf die nächste Folie zu gelangen, was auf ein intuitives Verständnis der Navigation hinweist (siehe Anhang 3).

Nutzung weiterer Funktionen

Ein Teilnehmer bevorzugt die Bedienung der Selbstlerneinheit per Tastatur im Vergleich zur Nutzung per Touch auf einem Tablet. Als Vorteil der Tastaturbedienung nennt er die Möglichkeit, Tastenkombinationen zu nutzen, welche der einfachste Schritt seien, wenn man etwas schnell machen möchte (P3: 30-33). Dennoch äußert er, dass für die Schwächeren in der Werkstatt, die nicht mit dem Laptop klarkommen, die Möglichkeit zur Tabletnutzung schön wäre (P3: 35).

Die Teilnehmer hatten zudem Probleme, die Zoomfunktion zu nutzen. Bei einem Teilnehmer funktionierte weder das Zoomen per Maus noch das Zoomen per Tastatur (P2: 62-65). Auch Proband 1 hatte Probleme, die Tastatur und spezifischer die Zoomfunktion zu nutzen (P1: 57-64).

Als Verbesserungsvorschlag wurde diesbezüglich ein Hinweis auf die Tastenkombination zum Zoomen benannt (P2: 66-67).

6.1.4 Wahrnehmbarkeit

Die Kategorie „Wahrnehmbarkeit“ meint angelehnt an die WCAG-Definition, inwiefern die Funktionen und Inhalte so präsentiert werden, dass sie von den Nutzenden bemerkt werden können.

Schriftgröße- und Dicke

Die Schriftgröße und -dicke wurden von einem Teilnehmer kritisiert:

Ja, also ich finde, dass das ein kleines bisschen zu klein geschrieben ist. (...)
Für Leute, die schwer lesen können oder sowas, das ist meine Meinung, müsste

das ein bisschen dicker oder größer geschrieben sein, damit die das gut lesen können. (P2: 30).

Farbkontraste

Zudem zeigte sich, dass der weiße Mauszeiger auf dem weißen Hintergrund von einem Teilnehmer schlecht erkannt werden konnte (P2: 26). Zur Lösung dessen schlug Proband 2 vor, dass der Hintergrund in Schwarz gestaltet werden könnte.

6.1.5 Medienformate

Diese Kategorie bezieht sich auf das spezifische Format, in dem die Inhalte dargestellt werden, wie beispielsweise Bild, Text oder Video. Es geht darum, wie die Teilnehmenden die unterschiedlichen Formate oder Formatkombinationen bewerten.

Bild

Besonders die Möglichkeit, finale Druckprodukte sehen zu können, wurde hinsichtlich des Bildformates positiv hervorgehoben (P3: 42; P4: 39-42). Der Teilnehmer, der nicht lesen kann, hebt zudem hervor, dass das Bildformat für ihn geeigneter sei, da er „nicht lesen [...] sondern einfach nur sehen muss“ (P1: 113-115).

Text

Beim Textformat zeigt sich, dass ein Teilnehmer nicht den ganzen Text gelesen hat: „P3: Ich habe nur kurz drübergelesen. I: Also nicht von Anfang bis Ende? P3: Nein. I: Warum? P3: Ich möchte dann einfach, dass das endlich fertig wird“ (P3: 54-58).

Als Ergänzung zum Textformat sagte ein Teilnehmer, dass Bilder hinzugefügt werden könnten, die zeigen, wie man bestimmte Aufgaben des 3D-Drucks konkret macht (P3: 61-64). Aus den Feldnotizen geht hervor, dass die Folien mit Videos oder Bildern länger angeschaut wurden als die Folien, auf denen ausschließlich Texte zu sehen waren (siehe Anhang 3).

Video

Beim Videoformat äußert Proband 1 wie beim Bildformat, dass es ihm hilft, dass er die Inhalte sehen kann (P1: 100-103). Ein anderer Teilnehmer kritisiert das Videoformat aufgrund der Wiedergabegeschwindigkeit und Problemen, sich die Inhalte des Videos zu merken:

Das Video (...) das ist für manche halt zu schnell und wenn man dann stoppt und hä, dann versteht man den Sinn zwischendurch nicht. Wenn man stoppt und dann in der Software irgendwo hinget, dann vergisst man schon, was man gemacht hat. Der Zusammenhang ist dann gestört, weil man sich nicht auf beides gleichzeitig konzentrieren kann. Dann weiß man nicht, hä, wo war ich jetzt bei dem Video und muss dann das Video von vorne starten, damit man weiß, ach bis dahin habe ich schon geguckt und so geht es weiter. (P2: 104).

Zur Lösung des Problems bringt der Teilnehmende die Idee ein, dass eine andere Person als „Hilfsmittel“ dabei ist und noch einmal erklärt, was in dem Video gesagt wurde, sodass man das Video nicht direkt neustarten muss (P2: 106)

6.1.6 Lehrformate

Diese Kategorie umfasst die didaktischen Methoden und Strategien, die beim Vermitteln der Lerninhalte verwendet werden. Dazu können zum Beispiel das textbasierte Lernen oder das praktische Ausprobieren gezählt werden.

Lernen durch Ausprobieren

Zur didaktischen Aufbereitung der Selbstlerneinheit wurde nur ein Aspekt genannt. Ein Teilnehmer äußerte, dass er das Lernen durch Ausprobieren dem Lesen von Texten vorziehen würde (P3: 59-60; 67-68).

6.1.7 Weitere Verbesserungsvorschläge

Diese Kategorie enthält Verbesserungsvorschläge und Wünsche der Teilnehmenden hinsichtlich der Gestaltung der Selbstlerneinheit, die sich nicht direkt in die anderen Kategorien einordnen lassen oder mehreren Kategorien zugeordnet werden könnten.

Inhaltliche Wünsche

Die Teilnehmer wünschten sich ein Video über den Ablauf des 3D-Druck Prozesses (P4: 29). Ein anderer Teilnehmer bemerkte diesbezüglich zu einem 3D-Druck Zeitraffer-Video:

Ich fände es sehr toll, wenn man noch einzelne Schritte zeigen könnte. Das wäre dann noch ein bisschen einfacher. Das jetzt im Schnellformat zu sehen ist auch super schön. Dass das Drucken schön aussieht ist gut, ich würde aber

gerne nochmal das Endprodukt sehen, wie das dann fertig aussieht zum Beispiel dann. (P3: 42).

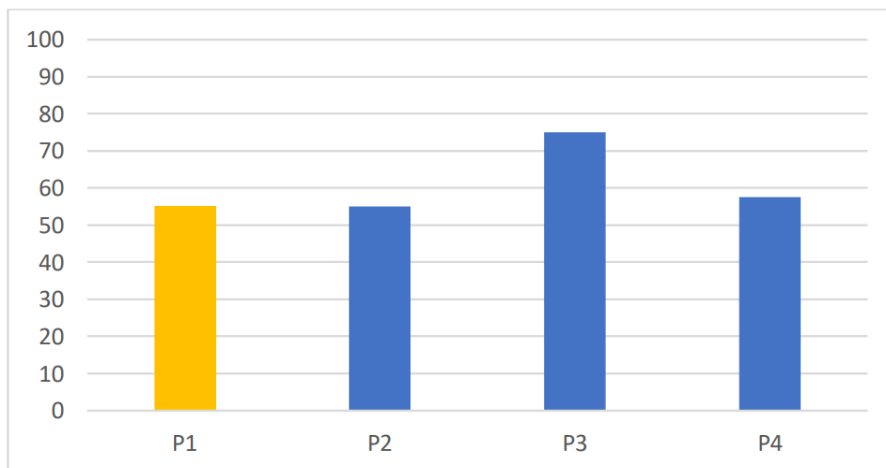
Funktionale Wünsche

Als funktionalen Verbesserungsvorschlag wurden mehrfach ein/e „Vorlesefunktion / Sprachassistent“ genannt (P2: 37; P3: 35). Diese Aspekte lassen sich sowohl der Kategorie „Verständlichkeit“ zuordnen, wenn die Sprachausgabe ein fehlendes Textverständnis kompensiert, als auch der „Wahrnehmbarkeit“, wenn die Sprachausgabe einen fehlenden Sehsinn kompensiert.

6.2 Ergebnisdarstellung – „System Usability Scale“

Abbildung 5

5 - Einschätzung der Gebrauchstauglichkeit nach Probanden



Anmerkung. Die Ausprägungen von P1 bis P4 stehen jeweils für die Gesamtpunktzahl, die die einzelnen Probanden in dem SUS angegeben haben.

Grundsätzlich gilt bei der Interpretation des SUS, dass je höher die Punktzahl ist, desto besser wird die Usability bewertet. Laut Sauro (2018) lassen sich alle Ergebnisse, die unter einem Wert von 68 liegen, als unterdurchschnittlich einordnen. Somit zeigen Proband 1, 2 und 4 eine unterdurchschnittliche Bewertung der Usability der Selbstlerneinheit. Lediglich Proband 3 hat die Usability mit einem Score von 75 (siehe Abb. 5) knapp überdurchschnittlich bewertet. Das Item, das am höchsten bewertet wurde, ist: „Ich möchte die Selbstlerneinheit immer wieder nutzen“. Drei von vier Probanden stimmten dieser Aussage voll zu und ein Proband stimmte der Aussage zu. Eine stärkere Ausprägung findet sich zudem bei dem Item „Die Selbstlerneinheit ist leicht zu benutzen“, welchem im Durchschnitt 81,25 % der Probanden zustimmen.

7. Diskussion

Im Aufbau werden die zentralen Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zunächst zusammengefasst und anschließend anhand der bisherigen Forschungsergebnisse diskutiert.

Die Ergebnisse des System Usability Scale sind (als quantitatives Instrument) allein stehend und aufgrund der geringen Stichprobengröße wenig aussagekräftig. Aus diesem Grund werden die Ergebnisse der einzelnen Items nur dann aufgegriffen, wenn diese zu den Themenbereichen im Rahmen des „Lauten Denkens“. Diese werden in Kapitel 7.8 dargestellt. Hier werden vor allem die Aspekte der Bedienbarkeit aufgegriffen.

7.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Teilnehmer unterschiedliche Aspekte zur Bewertung und Verbesserung ihrer Nutzungserfahrung äußern konnten. Eine klare Gemeinsamkeit zeigte sich darin, dass alle Teilnehmer es nicht schafften, selbstständig in die zweite Selbstlerneinheit zu gelangen. Zudem äußerten alle Teilnehmer besonders zur Verständlichkeit der Inhalte Kritik und Verbesserungsvorschläge. Diesbezüglich wurden die Verwendung von einfachen Formulierungen, das Ausschreiben von Abkürzungen und eine übersichtliche Darstellung als Verbesserungsideen genannt. Hinsichtlich der Formate „Bild“ und „Video“ äußerten die Teilnehmer den Vorteil, dass durch diese konkrete Schritte des Druckprozesses und Druckprodukte sichtbar gemacht werden können, was einen positiven Einfluss auf die Lernmotivation haben kann. Die Kombination verschiedener Formate wurde zudem als Verbesserungsvorschlag formuliert. Diesbezüglich wurden beispielsweise die Ergänzung von Texten durch Bilder und die Ergänzung der Inhalte durch eine Vorlesefunktion genannt. Des Weiteren wurden die Gestaltung des Lernprozesses und der Lernumgebung angesprochen. Für einen konzentrierten Lernprozess bräuchte es demnach Pausen und eine ruhige Lernumgebung. Hinsichtlich der Bedienbarkeit des Programms zeigten sich wenige Probleme, beispielsweise bei der Verwendung der Zoomfunktion.

7.2 Verständlichkeit und Textformat

Hinsichtlich der inhaltlichen Verständlichkeit bestätigen die Aussagen der Teilnehmer Ergebnisse einer Studie von Berger et al. (2010, S. 125). Die Autor*innen fanden in

dieser heraus, dass schwierige Sprache oder Fremdwörter und Fachsprache ein wesentlicher Bereich sind, in dem Barrieren bei der Internetnutzung für Menschen mit Lern- und geistiger Behinderung entstehen können. Auch die Teilnehmer der vorliegenden Studie zeigen Probleme beim Verstehen von Fachsprache und Abkürzungen (Kap. 6.1.2).

Einige Aussagen deuten zudem darauf hin, dass die Teilnehmer das Textformat negativer beurteilen als andere Formate, wie beispielsweise Bild und Video (Kap. 6.1.5). Eindeutig scheint dies bei Proband 1 aufgrund einer Leseunfähigkeit zu sein. Weitere Hinweise finden sich in der Aussage eines Teilnehmers, der angab, dass er über einen Text „nur kurz drübergelesen“ hätte und wolle, „dass das endlich fertig wird“ (Kap. 6.1.5). Eine mögliche Ursache für die Ablehnung des Textformats liegt in den beschriebenen Verständlichkeitsbarrieren, welche zu einer frustrierenden Nutzungserfahrung führen können. In diesem Zusammenhang zeigen sich in der Literatur auch Probleme bei textbasierten CAPTCHA. Demnach bestätigen Gafni und Nagar (2016, S. 218), dass textbasierte CAPTCHA von Menschen mit Lernbehinderung als frustrierend empfunden werden. Es ist jedoch anzumerken, dass textbasierte CAPTCHA in Abgrenzung zur untersuchten Selbstlerneinheit zumeist einzelne Wörter und keine ganzen Sätze beinhalten. Zudem wird CAPTCHA-Text verzerrt dargestellt, was die korrekte Interpretation der Zeichen zusätzlich erschwert und somit zum Ausschluss der Nutzenden von digitalen Systemen führen kann. In der Selbstlerneinheit führten die Verständlichkeitsbarrieren (bis auf Proband 1) hingegen zum Unverständnis einzelner Inhalte und nicht zum vollständigen Ausschluss. Es ist zudem zu ergänzen, dass die Verständlichkeit nicht allumfänglich negativ bewertet wurde, da auch „einfache Erklärungen“ erkannt und positiv bewertet wurden (Kap. 6.1.2).

Zur Lösung von Verständlichkeitsproblemen äußern die Teilnehmer die Idee, Texte in leichter Sprache zu verfassen und Abkürzungen auszuschreiben. Hier zeigen sich Überschneidungen mit einer Untersuchung von Adrian et al. (2017, S. 155), in welcher einfache oder Leichte Sprache als ein zentrales Hilfsmittel für Menschen mit Lernschwierigkeiten bei der Mediennutzung benannt wurde. Die Ergebnisse entsprechen zudem den Vorgaben der Web Content Accessibility Guidelines, in welchen die 36 Verwendung von einfacher Sprache und die Erläuterung von Fachbegriffen und Abkürzungen für Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen festgeschrieben sind (BfIT, 2025b). In der Literatur finden sich zudem weitere Lösungsansätze. Dazu zählt

die Erklärung von Begriffen durch digitale Anwendungen, welche sich in zwei Studien (Knight et al., 2015, S. 90; Moreno et al., 2023, S. 112-113) für Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen als hilfreich erweisen. Von den Teilnehmern der vorliegenden Studie wurde dieser Aspekt jedoch nicht thematisiert. Es ist anzunehmen, dass die beschriebenen Hilfen dennoch für die Teilnehmer geeignet wären, da diese bereits erwähnte Verständlichkeitsprobleme adressieren.

7.3 Strukturierung der Inhalte und Lehrformate

Als weiterer Aspekt zur Verbesserung der Verständlichkeit wurde die Kennzeichnung der Inhalte durch Überschriften genannt. Außerdem wurde die Auflistung der Inhalte in einer sinnvollen Reihenfolge erwähnt (Kap. 6.1.2). Die Strukturierung der Texte steht in der bisherigen Forschung (Kap. 3) weniger im Fokus und wird eher implizit aufgegriffen, indem beispielsweise die Verwendung von leichter Sprache thematisiert wird. Im Regelwerk des Netzwerks Leichte Sprache wird diesbezüglich die Verwendung von vielen Absätzen und Überschriften empfohlen. Zudem sollen alle Wörter, die vom Sinn her zusammengehören, in eine Zeile geschrieben werden (NLS, 2022, S. 51-52).

7.4 Formatalternativen- und Ergänzungen

In der aktuellen Forschung (Kap. 3) zeigt sich, dass kurze Texte in Kombination mit Bildern sowie die Verwendung einer Vorlesefunktion hilfreiche Unterstützungen für Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen sein können (Bernasconi, 2009, S. 252-258; Semm & Spierling, 2020, S. 184). Dies bestätigen auch die Probanden 2, 3 und 4 der vorliegenden Studie (Kap. 6.1.5 und 6.1.7). Auf Proband 1 und weitere Nutzungsgruppen, die von einer Leseunfähigkeit betroffen sind, trifft dies wahrscheinlich nicht zu. Auch kurze Texte sind für diese nicht zugänglich. Demnach gab Proband 1 an, dass er die Formate „Bild“ und „Video“ gegenüber dem Textformat vorziehen würde, da er die Inhalte auf diesen sehen kann (Kap. 6.1.5).

7.5 Wahrnehmbarkeit

Ein Teilnehmer gab zudem an, dass er die Schriftgröße- und dicke erhöhen würde (Kap. 6.1.4). Dies entspricht den WCAG-Kriterien, laut welchen Textgrößen zur Verbesserung der Wahrnehmbarkeit anpassbar sein sollen (BfIT, 2025b). Dadurch 37 können beispielsweise sehbeeinträchtigte Menschen Texte besser erkennen. Auch die Teilnehmer*innen einer Untersuchung (mit einer sogenannten geistigen Behinderung) von Bernasconi (2009, S. 252) gaben an, dass sie eine vergrößerte Schrift als

angenehm empfunden würden. Dies unterstreicht, dass auch Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen davon profitieren können, wenn die Schriftgröße- und dicke den individuellen Präferenzen entsprechen. Ein unpassendes Textformat hingegen könnte einen zusätzlichen Leseaufwand zur Folge haben, da Menschen mit Lernbehinderung ohnehin schon Probleme bei der korrekten Interpretation von einzelnen Zeichen haben (Davanand et al., 2024, S. 1626). An dieser Stelle finden sich also Hinweise darauf, welche Probleme bei einer Kombination von Seh- und kognitiven Beeinträchtigungen entstehen können.

7.6 Bedienbarkeit und Navigation

Laut Small et al. (2005, S. 1795) können nur 19 % der Menschen mit einer leichten bis mittelschweren Entwicklungsstörung erfolgreich und ohne umfangreiche Unterstützung auf Webseiten navigieren. Bei allen Teilnehmern zeigte sich diesbezüglich ein Problem, selbstständig in die zweite Selbstlerneinheit zu gelangen (Kap. 6.1.3). Es ist fraglich, ob dies auf die Eigenschaften der Zielgruppe zurückzuführen ist, da die Navigation auch im Pretest mit einer Person ohne kognitive Beeinträchtigung nicht direkt funktionierte. In Abgrenzung zu den Ergebnissen von Osterrieder-Schlick et al. (2011, S. 68) und Bernasconi (2009, S. 242) wurden herkömmliche Navigationselemente (bei der Selbstlerneinheit das Burgermenü und die „weiter“-Buttons) erfolgreich von den Teilnehmern verwendet. Bei Proband 1 zeigten sich zu Beginn der Nutzung Schwierigkeiten, auf die nächste Seite der Selbstlerneinheit zu gelangen und klickte stattdessen auf den Link zur HyLeC-Internetseite (Kap. 6.1.3). Es ist anzumerken, dass Proband 1 dennoch im Verlauf die Möglichkeit zum einfachen Weiterklicken, in Abgrenzung zu Internetseiten mit Scrolling-Funktion, positiv bewertete. Aus den Feldnotizen geht zudem hervor, dass Proband 3 und 4 direkt zu Beginn auf die „Weiter-Taste“ klicken, um auf die nächste Folie zu gelangen, was auf ein intuitives Verständnis der Navigation hinweist (siehe Anhang 3). Dass die Navigation eine zentrale Barriere bei der Internetnutzung ist (Berger et al., 2010, S. 64), zeigt sich demnach in der vorliegenden Untersuchung nicht eindeutig. Möglicherweise ist dies darauf zurückzuführen, dass die untersuchte Selbstlerneinheit wenig komplex ist und im Vergleich zu anderen Internetseiten wenige Navigationselemente beinhaltet.

7.7 3D-Druck und Konzentration

Zu den folgenden Erkenntnissen wurden in der Literaturrecherche (Kap. 3) keine empirischen Studien gefunden. Da die Ergebnisse, besonders zu dem Lernthema

„3DDruck“, erste Erkenntnisse in einem kaum erforschten Bereich bieten, werden diese dennoch vorgestellt und diskutiert. Die Teilnehmer schlugen vor, auf den Bildern die konkrete Durchführung des 3DDrucks zu zeigen (Kap. 6.1.5). Ein anderer Teilnehmer äußerte den Ablauf eines 3DDruck Prozesses im Videoformat als Inhaltswunsch (Kap. 6.1.7). Dabei sollen ebenfalls die einzelnen Schritte gezeigt werden. Zu den Bildinhalten wurde geäußert, dass das Aufzeigen von Druckresultaten eine motivierende Wirkung hätte (Kap. 6.1.5). Die benannten Aspekte lassen sich auf andere Lernthemen übertragen, bei denen Kompetenzen zur Erstellung von konkreten Produkten vermittelt werden. Hier wäre beispielsweise die Lasercutter-Selbstlerneinheit des HyLeC zu nennen (HyLeC, o. D.-e).

7.8 System Usability Scale

Zur Beurteilung der Ergebnisse des System Usability Scale werden im Folgenden die Ausprägungen einzelner Items beschrieben. Zu den jeweiligen Aussagen des SUS gibt es fünf Antwortmöglichkeiten (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2

2 - Antwortoptionen des System Usability Scale

Stimme gar nicht zu.	Stimme nicht zu.	Teils, Teils.	Stimme zu.	Stimme voll zu.
----------------------	------------------	---------------	------------	-----------------

(siehe Anhang 1.1)

Drei von vier Probanden stimmen der Aussage „Ich möchte die Selbstlerneinheit immer wieder nutzen“ voll zu. Dies deutet darauf hin, dass die Probanden die Selbstlerneinheit grundsätzlich als nützlich empfanden, auch wenn sie in spezifischen Bereichen Verbesserungspotenziale sehen. Auffällig ist dennoch, dass auch Proband 1 dieser Aussage voll zustimmt, obwohl dieser nicht lesen kann und die Selbstlerneinheit zu einem großen Teil auf dem Textformat basiert. Als mögliche Ursache ist auf eine Antwortverzerrung hinzuweisen, die im Limitation-Kapitel (Kap. 8.4) tiefergehend reflektiert wird. Zudem ist zu berücksichtigen, dass die Bereitschaft zur wiederholten Nutzung der Selbstlerneinheit nicht zwangsläufig mit einem vollständigen Verständnis der 39 Lerninhalte einhergehen muss. Andere Aspekte der Nutzungserfahrung könnten das geringe inhaltliche Verständnis ausgleichen. Dass ein Großteil der Probanden der Aussage „Die Selbstlerneinheit ist leicht zu benutzen“ zustimmt und der Aussage „Die

Selbstlerneinheit ist schwierig zu nutzen“ nicht zustimmt (siehe Anhang 1.2). Dies deckt sich mit den Ergebnissen im Bereich „Bedienbarkeit“ (Kap. 6.1.3). Hier zeigten sich kleinere Nutzungsprobleme, beispielsweise bei der Verwendung der Zoomfunktion (Kap. 6.1.3). Die intuitive Bedienung (Kap. 6.1.3) wird zudem darin deutlich, dass alle Probanden der Aussage „Ich musste viel lernen. Danach konnte ich die Selbstlerneinheit nutzen.“ Nicht zustimmten (siehe Anhang 1.2).

8. Limitationen der Forschung

Im Folgenden wird die vorliegende Arbeit kritisch reflektiert, um auf mögliche Limitationen aufmerksam zu machen, die hinsichtlich der Ergebnisinterpretation relevant sind. Zudem wird der System Usability Scale Fragebogen in leichter Sprache forschungsmethodisch reflektiert.

8.1 Offenheit vs. Zielgruppenadressierung

Im Rahmen der qualitativen Forschung gilt es bestmöglich, das Prinzip der Offenheit zu berücksichtigen. „Offenheit heißt für die Interviewten, dass sie den Raum haben, das zu sagen, was sie sagen möchten, dass sie z. B. das ansprechen können, was ihnen selbst wichtig ist, dass sie ihre eigenen Begriffe verwenden können“ (Helfferich, 2022, S. 878). Daher sollte die Forschungsperson keine geschlossenen Fragen stellen, die mit „Ja“ oder „Nein“ beantwortet werden können, da diese die Möglichkeit zur individuellen Relevanzsetzung der Proband*innen begrenzen. Ein weiteres Problem ist, dass geschlossene im Vergleich zu offenen Stimuli zu weniger ausführlichen und inhaltlich detaillierten Antworten motivieren (Misoch, 2015, S. 223).

Während der Datenerhebung zeigte sich, dass ein Teil der Probanden Schwierigkeiten mit offenen Fragen und Stimuli hatte. So äußerte sich Proband 1 bei offenen Erzählauforderungen häufig kaum oder thematisierte Aspekte, die nicht zu den Fragen passten (siehe Anhang 2.1). Als Beispiel kann hier aufgeführt werden, dass Proband 1 die Qualität der Druckprodukte auf einem Bild bewertete, anstatt auf Aspekte der Nutzungserfahrung einzugehen. Um solche Aussagen, die nicht im Fokus des 40 Erkenntnisinteresses stehen, zu reduzieren, wurden spezifische, geschlossene Nachfragen gestellt. Diese konnten von Proband 1 ohne Probleme beantwortet werden. Das beschriebene Vorgehen hat möglicherweise zur Folge, dass wichtige Einblicke und individuelle Perspektiven nicht (vollständig) erfasst wurden. Bei Proband 2 und 3 zeigten sich diesbezüglich keine Probleme. Hier konnten offene Fragen gemäß dem Prinzip

der Offenheit qualitativer Forschung gestellt werden. Bei Proband 4 zeigten sich teilweise kleinere Probleme bei der Beantwortung offener Fragen. Dies wird dadurch sichtbar, dass Proband 4 teilweise keine Antworten gab oder bereits Gesagtes wiederholte.

8.2 Zuordnung zur Gruppe „kognitive Beeinträchtigung“

Da im Rahmen der Untersuchung keine formalen Diagnosen erhoben wurden, ist eine eindeutige Einordnung der Teilnehmenden in die Kategorie „kognitive Beeinträchtigung“ nicht möglich. Im Rahmen der Untersuchung zeigen sich dennoch Hinweise auf typische Probleme, die Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen in der Forschung zeigen (z. B. Probleme mit dem Textformat) und nahezu keine Probleme, die für andere Gruppen (z. B. körperliche Beeinträchtigungen) typisch sind. In Kapitel 2.4 wird die Zuordnung der Probanden zur Gruppe „kognitive Beeinträchtigung“ näher begründet.

Hinsichtlich der Stärke der Beeinträchtigung ist auf die Kriterien der Stichprobenziehung (Kap. 5.2) zu verweisen, welche ein Mindestmaß an kognitiven Fähigkeiten voraussetzen. Dennoch bleiben die spezifische Art und Schwere der kognitiven Beeinträchtigung sowie die Eindeutigkeit des Vorhandenseins dieser bei der untersuchten Stichprobe unklar. Lediglich bei Proband 1 gibt es konkretere Hinweise auf eine Leserechtschreib-Störung. Bei der Übertragung der Ergebnisse auf ähnliche Zielgruppen sollte dies berücksichtigt werden.

8.3 Stichprobengröße

Die statistische Verallgemeinerung von Ergebnissen auf die Gesamtpopulation ist in der qualitativen Forschung aufgrund einer häufig geringen Stichprobenanzahl meistens nicht möglich und oft gar nicht das Ziel der Untersuchung (Hussy et al., 2010, S. 267). Dies trifft auch auf die vorliegende Forschung zu. Eine Limitation gilt demnach der Aussagekraft der Untersuchungsergebnisse aufgrund der geringen Stichprobengröße. Die Ergebnisse sollen eine Grundlage für weiterführende Forschungen mit einer höheren Stichprobenanzahl bieten, indem aus diesen beispielsweise Forschungsthemen abgeleitet werden können. Die Ergebnisse sind nicht repräsentativ, sodass keine verallgemeinerbaren Schlüsse auf die E-Learning Nutzungserfahrung der Gesamtpopulation: „Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen/Mitarbeitende in WfbM“ gemacht werden können.

8.4 Antwortverzerrung

Eine mögliche Antwortverzerrung könnte zudem darin bestehen, dass die Probanden die Selbstlerneinheit positiv bewerten, weil sie die Selbstlerneinheit als Produkt sehen, das von der forschenden Person (mit)entwickelt wurde. In einer Untersuchung von Dell et al. (2012, S. 1326) zeigt sich diesbezüglich, dass technologische Artefakte, die mit der Forschungsperson assoziiert werden, signifikant besser bewertet wurden. Die Autor*innen empfehlen daher, dass Forschende sich bestmöglich von den untersuchten technologischen Artefakten distanzieren sollen. In der vorliegenden Studie wurde die Selbstlerneinheit vermutlich mit der forschenden Person in Zusammenhang gebracht, da diese sich als HyLeC-Mitarbeiter vorgestellt hat und die Selbstlerneinheit auf der Startfolie explizit als HyLeC-Produkt gekennzeichnet wird (HyLeC, o. D.-b). Aus diesem Grund ist die beschriebene Verzerrung nicht auszuschließen. Dennoch ist anzumerken, dass die Forschungsperson mehrfach darauf hingewiesen hat, dass vor allem kritische Anmerkungen in der Forschung hilfreich sind, um die Selbstlerneinheiten im Aufbau besser zu gestalten. In den Ergebnissen finden sich keine eindeutigen Hinweise auf die beschriebene Verzerrung. Die Probanden äußerten zahlreiche Verbesserungsvorschläge und kritische Aspekte. Es ist jedoch anzumerken, dass wie in Kapitel 7.8 beschrieben, Proband 1 der Aussage „Ich möchte die Selbstlerneinheit immer wieder nutzen“ vollständig zugestimmt hat. Dabei ist jedoch zu beachten, dass Proband 1 nicht lesen kann und die Selbstlerneinheit größtenteils auf dem Textformat basiert. Die Ursache für diese Diskrepanz könnte in der benannten Antwortverzerrung liegen. Es stellt sich zudem die Frage, ob die Bewertung bei einer klaren Distanzierung von der Selbstlerneinheit noch kritischer ausgefallen wäre und mehr Verbesserungsvorschläge genannt worden wären.

8.5 Reflexion des SUS in leichter Sprache

Der System Usability Scale Fragebogen wurde von den Probanden 2 bis 4 nach einer kurzen Einführung selbstständig bearbeitet. In einer kurzen Abfrage im Anschluss 42 äußerten die Teilnehmer, dass sie kein Problem bei der Bearbeitung des Fragebogens gehabt hätten. Proband 1 benötigte aufgrund seiner fehlenden Lesefähigkeit Unterstützung bei der Bearbeitung des Fragebogens. Ihm wurden die einzelnen Fragen deshalb vorgelesen. Um eine selbstständige Bearbeitung zu ermöglichen, wäre eine digitale Version des Fragebogens mit Vorlesefunktion hilfreich gewesen. So kann einer

Antwortverzerrung (Kap. 9.4) aufgrund der gemeinsamen Bearbeitung mit der Forschungsperson entgegengewirkt werden.

Ein Proband gab zum Ende der ersten Datenerhebung an, dass seine Konzentration nachlassen würde (Kap. 6.1.1). Diesbezüglich ist anzumerken, dass der Zeitpunkt des Fragebogen-Einsatzes besonders bei Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen so ausgewählt werden sollte, dass diese noch über ausreichende Kapazitäten für die Beantwortung der Fragen verfügen. Besonders wenn davor andere Forschungsdurchläufe durchgeführt wurden (z. B. Interviews), sollte auf Pausenzeiten geachtet werden. Da der Fragebogen aus der Veröffentlichung „nur die reine Formulierung der Items, nicht die dazu notwendigen Bilder“ (Baumann et al. 2024, S. 11) beinhaltet, wäre die Unterstützung durch Bilder eine weitere Ergänzungsmöglichkeit. Besonders hinsichtlich der Forschungsergebnisse, laut welchen die Teilnehmer sich eine Ergänzung von Textformaten durch Bilder wünschen (Kap. 6.1.5), könnte dieser Aspekt relevant sein.

9. Implikationen der Forschung

Im Folgenden werden forschungsmethodische, forschungsinhaltliche und gestaltungstechnische Implikationen vorgestellt, die sich aus den Ergebnissen dieser Arbeit ableiten lassen.

9.1 Forschungsmethodik

Hinsichtlich der Forschungsmethodik werden im Folgenden unterschiedliche Empfehlungen geäußert, die vor allem die zielgruppengerechte Anpassung der Methodik betreffen.

9.1.1 Zielgruppengerechte Kommunikation

In den Forschungsergebnissen zeigen sich unterschiedliche Verständlichkeitsbarrieren bei der Verwendung der Selbstlerneinheit (Kap. 6.1.2). Die Probanden schlagen daher einfache Formulierungen und eine strukturierte Darstellung der Inhalte als Lösungsmöglichkeiten vor. Die beschriebenen Aspekte lassen sich auch auf die 43 Erhebungssituation übertragen. Bei der Forschung mit der vorliegenden Zielgruppe ist es demnach wichtig, auch während des Erhebungsprozesses und der Erklärung zum Forschungsablauf auf eine verständliche, zielgruppengerechte Kommunikation zu achten. Denkbar wäre die Erklärung des Forschungsablaufs sowie der Aufgaben, Fragen und weiterer Stimuli in Leichter Sprache. Bei spontaner Kommunikation, die nicht

vorbereitet werden kann, wäre es sinnvoll, auf eine möglichst einfache und strukturierte Kommunikation zu achten. Auch die Ergänzung eigener Aussagen durch Bilder oder Symbole wäre eine Möglichkeit zur Verbesserung der Verständlichkeit eigener Aussagen. Eine Orientierung kann hier das Verständlichkeitskonzept von Schulz von Thun (2025, S. 160-179) oder das Regelwerk zur Leichten Sprache des „Netzwerk Leichte Sprache“ (NLS, 2022) bieten.

Es sollte zudem reflektiert werden, ob die gewählte Zielgruppe Probleme bei der Beantwortung von offen formulierten Fragen hat. Falls dies zutrifft, könnten spezifischere, geschlossene Stimuli verwendet werden. Diesbezüglich ist jedoch anzumerken, dass dadurch die inhaltliche Relevanzsetzung durch die Teilnehmenden begrenzt wird. Dies kann dazu führen, dass potenziell interessante, unerwartete Themen unentdeckt bleiben. Auch die inhaltliche Tiefe der Aussagen ist dadurch geringer als bei der Verwendung offener Stimuli. Das Spannungsfeld von zielgruppengerechter Kommunikation und der Einhaltung von Gütekriterien qualitativer Forschung erweist sich demnach als wesentlicher Aspekt bei der Forschung mit Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen und sollte in ähnlichen Arbeiten berücksichtigt werden. Zusammenfassend gilt, bei Forschung mit Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen, „unter Berücksichtigung der individuellen kommunikativen Kompetenzen die Anwendung herkömmlicher Methoden anzupassen oder zu ergänzen“ (Keeley et al., 2019, S. 100). Dieser Aspekt ist besonders in der qualitativen Forschung relevant, da der gesamte qualitative Forschungsprozess ein kommunikativer Akt ist (Lüdemann, 2023).

9.1.2 Partizipative Forschung

Die erkenntnistheoretische Position der partizipativen Forschung liegt darin, mit Menschen und nicht über Menschen zu forschen (Bergold und Thomas, 2010, S. 333). Um den beschriebenen Problemen bereits im Vorhinein entgegenzuwirken, ist es demnach, gemäß dem Ansatz partizipativer Forschung, sinnvoll, die Zielgruppe stärker an dem gesamten Forschungsprozess zu beteiligen. Die Zielgruppe könnte beratend oder aktiv mitwirkend an der Projektplanung und Durchführung beteiligt werden (Farin- 44 Glattacker et al., 2014, S. 6). Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen könnten bei der Entwicklung des Forschungsinstruments mitwirken und beispielsweise den Schwierigkeitsgrad von Fragen und Stimuli bewerten.

9.1.3 Kognitiver Pretest mit der Zielgruppe

Zur Testung der Verständlichkeit von Stimuli, die besonders hinsichtlich der untersuchten Zielgruppe wichtig ist, könnte ein kognitiver Pretest mit der Zielgruppe durchgeführt werden. Diese Pretest-Art ist spezifisch dazu geeignet, die Verständlichkeit von Fragen zu überprüfen, Probleme der Proband*innen bei der Beantwortung eines Fragebogens zu identifizieren sowie die zugrundeliegenden Ursachen von Problemen sichtbar zu machen und daraus Verbesserungsvorschläge abzuleiten (Lenzner et al., 2015, S. 3). Dies lässt sich auch auf die Testung von Stimuli und Fragen im Rahmen des „lauten Denkens“ übertragen.

9.2 Forschungsinhalte

Aufbauende Forschungen können sich spezifischer und mit größeren Stichproben den geäußerten Aspekten zur Nutzungserfahrung widmen. Zudem könnten ähnliche Studien durchgeführt werden, bei denen die Stichprobenmerkmale variieren.

Denkbar wäre die tiefergehende Untersuchung der Eignung verschiedener Formate. Hier sind Text, Bild, Video und Audio sowie Formatkombinationen zu nennen. In der bisherigen Forschung zeigen sich diesbezüglich erste Befunde, die durch aufbauende Untersuchungen vertieft werden können (Kap. 6.1.2). Sowohl die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit als auch der bisherigen Forschung (Kap. 3) weisen darauf hin, dass das Textformat von Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen als weniger angenehm empfunden wird als andere Formate. Es stellt sich dennoch die Frage, für welche spezifische Art und Ausprägung kognitiver Beeinträchtigung das Textformat in welcher Form und in welchem Ausmaß im E-Learning Kontext geeignet ist. Für leseunfähige Zielgruppen wäre zudem denkbar, einen E-Learning Prototypen ohne Text zu entwickeln und im Anschluss zu testen. Dieser Prototyp könnte zudem konkrete Arbeitsschritte aufzeigen, die ein Lernen durch Ausprobieren ermöglichen, da dies den Wünschen der Teilnehmer entspricht.

Es stellt sich zudem die Frage, inwiefern eine angenehme Nutzungserfahrung auch mit einem erhöhten Lernerfolg einhergeht. Als Ergänzung zur Erhebung der 45 Nutzungserfahrung könnten demnach Leistungstests durchgeführt werden, die beispielsweise Wissensinhalte der Lerneinheiten abfragen.

Hinsichtlich der Bedienbarkeit könnten aufbauende Forschung untersuchen, wie intuitiv E-Learning-Einheiten bedienbar sind. Dabei könnte im Rahmen von Usability-Tests

gezielt überprüft werden, ob Nutzende mit kognitiver Beeinträchtigung bestimmte Funktionen, wie etwa Tastenkürzel oder verlinkte Seiten, problemlos finden und anwenden können.

Auch die Gestaltung von Video-Tutorials bietet das Potenzial für weiterführende Untersuchungen. In der vorliegenden Arbeit zeigte sich, dass ein Teilnehmer die im Tutorial angegebenen Anweisungen während der Umsetzung bereits wieder vergessen hatte (Kap. 6.1.5). Daraus ergibt sich die Frage, wie dieses Problem, insbesondere bei Personen mit geringer Konzentrationsfähigkeit, gezielt adressiert werden kann.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Zeigen von Lernergebnissen (in der untersuchten Selbstlernerinheit 3D-Druck Produkte), die Lernmotivation positiv beeinflussen kann. Aufbauende Studien könnten untersuchen, ob und in welchem Umfang sich dadurch tatsächlich eine höhere Motivation zum Lernen erreichen lässt. Dabei wäre auch zu klären, welchen Einfluss die Bewertung der gezeigten Produkte auf die Motivation hat. Es ist denkbar, dass negativ bewertete Ergebnisse die Bereitschaft zur Nutzung senken. In der vorliegenden Untersuchung wurden die dargestellten 3D-Druckprodukte von den Probanden nämlich ausschließlich positiv bewertet (siehe Anhang 2).

Hinsichtlich der Stichprobenauswahl könnten weitere Mitarbeitende aus WfbM einbezogen werden, die stärkere kognitive Beeinträchtigungen als die untersuchte Zielgruppe haben. Dies ist wichtig, um keine digitale Kluft innerhalb der Zielgruppe „kognitive Beeinträchtigung“ zu fördern.

Zudem wäre denkbar, Menschen in Förderschulen mit den Förderschwerpunkten Lernen und Geistige Entwicklung einzubeziehen. Im Zuge der Digitalisierung werden ELearning Angebote auch in diesem Bereich an Bedeutung gewinnen. Außerdem könnten Menschen mit kognitiver Beeinträchtigung untersucht werden, die keine Vorerfahrung mit dem 3D-Druck haben oder außerhalb der Altersspanne von 30 bis 40 Jahren liegen. Der Einbezug von weiteren Werkstatt-Mitarbeitenden ohne Behinderung wäre zudem interessant, um die Ergebnisse zu validieren. Hier sind insbesondere die Gruppenleitungen zu nennen, da diese täglich mit den WfbM-Mitarbeitenden mit Behinderung arbeiten.

Außerdem zeigen sich auch Hinweise auf den Einfluss des Nutzungskontextes. So nennt ein Proband den Wunsch nach einem störungsfreien, ruhigen Raum zur Bearbeitung der Selbstlerninheit. In seinem Arbeitsbereich hätte er Probleme mit Störungen, die durch andere Mitarbeitende verursacht werden. Die Einflüsse des Kontexts „WfbM“ könnten demnach in weiterführenden Forschungen fokussiert werden.

9.3 E-Learning Gestaltung

Aus den vorliegenden Ergebnissen lassen sich zudem Implikationen für die Gestaltung von E-Learning Angeboten für die untersuchte Stichprobe ableiten, die im Folgenden in Stichpunkten und mit zusätzlichen Anmerkungen dargestellt werden. Zudem werden erste Ideen geäußert, wie diese Implikationen verwirklicht werden können. Diese sollen der Inspiration dienen und keinesfalls als „einzige Möglichkeit“ betrachtet werden:

- Eine Möglichkeit zur individuellen Anpassung der Formate aufgrund der unterschiedlichen Bedarfe innerhalb der Stichprobe (z. B. weniger Text vs. kein Text) anbieten. Zudem sollte bedacht werden, dass die Probanden mehrfach Gestaltungsideen äußerten, die sie für andere Werkstattmitarbeitende empfehlen und nicht für sich selbst. Ein E-Learning System im Kontext WfbM sollte demnach den diversen Bedarfen innerhalb einer Werkstatt gerecht werden. Hinsichtlich der geäußerten Gestaltungsideen könnten wie beim ONTODAPS-System (Brayshaw et al., 2013) die Anpassung der bevorzugten Formate oder einer Vorlesefunktion integriert werden.
- Die Verwendung von einfacher/leichter Sprache und/oder Erklärungen für Fachbegriffe und Abkürzungen.
- Die Ergänzung von Bildern zu den Texten.
- Die Strukturierung der Inhalte in einer „sinnvollen“ Reihenfolge, Verwendung von erklärenden Überschriften.
- Die konkreten Arbeitsschritte visuell, auf Fotos oder Videos darstellen.
- Das Lernen durch Ausprobieren ermöglichen. Die Vermittlung von Handlungswissen sollte im Vordergrund stehen.
- Die möglichen Resultate des Lernprozesses darstellen, um die Motivation zu erhöhen. Hier sind konkrete Druckprodukte zu nennen.
- Die Unterstützung bei dem Video-Tutorial. Dieses könnte so gestaltet werden, dass nach jeder Arbeitsanweisung eine kurze Pause gemacht wird, bevor die

nächste Arbeitsanweisung folgt. Zur Orientierung, an welcher Stelle man sich befindet, wäre die Gliederung des Videos in Kapiteln, die sichtbar gemacht werden, ein möglicher Ansatz. Die Möglichkeit, einen Shortcut zu nutzen, mit dem eine Anweisung/Arbeitsschritt wiederholen abgespielt werden kann, wäre eine weitere Option.

- Die Sichtbarkeit von Funktionen (z.B. Zoomfunktion) erhöhen, indem z.B. eine kurze Einführung in die allgemeine Funktionsweise der Selbstlerneinheit zu Beginn stattfindet oder Hinweise zur Funktionsweise innerhalb der Selbstlerneinheit implementiert werden.
- Die Navigation in die zweite Selbstlerneinheit sollte unterstützt werden. Auf der letzten Folie einer Lektion könnte kurz, anhand von Bildern, erklärt werden, wie man in die nächste Selbstlerneinheit gelangt.
- Das störungsfreie Lernen ermöglichen. Die Selbstlerneinheit sollte in einem störungsfreien Raum bearbeitet werden können, um die Konzentration zu fördern.
- Es sollten Pausenzeiten in den Lernprozess integriert werden. Denkbar wäre die Integration eines digitalen Hinweises auf Pausen.

10. Fazit

Die vorliegende Bachelorarbeit untersuchte, wie Mitarbeitende in Werkstätten für behinderte Menschen (WfbM) mit kognitiver Beeinträchtigung die Nutzung von digitalen 3D-Druck Selbstlerneinheiten erleben und bewerten. Die Ergebnisse zeigen, dass Barrieren in der Verständlichkeit der Inhalte, der Strukturierung sowie in der Navigation bestehen. Insbesondere die Schwierigkeit, zur zweiten Selbstlerneinheit zu gelangen, zeigte sich bei allen Teilnehmern. Positiv hervorgehoben wurden Formate wie Bilder und Videos, die konkrete Handlungsabläufe veranschaulichen und durch das Aufzeigen von Resultaten die Lernmotivation steigern können. Die Untersuchung verdeutlicht, dass leichte/einfache Sprache, übersichtliche Gestaltung und die Kombination unterschiedlicher Formate zentrale Ansatzpunkte für eine inklusivere Gestaltung von E-Learning-Angeboten darstellen. Gleichzeitig wurde die 48 Selbstlerneinheit trotz vorhandener Kritik als grundsätzlich hilfreich wahrgenommen, was sich in der hohen Wiederverwendungsbereitschaft äußerte, auch wenn hier eine Antwortverzerrung nicht ausgeschlossen werden kann. Die Arbeit leistet einen Beitrag zum aktuellen Forschungsdiskurs und ermöglicht fortführende Forschungen, die aus den Ergebnissen

abgeleitet werden können. Die gestaltungstechnischen Empfehlungen können in Kombination mit Ergebnissen des bisherigen Forschungsstandes genutzt werden, um die digitale Teilhabe von Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen im Bereich des E-Learnings zu fördern. Dadurch wird der geringen Nutzungshäufigkeit des Internets von kognitiv beeinträchtigten Menschen gegenüber der Gesamtbevölkerung und anderen Beeinträchtigungsarten entgegengewirkt. Spezifisch können WfbM oder das HyLeC auf die Daten zurückgreifen, um E-Learning Angebote zu entwickeln oder zu überarbeiten.

Literaturverzeichnis

- Adrian, N., Höllick, J., Hasenbrink, U., Bosse, I., & Haage, M. (2017). Mediennutzung und Medienbewertung von Jugendlichen und jungen Erwachsenen – Ergebnisse der JIM- und der APPS-Studie. *MedienPerspektiven*, 3, 146–161. https://www.ard-media.de/fileadmin/user_upload/media-perspektiven/pdf/2017/0317_Adrian_Hoellig_Hasenbrink_Bosse_Haage.pdf
- Aguado, K. (2018). Lautes Denken als Datenerhebungsverfahren in der empirischen Fremdsprachenforschung. In K. Aguado, C. Finkbeiner, B. Tesch (Hrsg.), *Lautes Denken, «Stimulated Recall» und Dokumentarische Methode. Rekonstruktive Verfahren in der Fremdsprachenlehr- und -lernforschung* (1. Aufl., S. 9- 26). Peter Lang Verlag Berlin.
- Aktion Mensch. (o. D.). Was ist Leichte Sprache? Definition und Anwendung. <https://www.aktion-mensch.de/>. Abgerufen 8. Mai 2025, von <https://www.aktion-mensch.de/dafuer-stehen-wir/was-ist-inklusion/was-ist-leichte-sprache>
- Aktion Mensch. (2020). Digitale Teilhabe von Menschen mit Behinderung: Trendstudie. https://aktion-mensch.stylelabs.cloud/api/public/content/Aktion-Mensch_Studie-Digitale-Teilhabe.pdf?v=16179909
- Aktion Mensch (2024). Inklusionsbarometer Arbeit 2024. <https://delivery-aktion-mensch.stylelabs.cloud/api/public/content/aktion-mensch-inklusionsbarometer-arbeit-2024.pdf?v=21b7f1e6>
- Alghabban, W. G., & Hendley, R. (2020). The Impact of Adaptation Based on Students' Dyslexia Type: An Empirical Evaluation of Students' Satisfaction. *Adjunct Publication of the 28th ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, 41–46. <https://doi.org/10.1145/3386392.3397596>
- Antidiskriminierungsstelle des Bundes. (o. D.). Was ist Inklusion?. Abgerufen 20. März 2025, von https://www.antidiskriminierungsstelle.de/Shared-Docs/faqs/DE/behinderung/03_was_ist_inklusion.html
- Autodesk. (o. D.). Tinkercad: 3D Design. TinkerCAD. Abgerufen 28. Februar 2025, von <https://www.tinkercad.com/3d-design>

- BAG WfbM – Bundesarbeitsgemeinschaft Werkstätten für behinderte Menschen. (2023). BAG WfbM fordert einen digitalen Aufbruch für Werkstätten. <https://www.bagwfbm.de/file/1547>
- BAG WfbM – Bundesarbeitsgemeinschaft Werkstätten für behinderte Menschen. (2024). Jahresbericht 2023. <https://www.bagwfbm.de/file/1668>
- Barnard, Y., Sandberg, J., & Someren, M. (1994). *The Think Aloud Method - A Practical Guide to Modelling Cognitive Processes*. (1. Aufl.). Academic Press, London.
- Baumann, L., Bursy, M., Dirks, S., Heitsplatz, V., Kramschneider, L. & Wilkens, L. (2024) *Die System Usability Scale in Leichter Sprache*. (1. Aufl.).
- Berger, A., Caspers, T., Croll, J., Hofmann, J., Kubicek, H., Peter, U., Ruth-Janneck, D. & Trump, T. (2010). *Web 2.0 / barrierefrei: Eine Studie zur Nutzung von Web 2.0 Anwendungen durch Menschen mit Behinderung*. *Aktion Mensch*. https://medien.aktion-mensch.de/publikationen/barrierefrei/Studie_Web_2.0.pdf
- Bergold, J., & Thomas, S. (2010). Partizipative Forschung. In G. Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie* (S. 333–344). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92052-8_23
- Bernasconi, T. (2009). *Barrierefreies Internet für Menschen mit geistiger Behinderung*. BIS Verlag. <https://oops.uni-oldenburg.de/802/>
- Bitkom (2018). *Mehr als jedes vierte Industrieunternehmen setzt auf 3D-Druck*. <https://www.bitkom.org/print/pdf/node/10368>
- Boccardi, A., Szucs, K. A., Ebuenyi, I. D., & Mhatre, A. (2022). Assistive Technology Makerspaces Promote Capability of Adults with Intellectual and Developmental Disabilities. *Societies*, 12(6), 155. <https://doi.org/10.3390/soc12060155>
- Bosse, I., Hasebrink, U., Haage, A., Hölig, S., Adrian, S., Kellermann, G., & Suntrup, T. (2016). *Mediennutzung von Menschen mit Behinderungen: Forschungsbericht*. *Die Medienanstalten*. https://www.die-51.medienanstalten.de/fileadmin/user_upload/die_medienanstalten/Forschung/Mediennutzung_Behinderungen/Studie-Mediennutzung_Menschen_mit_Behinderungen_Langfassung.pdf

- Brayshaw, M., Nganji, J. T., & Tompsett, B. (2013). Ontology-driven disability-aware e-learning personalisation with ONTODAPS. *Campus-Wide Information Systems*, 30(1), 17–34. <https://doi.org/10.1108/10650741311288797>
- Brooke, J. (1995). SUS: A quick and dirty usability scale. *Usability Eval. Ind*, 189, S. 1-7.
- Brüsemeister, T. (2008). Qualitative Forschung: Ein Überblick. In T. Brüsemeister (Hrsg.), *Qualitative Forschung: Ein Überblick* (S. 53–228). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-91182-3_2
- Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. (2003). *Ökonomische Impulse eines barrierefreien Tourismus für alle: Eine Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit. Kurzfassung der Untersuchungsergebnisse*. https://www.pro-reti-na.de/dateien/ea_barrierefreier_tourismus_oekonomie.pdf.
- Campoverde-Molina, M., Lujan-Mora, S., & Garcia, L. V. (2020). Empirical studies on web accessibility of educational websites: A systematic literature review. *IEEE Access*, 8, 91676-91700.
- Cinquin, P.-A., Guitton, P., & Sauzéon, H. (2019). Online e-learning and cognitive disabilities: A systematic review. *Computers & Education*, 130, 152–167. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.12.004>
- Dayanand, Jeberson, W., & Jeberson, K. (2024). “CAPTCHA: Impact of Users with Learning Disabilities, and Implementation of Dynamic Game based Captcha to Improve the Access for Users with Learning Disabilities.”. 2024 2nd International Conference on Disruptive Technologies (ICDT), 1624–1630. <https://doi.org/10.1109/ICDT61202.2024.10489000>
- Decker. (o. D.). Decker: Softwarewerkzeug zur Erstellung interaktiver Webpräsentationen. Abgerufen 21. März 2025, von <https://decker.cs.tu-dortmund.de/>
- Dell, N., Vaidyanathan, V., Medhi, I., Cutrell, E., & Thies, W. (2012). „Yours is better!”: Participant response bias in HCI. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1321–1330. <https://doi.org/10.1145/2207676.2208589>

Der Beauftragte der Bundesregierung für Informationstechnik (BfIT). (2025, 25. April). Harmonisierte Europäische Norm (EN) 301 549). Portal Barrierefreiheit der Dienstkonsolidierung des Bundes. Abgerufen 8. Mai 2025, von <https://www.barrierefreiheit-dienstkonsolidierung.bund.de/Webs/PB/DE/gesetze-und-richtlinien/en301549/en301549-node.html>

Der Beauftragte der Bundesregierung für Informationstechnik (BfIT). (2025, 25. April). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG). Portal Barrierefreiheit. Abgerufen 01. Mai 2025, <https://www.barrierefreiheit-dienstkonsolidierung.bund.de/Webs/PB/DE/gesetze-und-richtlinien/wcag/wcag-node.html>

Detmar, W., Gehrmann, M., König, F., Momper, D., Piedad, B. & Radatz, J. (2008). Entwicklung der Zugangszahlen zu Werkstätten für behinderte Menschen. Gesellschaft für Integration, Sozialforschung und Betriebspädagogik. https://ba-gues.de/spur-download/sht/91_08an.pdf

Deutsches Institut für Menschenrechte (DIMR). (2025). Artikel 9 UN-BRK –(Zugänglichkeit). <https://www.institut-fuer-menschenrechte.de/menschenrechtsschutz/datenbanken/datenbank-fuer-menschenrechte-und-behinderung/detail/artikel-9-un-brk>

Döring, N. (2023). Stichprobenziehung. In N. Döring (Hrsg.), *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (S. 293–320). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-64762-2_9

Döring, N. (2023). Wissenschaftstheoretische Grundlagen der empirischen Sozialforschung. In N. Döring (Hrsg.), *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (S. 31–78). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-64762-2_2

Dresing, T., Pehl, T. (2020). Transkription. In: Mey, G., Mruck, K. (eds) *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*. Springer, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-26887-9_56

Ebert, T., Kuckartz, U., Rädiker, S., & Stefer, C. (Hrsg.). (2009). Stichprobenauswahl und Durchführung der Erhebung. In *Evaluation online: Internetgestützte Befragung in der Praxis* (S. 51–59). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-91317-9_5

- Eurostat. (2024). Tägliche Internetnutzer—Anteil in Deutschland 2024.
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/165284/umfrage/anteil-der-taeglichen-internetnutzer-in-deutschland-seit-2000/>
- Farin-Glattacker, E., Kirschning, S., Meyer, T. & Buschmann-Steinhage, R. (2014). Partizipation an der Forschung – eine Matrix zur Orientierung. Ausschuss „Reha-Forschung“ der Deutschen Vereinigung für Rehabilitation (DVfR) und der Deutschen Gesellschaft für Rehabilitationswissenschaften (DGRW).
https://www.dvfr.de/fileadmin/user_upload/DVfR/Downloads/Stellungnahmen/Partizipation_an_der_Forschung_%E2%80%93_eine_Matrix_zur_Orientierung_Ef.pdf
- Fazan, L. H., Kunkel, M. E., & Stringhini, D. (2024). Improving computer access for individuals with upper limb deficiency through extensionist actions. *Revista Brasileira de Extensão Universitária*, 15(1), 71–84.
<https://doi.org/10.29327/2303474.15.1-7>
- Finkbeiner, C., & Schluer, J. (2018). Zentrale Merkmale des Stimulated Recall und forschungspraktische Reflexion. In K. Aguado, C. Finkbeiner, B. Tesch (Hrsg.), *Lautes Denken, «Stimulated Recall» und Dokumentarische Methode. Rekonstruktive Verfahren in der Fremdsprachenlehr- und -lernforschung* (1. Aufl., S. 28-49). Peter Lang Verlag Berlin.
- Fredebeul-Krein, T. (2012). Grundlagen der explorativen Untersuchung. In M. Krafft & T. Fredebeul-Krein (Hrsg.), *Koordinierter Einsatz von Direktmarketing und Verkaufsaußendienst im B2B-Kontext* (S. 65–92). Gabler Verlag.
https://doi.org/10.1007/978-3-8349-3940-1_4
- Fuß, S., & Karbach, U. (2019). *Grundlagen der Transkription*. (2. Aufl.). Verlag Barbara Budrich. <https://doi.org/10.36198/9783838550749>
- Gafni, R., & Nagar, I. (2016). CAPTCHA: Impact on user experience of users with learning disabilities. *Inter disciplinary. Journal of e-Skills and Life Long Learning*, 12, 207-223.
- Gottwald, C. (2019, 24. Juni). Behinderung. In *socialnet Lexikon*. <https://www.socialnet.de/lexikon/Behinderung>

- Grotlüschen, A. (2016). Das mitwissende Umfeld funktionaler Analphabetinnen und Analphabeten: Paradigmenwechsel in der Adressatenforschung.
- Haage, A., & Bosse, I. (2019). Basisdaten zur Mediennutzung von Menschen mit Behinderungen. *Handbuch Inklusion und Medienbildung*, 49-64.
- Heinzel, V., Seidl, T. & Stang, R. (2020). *Lernwelt Makerspace: Perspektiven im öffentlichen und wissenschaftlichen Kontext*. Berlin, Boston: De Gruyter Saur. <https://doi.org/10.1515/9783110665994>
- Helfferrich, C. (2022). Leitfaden- und Experteninterviews. In: Baur, N., Blasius, J. (Hrsg.) *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Springer VS, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37985-8_55
- Horton, W. (2006). *E-Learning by Design*. Pfeiffer.
- Hussy, W., Schreier, M., & Echterhoff, G. (2010). Bewertung qualitativer Forschung. In W. Hussy, M. Schreier, & G. Echterhoff (Hrsg.), *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften für Bachelor* (S. 265–272). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-95936-6_8
- Hybrid Learning Center (HyLeC). (o. D.-a). Hybrid Learning Center – HyLeC. Abgerufen 10. März 2025, von <https://hylec.tu-dortmund.de/>
- Hybrid Learning Center (HyLeC). (o. D.-b). Grundlagen 3D-Druck: Inhalte und Ziele der Selbstlerneinheit. Technische Universität Dortmund. Abgerufen 20. Februar 2025, von <https://decker.cs.tu-dortmund.de/decks/hylec/dreiddruck//Grundlagen-deck.html#/inhalte-und-ziele-der-selbstlerneinheit>
- Hybrid Learning Center (HyLeC). (o. D.-c). Grundlagen 3D-Druck: Inhalte und Ziele der Selbstlerneinheit. Technische Universität Dortmund. Abgerufen 20. 55 Februar 2025, von <https://decker.cs.tu-dortmund.de/decks/hylec/dreiddruck//Tinkercad-deck.html#/title-slide>
- Hybrid Learning Center (HyLeC). (o. D.-d). Ausstattung. Abgerufen 22. Februar 2025 von <https://hylec.tu-dortmund.de/ausstattung/>
- Hybrid Learning Center (HyLeC). (o. D.-e). Ausstattung. Abgerufen 28. März 2025 von <https://decker.cs.tu-dortmund.de/decks/hylec/lasercutter-sle//index.html>

- Hybrid Learning Center. (2024, 8. August). Selbstlerneinheiten. Abgerufen 1. April 2025 von <https://hylec.tu-dortmund.de/nachrichtendetails/selbstlerneinheiten44568/>
- ISO 9241-210:2019. (2019). Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems (2. Aufl.). International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/77520.html>
- Interaction Design Foundation (IxDF). (2016). What are User Needs?. Interaction Design Foundation. IxDF. Abgerufen 8. Mai 2025, von <https://www.interaction-design.org/literature/topics/user-needs>
- Jalal Abdullah, S., & Shaikh Mohammed, J. (2018). Low-cost low-tech obstacle pushing/gliding wheelchair accessory. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 14(8), 849–858. <https://doi.org/10.1080/17483107.2018.1539130>
- Kaiser, R. (2014). Qualitative Experteninterviews: Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung. In Springer eBooks. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-02479-6>
- Kalcher, M., & Kreinbacher-Bekerle, C. (2021). Die Nutzung digitaler Medien von Menschen mit Lernschwierigkeiten in der Behindertenhilfe: Ergebnisse eines partizipativen Forschungsprojekts. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 1–16. <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2021.02.09.X>
- Keeley, C., Munde, V., Schowalter, R., Seifert, M., Tillmann, V. & Wiegering, R. (2019). Partizipativ forschen mit Menschen mit komplexem Unterstützungsbedarf. *Teilhabe*, 58(3), 96–102. https://www.lebenshilfe.de/fileadmin/Redaktion/PDF/Wissen/public/Zeitschrift_Teilhabe/KEELEY-et-al_Partizipativ-forschen_Seiten-96-102__FZ_Teilhabe_3_2019.pdf
- Kirchmair, R. (2022). Qualitative Forschungsmethoden: Anwendungsorientiert: vom Insider aus der Marktforschung lernen. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-62761-7>
- Knight, V. F., Wood, C. L., Spooner, F., Browder, D. M., & O'Brien, C. P. (2015). An exploratory study using science eTexts with students with autism spectrum

- disorder. Focus on Autism and Other Developmental Disabilities, 30(2), 86– 99.
<https://doi.org/10.1177/1088357614559214>
- Kompetenzzentrum Usability (o. D.). „Lautes Denken“. <https://www.digitalzentrum-fokus-mensch.de/kos/WNetz?art=File.download&id=1621&name=Lautes+Denken.pdf>
- Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2022). Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computer unterstützung. (5. Aufl.). Beltz Juventa.
- Landesarbeitsgemeinschaft Arbeit, Bildung, Teilhabe, Niedersachsen (LAG ABT Niedersachsen). (2020). WfbM-Übergänge auf den allgemeinen Arbeitsmarkt 2020. [https://lag-abt-niedersachsen.de/wfbm-uebergaenge-allgemeiner-arbeitsmarkt-2020/:contentReference\[oaicite:7\]{index=7}](https://lag-abt-niedersachsen.de/wfbm-uebergaenge-allgemeiner-arbeitsmarkt-2020/:contentReference[oaicite:7]{index=7})
- Lenzner, T., Neuert, C. & Otto, W. (2015). Kognitives Pretesting (Version 1.1). GE-SIS – Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.15465/ge-sisssg_010
- Linke, H., & Wilkens, L. (2020). Inklusionsorientierter Makerspace als Lernort in der digitalisierten Gesellschaft: Dimensionen des Projekts SELFMADE. In V. Heinzl, T. Seidl, & R. Stang (Hrsg.), Lernwelt Makerspace (S. 177–188). De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110665994-014>
- Lozano, O. (2022). PRINT3D, a Service-Learning Project for Improving Visually Impaired Accessibility Through Educational 3D Printing. Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 12(1). <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1324>
- Lüdemann, J. (2023, 23. Mai). Qualitative Sozialforschung. In socialnet Lexikon. <https://www.socialnet.de/lexikon/Qualitative-Sozialforschung>
- Maurer, B. (2024). Maker Education barrierefrei gestalten. Pädagogik, 10, 30–34. <https://doi.org/10.3262/PAED2410030>
- MAXQDA. (o. D.). MAXQDA: Die #1 Software für qualitative Datenanalyse mit der besten KI-Integration. Abgerufen 21. März 2025, von <https://www.maxqda.com/de/>

- Mey, G., & Ruppel, P. S. (2018). Qualitative Forschung. In O. Decker (Hrsg.), *Sozialpsychologie und Sozialtheorie: Band 1: Zugänge* (S. 205–244). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-531-19564-3_14
- Misoch, S. (2015). *Qualitative Interviews*. Berlin, München, Boston: De Gruyter Oldenbourg. <https://doi.org/10.1515/9783110354614>
- mmb Institut für Medien- und Kompetenzforschung. (2019). *E-Learning für Inklusion: Abschlussbericht zum Projekt „E-Learning für Inklusion“*. Bundesministerium für Arbeit und Soziales. https://www.einfach-teilhaben.de/Shared-Docs/Downloads/DE/AS/Arbeiten/e_learning_abschlussbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- Moreno, L., Petrie, H., Martínez, P., & Alarcon, R. (2024). Designing user interfaces for content simplification aimed at people with cognitive impairments. *Universal Access in the Information Society*, 23(1), 99–117. <https://doi.org/10.1007/s10209-023-00986-z>
- Morse, J. M., & Niehaus, L. (2009). *Mixed Method Design: Principles and Procedures* (1. Aufl.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315424538>
- Netzwerk Leichte Sprache e. V. (2022). *Die Regeln für Leichte Sprache: Neuauflage 2022*. https://www.netzwerk-leichte-sprache.de/fileadmin/content/documents/regeln/Regelwerk_NLS_Neuauflage-2022.pdf
- O'Sheehan. (2018). *Exploring Aesthetics, Emotion and Usability in eLearning Applications for Users with Intellectual Disability*. Dun Laoghaire Institute of Art, Design & Technology.
- Osterrieder-Schlick, C., Schlick, A., Angulanza, F., Strasser, A., Matausch, K., & Pühretmair, F. (2011). Benutzeroberflächen für Menschen mit kognitiver Beeinträchtigung. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 48(4), 60–71. <https://doi.org/10.1007/BF03340606>
- Pereira, J. de S., Xavier, A. S. M. S., Monteiro, R. da S., Cruz, V. V., Pereira, M. F. de S., Tholl, A. D., Felisbino, J., & Machado, W. C. A. (2024). 3D-printed orthoses and prostheses for people with physical disability in rehabilitation centers: A

- scoping review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 25(1), 783.
<https://doi.org/10.1186/s12891-024-07875-3>
- Pirani, Z., & Sasikumar, M. (2013). Accommodation for Dyscalculic Children in an ELearning Environment. *International Journal of Computer Applications*, 70(2), 1–3. <https://doi.org/10.5120/11931-7712>
- Protolabs. (2024). Entwicklung des Marktvolumens für 3D-Druck von 2014 bis 2026 (in Milliarden Dollar). <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1357865/umfrage/entwicklung-des-marktvolumens-fuer-3d-druck/>
- REHADAT. (o. D.). Lexikon: Universelles Design. Abgerufen 10. März 2025, von <https://www.rehadat.de/lexikon/Lex-Universelles-Design/>
- REHADAT. (2017). Geistige Beeinträchtigung. In REHADAT-Lexikon. Abgerufen 03. März 2025, von <https://www.rehadat.de/lexikon/Lex-Geistige-Beeintraechtigung/>
- Rentsch, H. P., & Bucher, P. O. (2005). ICF in der Rehabilitation. Die praktische Anwendung der internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit im Rehabilitationsalltag. (1. Aufl.). Schulz-Kirchner Verlag.
- Rössler, P. (2017). Inhaltsanalyse (3. Aufl.). UVK Verlag.
<https://doi.org/10.36198/9783838547060>
- Ryan, J. & Gass, S. (2012). 7. Stimulated Recall. In *Researching Language Teacher Cognition and Practice* (S. 144–161). Multilingual Matters.
<https://doi.org/10.21832/9781847697912-010>
- Salvador-Ullauri, L., Acosta-Vargas, P., & Luja, n-M. S. (2020). Web-based Serious Games and Accessibility: A Systematic Literature Review. *Applied Sciences* (2076-3417), 10(21). <https://doi.org/10.3390/app10217859>
- Schön, S., & Ebner, M. (2017). Von Makerspaces und FabLabs—Das kreative digitale Selbermachen und Gestalten mit 3D-Druck & Co. In *Handbuch E-Learning: Bd. 70. Erg.Lfg.* (S. 1–18). https://www.researchgate.net/publication/320851886_Von_Makerspaces_und_FabLabs_-_Das_kreative_digitale_Selbermachen_und_Gestalten_mit_3D-Druck_Co

- Schön, S. & Ebner, M. (2020). Ziele von Makerspaces: Didaktische Perspektiven. In V. Heinzl, T. Seidl & R. Stang (Ed.), *Lernwelt Makerspace: Perspektiven im öffentlichen und wissenschaftlichen Kontext* (S. 33-47). Berlin, Boston: De Gruyter Saur. <https://doi.org/10.1515/9783110665994-004>
- Schreier, M. (2011). Qualitative Stichprobenkonzepte. In G. Naderer & E. Balzer (Hrsg.), *Qualitative Marktforschung in Theorie und Praxis: Grundlagen – Methoden – Anwendungen* (S. 241–256). Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-8349-6790-9_13
- Schulz von Thun, F. (2025). Verständlichkeit. In *Miteinander Reden 1 - Störungen und Klärungen - Allgemeine Psychologie der Kommunikation* (62. Aufl.). Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Semm, A., & Spierling, U. (2020). Ermittlung von Usability-Kriterien für Jugendliche mit kognitiven Beeinträchtigungen im Bereich E-Learning. DELFI 2020 – Die 18. Fachtagung Bildungstechnologien der Gesellschaft für Informatik e.V. <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/34157>
- Small, J., Schallau, P., Brown, K., & Appleyard, R. (2005). Web accessibility for people with cognitive disabilities. CHI 2005: Late Breaking Results: Posters, 1-4.
- Strübing, J. (2013). *Qualitative Sozialforschung: Eine komprimierte Einführung für Studierende*. Oldenbourg Verlag. <https://doi.org/10.1524/9783486717594>
- Swan, H., Pouncey, I., Pickering, H., & Watson, L. (o. D.). *Inclusive Design Principles*. Abgerufen 29. März 2025, von <https://inclusivedesignprinciples.info/>
- Usoro, I., Connolly, T.M., Raman, S., French, T., & Caulfield, S. (2016). Using Games Based Learning to Support Young People With Learning Disabilities Stay Safe Online
- Yıldız, G., Şahin, F., & Doğan, E. (2022). University students with special needs in the e-learning system: Characteristics, experiences and competencies. *Anadolu Journal of Educational Sciences, International*, 12(2), 468-491. <https://doi.org/10.18039/ajesi.1052854>

- Waldschmidt, A. (2005). Disability Studies: individuelles, soziales und/oder kulturelles Modell von Behinderung? *Psychologie und Gesellschaftskritik*, 29(1), 9–31. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-18770>
- Wedel, T. (2023). Vermittlung aus der Werkstatt hinaus. In V. Schachler, W. Schlummer, & R. Weber (Hrsg.), *Zukunft der Werkstätten. Perspektiven für und von Menschen mit Behinderung zwischen Teilhabe-Auftrag und Mindestlohn* (S. 294–310). Verlag Julius Klinkhardt. <https://doi.org/10.35468/6002-24>
- Weichbold, M. (2022). Pretests. In: Baur, N., Blasius, J. (Hrsg.) *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Springer VS, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37985-8_28
- Witt, H. (2010). Introspektion. In: Mey, G., Mruck, K. (Hrsg.) *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*. (1.Aufl., S. 491-505). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92052-8_3
- Yang, S., Tian, H., Sun, L., & Yu, X. (2019). From One-size-fits-all Teaching to Adaptive Learning: The Crisis and Solution of Education in The Era of AI. *Journal of Physics: Conference Series*, 1237(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1237/4/042039>
- Zentel, P. (2010). Zur Bedeutung von multiplen Repräsentationen beim Lernen mit Computer und Internet für Menschen mit geistiger Behinderung. <https://tobiaslib.ub.uni-tuebingen.de/xmlui/handle/10900/47815>

Anhangsverzeichnis

Anhang 1 – System Usability Scale	62
Anhang 1.1 – Fragebogen.....	62
Anhang 1.2 – Durchschnittliche Item Ausprägungen.....	64
Anhang 2 – Transkripte	65
Anhang 2.1 – Transkript Proband 1.....	65
Anhang 2.2 – Transkript Proband 2.....	70
Anhang 2.3 – Transkript Proband 3.....	76
Anhang 2.4 – Transkript Proband 4.....	82
Anhang 3 – Feldnotizen.....	87
Anhang 4 – Verwendetes Hilfsmittel – Künstliche Intelligenz	88
Anhang 5 – Eidesstaatliche Versicherungen	89

Anhang 1 – System Usability Scale

Anhang 1.1 – Fragebogen

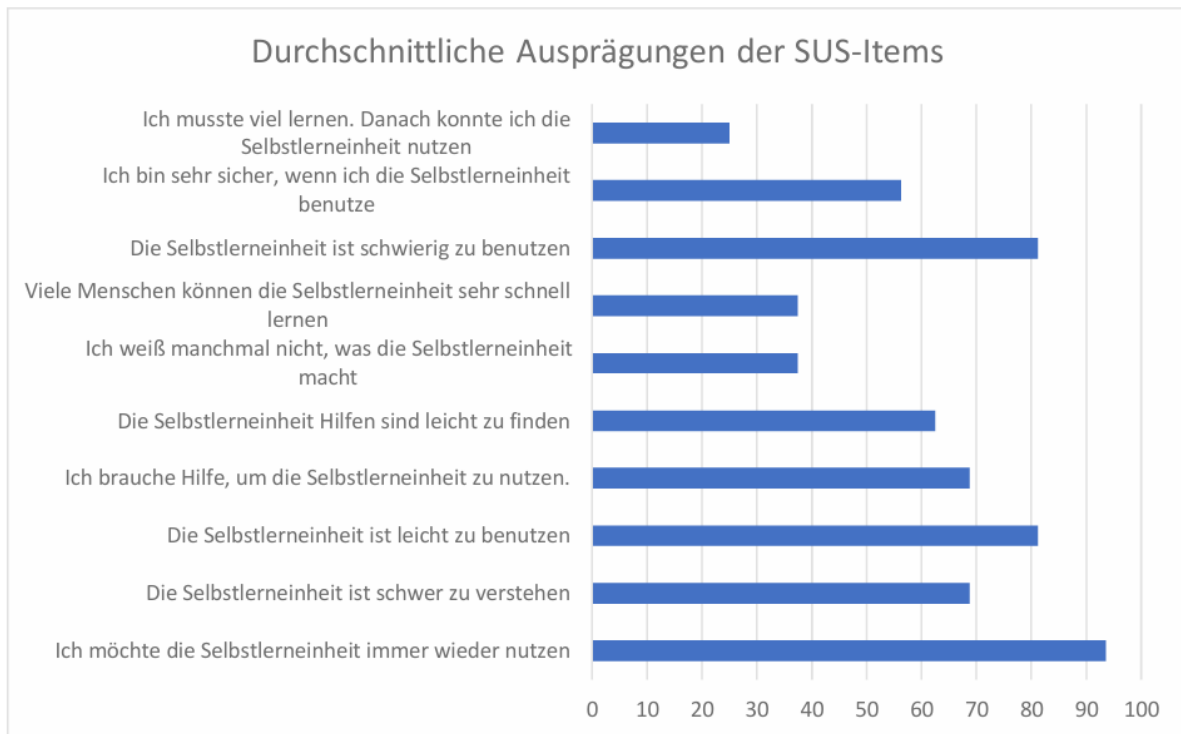
Der System Usability Scale Fragebogen (Brooke, 1986) in Leichter Sprache (Baumann et al., 2024) zur Einschätzung der Usability einer Selbstlerneinheit des HyLeC der TU Dortmund.

Bitte kreuzen Sie an, inwieweit Sie den Aussagen zustimmen.

	Stimme gar nicht zu.	Stimme nicht zu.	Teils, Teils.	Stimme zu.	Stimme voll zu.
Ich möchte die Selbstlerneinheit immer wieder nutzen.					
	Stimme gar nicht zu.	Stimme nicht zu.	Teils, Teils.	Stimme zu.	Stimme voll zu.
Die Selbstlerneinheit ist schwer zu verstehen.					
	Stimme gar nicht zu.	Stimme nicht zu.	Teils, Teils.	Stimme zu.	Stimme voll zu.
Die Selbstlerneinheit ist leicht zu benutzen.					
	Stimme gar nicht zu.	Stimme nicht zu.	Teils, Teils.	Stimme zu.	Stimme voll zu.
Ich brauche Hilfe um die Selbstlerneinheit zu nutzen.					
	Stimme gar nicht zu.	Stimme nicht zu.	Teils, Teils.	Stimme zu.	Stimme voll zu.
Die Selbstlerneinheit Hilfen sind leicht zu finden.					
	Stimme gar nicht zu.	Stimme nicht zu.	Teils, Teils.	Stimme zu.	Stimme voll zu.
Ich weiß manchmal nicht, was die Selbstlerneinheit macht.					
	Stimme gar nicht zu.	Stimme nicht zu.	Teils, Teils.	Stimme zu.	Stimme voll zu.
Viele Menschen können die Selbstlerneinheit sehr schnell lernen.					
	Stimme gar nicht zu.	Stimme nicht zu.	Teils, Teils.	Stimme zu.	Stimme voll zu.
Die Selbstlerneinheit ist schwierig zu benutzen.					
	Stimme gar nicht zu.	Stimme nicht zu.	Teils, Teils.	Stimme zu.	Stimme voll zu.

Ich bin sicher, wenn ich die Selbstlerneinheit benutze.					
	Stimme gar nicht zu.	Stimme nicht zu.	Teils, Teils.	Stimme zu.	Stimme voll zu.
Ich musste viel lernen. Danach konnte ich die Selbstlerneinheit nutzen.					

Anhang 1.2 – Durchschnittliche Item Ausprägungen



Anhang 2 – Transkripte

Anhang 2.1 – Transkript Proband 1

1 Transkript - Proband 1

2 Erhebung individueller Eigenschaften

3 I: So, schön, dass du an der Forschung teilnimmst und zunächst möchte ich mal beginnen damit, dass wir so ein paar Daten vorab erfragen. Also Geschlecht und Alter?

4 P1: Männlich und 30.

5 I: 3 Jahre älter als ich auch, krass. Und hast du, in welchen Bereichen in der Werk statt arbeitest du?

6 P1: Verpackung.

7 I: Und hast du schon Vorerfahrung mit dem 3D-Druck?

8 P1: Ja, habe ich gerade.

9 I: Also hast du unten schonmal dran gearbeitet?

10 P1: 2 oder 3 Zuhause.

11 I: Ach, du hast Zuhause

12 P1: Angefangen.

13 I: Ach also 2,3 Sachen gemacht oder 2, 3 Drucker?

14 P1: Es funktioniert nur einer.

15 I: Einer, okay. Ja dann bist du ja ein Profi dabei. Vorerfahrung mit dem Computer? Zum Beispiel am Laptop oder PC? Schon daran gearbeitet?

16 P1: Ja.

17 Teil 1: Ausprobieren der Funktionalität

18 I: Sehr gut, das haben wir schonmal. Also, ich habe ja gesagt, dir das schon erklärt, dass das hier Selbstlerneinheiten sind, um sich selber 3D-Druck beizubringen. ((Durchsage des Werkstatt-Sekretariat)). Deine Aufgabe jetzt in der Forschung ist es, mir alles zu sagen, was dir dazu einfällt. Also alle deine Gedanken, was du dazu denkst, was du auch fühlst, wenn du sagst, boah das nervt dann sage das auch und eben auch, wie das Programm funktioniert und zu den Inhalten. Es gibt kein richtig oder falsch. Alles was du sagen möchtest, immer raus damit. Besonders die negativen Punkte sind wichtig, damit wir die Selbstlerneinheiten gut überarbeiten können. Ja, das ist so aufgebaut, dass wir jetzt erstmal, so sieht das aus, ein kurzes ausprobieren machen. Dann wirst du mir dem Programm vertraut und danach wirst du die Selbstlerneinheiten einmal durcharbeiten. Okay? Ist die Aufgabe soweit klar?

19 P1: Ja.

20 I: Und am Ende machen wir dann nochmal ein Reflexionsgespräch, da stelle ich ein paar Fragen und wir werden einen Fragebogen bearbeiten. Dann probiere gerne einfach mal aus hier.

21 P1: Kenne ich schon.

22 I: TinkerCAD kennst du schon?

23 P1: Ja. Zuhause nutze ich das auch. Das geht gar nicht. Kann ich darauf klicken?

24 I: Ja, kannst draufklicken.

25 P1: Wo?

26 I: Du hast jetzt auf die Hylecseite geklickt. Die Funktionsweise ist so, das du hier unten rechts einfach auf weiter klicken kannst, dann kommst du auf die nächste Seite. Probiere mal zurückzukommen. Das geht, okay.

27 P1: Ach, Schlüsselanhänger. Da habe ich schon aufwändigere Sachen gemacht.

28 I: Genau, das ist jetzt so ein Beispiel.

29 P1: Habe schon aufwändigere Sachen gemacht.

30 I: Ganz kurz, gehe nochmal zurück. Kannst du die Funktionsweisen nochmal ausprobieren? Was glaubst du, was ist das hier?

31 P1: Lesen ist nicht meins.

32 I: Ach, Lesen ist nicht deins?

33 P1: Kann ich nicht.

34 *Teil 2: Selbstlerneinheiten durcharbeiten*

35 I: Okay, dann kannst du das auch wieder schließen. Glaubst du, du kannst da jetzt gleich durchklicken, dass das jetzt klar ist? Okay. Dann kannst du jetzt anfangen, durch den Kurs zu gehen.

36 P1: Sowas ist eine einfache Sache. Sowas nicht.

37 I: Ah ja, erkennst du schon auf dem Bild, was davon einfach zu produzieren ist und was nicht?

38 P1: Das ist (...) geht. Hier, zweifarbig geht nur nicht bei vielen Druckern. Eher günstige Drucker kann nur eine Farbe.

39 I: Die günstigen Drucker können nur eine Farbe und zwei Farben können nur die, die mehr kosten.

40 P1: Ja und gibt auch Drucker, die können Glasfaser drucken.

41 I: Mit anderem Material, also Glasfaser gibt es auch.

42 P1: Ist natürlich extra (unv.).

43 I: Nochmal bitte.

44 P1: Wenn die Düse nicht kalt ist, dann kann der keinen Glasfaser drucken.

45 I: Ach, die Düse muss kalt sein.

46 P1: Ja, die muss extra erkältet sein.

47 I: Ja okay, dann guck mal weiter, also hier so in dem Bereich, an diesen Lernmaterialien, was du daran gut findest und was vielleicht nicht so gut ist.

48 P1: Nichts gutes, sehe ich nicht. Alles super. Druckweise ist super.

49 I: Also das ist Bild, darauf guckst du vor allem. Geh mal weiter durch.

50 P1: Bißchen schwierig ist.

51 I: Schwierig ist das.

52 P1: Bisher habe ich noch nicht lesen gelernt.

53 I: Das ist schwierig, wenn man das nicht lesen kann, dann kann man das auch nicht benutzen, richtig?

54 P1: Ja.

55 I: Sonst können wir ja ein bißchen gucken, zu dem Programm wie das funktioniert, ob du da noch ein bißchen was zu sagen kannst. Zum Beispiel ob direkt klar ist, ah, ich muss darauf klicken oder ich

muss darauf klicken.

56 P1: ((Werkstattdurchsage)).. (unv.) 3D Programm oder 3D-Drucker Programm?

57 I: Das Programm hier ist da, um sich den 3D-Druck beizubringen, also dieses hier möchte ich testen. Das heißt, da gibt es nicht so viele Funktionen, aber sonst probiere mal, so ein bißchen die Tastatur zu benutzen. (...) Probiere vielleicht mal den Zoom aus, das man näher herankommt.

58 P1: Die meisten Programme, 3D-Programme gehen nur über Maus.

59 I: Also die meisten Programme gehen nicht über die Tastatur sondern nur über die Maus. Aber sonst probiere es trotzdem mal mit der Tastatur, ob es funktioniert.

60 P1: Habe ich nie gemacht.

61 I: Also grundsätzlich noch nicht mit der Tastatur gearbeitet?

62 P1: Nur Zahlen angeben, wie viel Meter, wie viel Grad.

63 I: In den 3D-Programmen?

64 P1: Ja.

65 I: Und sonst so im Internet? Benutzt du das zum Beispiel um in Google zu sein?

66 P1: Ich nutze das fast gar nicht.

67 I: Dann wäre das jetzt die Aufgabe, also das wäre jetzt die erste Einheit. Wenn du mal überlegst, wie andere das nutzen würden, vielleicht in der Werkstatt, wie würden die damit zurechtkommen?

68 P1: Anfang ist immer schwierig.

69 I: Okay, der Anfang ist immer schwierig.

70 P1: (unv.) Dasselbe ist bei 3D-Druck, der ist nicht einfach.

71 I: Okay, gut. Ja dann würde ich einmal, versuche einmal die zweite Lerneinheit zu finden. Da draufzukommen. Das ist ein zweiter Kurs. Jetzt hast du da einmal geklickt auf die letzte Folie. (...) Geht das, oder brauchst du da Hilfe? Das ist auch schon vieles, was ich mir gedacht habe, dass habe ich auch noch nicht direkt gefunden beim ersten Mal.

72 P1: Ja.

73 I: Dann bist du jetzt auf dem Zwischenbildschirm und hast auch schon auf den richtigen Kurs geklickt. Jetzt geht es in der zweiten weiter, die machen wir nur bis Folie 5. Da geht es darum, einen Schlüsselanhänger zu machen. Dann kannst du da gerne einfach anfangen. (...) Ich kann das auch vorlesen sonst, wenn du das, was da steht nicht lesen kannst. Designe deinen eigenen Schlüsselanhänger, das steht da. (...) Was musst du bei deinem Design für den Schlüsselanhänger bedenken? Stabilität, damit dein Anhänger nicht kaputtgeht? Größe und Dicke, damit er nicht zu sperrig ist. Eine gute Orientierung sind 5 cm mal 5cm mal 5cm. L,B,H.

74 P1: 3D-Programme nutzen keine Zentimeter, nur Millimeter.

75 I: Da ist es in Zentimeter angegeben.

76 P1: 50 Millimeter.

77 I: Das man da dann auch Millimeter hinschreibt und nicht Zentimeter wäre wichtig?

78 P1: Ja.

79 I: Öse, so kannst du deinen Anhänger an einen Schlüsselring befestigen, vermeide spitze oder scharfkantige Ecken. Hast du alle Begriffe verstanden?

80 P1: Ja

81 I: Und auch, was das heißt, L,B,H?

82 P1: Ne, kenne nur X,Y,Z..

83 I: Okay, du kennst nur X,Y,Z aus dem Programm, mit dem du gearbeitet hast?

84 P1: Ja.

85 I: Das wäre dann Länge, Breite, Höhe, damit gemeint. (...) 3D Objekte erstellen mit TinkerCAD. Um deinen Schlüsselanhänger zu erstellen brauchst du TinkerCAD. Das Browserbasierte Programm ist niedrigschwellig zugänglich, übersichtlich und leicht zu bedienen. So können sowohl Erfahrene als auch Unerfahrene schnell zu einem druckbarem 3D-Objekt kommen. Verständlich soweit?

86 P1: Ja.

87 I: Jetzt gibt es das Video auf Youtube. Du kannst einmal darauf klicken und versuchen einmal das, was in dem Video gesagt wird auf der anderen Seite zu machen. Dafür kannst du mit der Maus einfach einmal rübergehen. Wenn du hier etwas gesehen hast, kannst du es auf dem anderen Bildschirm bearbeiten. Sage mir gerne, wie du das Video findest.

88 P1: (unv.) Das einzige was in TinkerCAD nervig ist, ist das hier. Das geht immer aus.

89 I: Das Raster da?

90 P1: Ja.

91 I: Dann mach nochmal hier, warte, am besten wie im Video. Achso, easy, gar kein Problem für dich?

92 P1: Ja.

93 *Teil 3: Abschließende Reflexion*

94 I: So, das war es schon. Es geht ja immer um das hier, die Selbstlerneinheit. In der ersten Selbstlerneinheit geht es darum zu verstehen, was ist überhaupt 3D-Druck, also für alle, die es noch nicht wissen, die können es einmal kurz lernen. In der zweiten geht es dann darum, einen Schlüsselanhänger zu machen und das war jetzt der allererste Schritt, das geht jetzt hier weiter. Wir machen dann aber an der Stelle schonmal stop. Dann würde ich jetzt einmal ein paar Fragen, Reflexionsfragen dazu stellen. Und zwar, wie war das denn für dich das durchzuarbeiten? Erzähle gerne mal alles was dir da so aufgefallen ist.

95 P1: Was mir aufgefallen ist, nicht viel. Nur andere Begriffe wurden genutzt, kein X,Y,Z.

96 I: Andere Begriffe als in den Programmen die du schon kennst?

97 P1: Ja.

98 I: Und war das, wie war das dann für dich, dass da andere Begriffe stehen?

99 P1: Ich weiß dann nicht, was gemeint wird.

100 I: Und bei dem Video jetzt würdest du sagen das hilft, um sich das beizubringen?

101 P1: Video hilft.

102 I: Warum? Was ist daran gut oder was nicht?

103 P1: Man kann dann auch selber sehen, wie es gemacht wird.

104 I: Und wenn man das sehen kann, was ist dann das gute daran?

105 P1: Ja, schon.

106 I: Und beim Text, wenn du dir den Text der da steht anschaust, gibt's da Probleme, wie verständlich der ist?

107 P1: Bei dem Text weiß ich nicht, wie der gemeint wird.

108 I: Hast du eine Idee wie man das sonst machen kann, ohne Text? Gibt es noch eine andere Möglichkeit, dass es noch besser für dich wäre?

109 P1: Also Möglichkeit (...) nur Video.

110 I: Und das Bild, dass hast du dir auch am Anfang angeguckt, was ist dir da so aufgefallen?

111 P1: Nicht viel aufgefallen. Also Fehldruck ist keiner dabei, ist alles super gedruckt.

112 I: Wie glaubst du, kann so ein Bild helfen, wenn man den 3D-Druck lernen möchte? Glaubst du das bringt was? Wenn man sich das beibringen möchte, dass da auch Bilder drin sind.

113 P1: Ja, Bilder helfen auch sehr gut.

114 I: Warum, was bringen die Bilder?

115 P1: Weil man nicht lesen muss, sondern einfach nur sehen muss.

116 I: Wie würdest du die Bedienung einschätzen? Wei hat das geklappt?

117 P1: Die Bedienung war gut. Sehr gut. War einfach zu nutzen, weil man kann einfach weiterklicken. Die meisten Seiten wollen, dass man immer nach unten geht, das kann alles durcheinanderbringen.

118 I: Was bringt dich da durcheinander?

119 P1: Wenn man weiter runterscrollt, dann weiß man nicht wo man aufgehört hat. Man ist dann so zwischen den Seiten.

120 I: Okay, ja und die letzte Frage wäre so ein bißchen zum Gefühl bei der Nutzung, wie hat sich das angefühlt?

121 P1: Leicht unterfordernd vielleicht, weil ich schon gearbeitet habe daran. Ich kenne schon 3D-Druck.

122 I: Ja okay, was für ein Gefühl ist das dann das Gefühl unterfordert zu sein?

123 P1: Man muss sich für den 3D-Druck auch Zeit nehmen, nicht immer alles sofort.

124 I: Das es zu kurz war?

125 P1: Zu kurz war es nicht, für Anfänger war es gut.

126 I: Okay, ja. Dann haben wir schon echt viel Feedback hier, vielen Dank.

Anhang 2.2 – Transkript Proband 2

1 Transkript Proband 2

2 Erhebung individueller Eigenschaften

3 I: Dann klicke ich auf Aufnahme, es geht los. Danke, dass du dir die Zeit genommen hast. Und wir fangen erstmal an mit den Grunddaten, nur einmal Geschlecht, so männlich. Alter?

4 P2: 33, Ich werde 34 im April.

5 I: Alles klar. Schon einiges älter auch als ich oder meine Komilitonen, mein Gott. Beruf? Also Einsatzbereich in der Werkstatt?

6 P2: Beruf, halt Werkstättler und Werkstattreporter sozusagen. Ich bin ja auch für den Infopoint zuständig, dass der befüllt wird und das macht mir aufjedenfall sehr viel Spaß.

7 I: Cool, da müssen wir gleich aufjedenfall kurz nochmal drüber quatschen, da bin ich neugierig, aber nach der Forschung. Vorerfahrung mit dem Bereich 3D-Druck?

8 P2: Vorerfahrung (...) nicht so, aber ein paar Sachen wurden mir halt auch unten schon gezeigt.

9 I: Okay, also du hast das selber noch nicht gemacht, aber du hast es dir schon angucken können.

10 P2: Ja, genau. Und dann noch Vorerfahrung mit dem Computer?

11 P2: Ja, also mit dem Computer und so habe ich einiges an Erfahrung.

12 I: Ich denke mal die ganzen Texte schreibst du da auch.

13 P2: Genau, da ich auch Texte und so Geschichten selber schreibe, deswegen.

14 I: Ja das wird mit Schreibmaschine auch nichts mehr, das hat man ja vor 100 Jahren gefühlt gemacht.

15 P2: Ja.

16 Teil 1: Ausprobieren der Funktionalität

17 I: Okay, gut. Danke dafür. Dann würde ich dich jetzt einmal bitten, einfach nur dieses Programm, in dem die Selbstlerneinheiten sind, also ich nenne das hier immer Selbstlerneinheit, einfach mal auszuprobieren.

18 P2: Also hier, oder?

19 I: Ja genau.

20 P2: Wo ist denn die Maus? Ich sehe die Maus nur auf dem zweiten Bildschirm.

21 I: Ich helfe mal ganz kurz.

22 P2: Ah, da ist sie. Mensch, wo ist die denn jetzt, ach da. Da habe ich sie doch. Wo soll ich mit der Maus hin, hier vielleicht?

23 I: Ja genau, da geht es los.

24 P2: Da geht es los.

25 I: Kurze Nachfrage direkt, die Maus hast du ja gerade nicht direkt erkannt, hängt das damit zusammen, dass der Hintergrund, auch so weiß ist? Also so, dass man die dann schlechter erkennen kann vielleicht? Weil die Maus auch weiß ist.

26 P2: Jaa, ich würde den Hintergrund so schwarz machen und da die Maus weiß ist, weil weiß auf weißem Hintergrund sieht man nicht so. Also der Kontrast fehlt.

27 I: Okay, probiere gerne nochmal grundsätzlich aus, jetzt bist du ja schon eine Folie

weitergekommen. Schau mal, was es hier noch für Funktionen gibt.

28 P2: Okay, oh, einen eigenen Schlüsselanhänger!

29 I: Also du bist oben gewesen, bei dem Burgermenü, kannst du da nochmal draufklicken? Ist das verständlich, also wofür das hier gerade steht? Was das hier für eine Liste ist im Burgermenü?

30 P2: Ja, also ich finde, dass das ein kleines bißchen zu klein geschrieben ist. (...) Für Leute, die schwer lesen können oder sowas, das ist meine Meinung, müsste das ein bißchen dickerer oder größer geschrieben sein, damit die das gut lesen können.

31 I: Und wie ist das mit diesen Symbolen hier, ist das verständlich im Burgermenü?

32 P2: Ja, hier kann man halt irgendwas suchen, gucken. Ja, das passt.

33 *Teil 2: Selbstlerneinheiten durcharbeiten*

34 I: Alles klar, dann haben wir jetzt den ersten Teil einmal durch und jetzt geht es darum, die Selbstlerneinheit zum Thema Einführung in den 3D-Druck mal nur so ganz grob zu lernen und zu verstehen, was ist überhaupt 3D-Drucken, was kann man damit machen. Und jetzt kannst du das gerne einfach durcharbeiten, das sind 5 Folien und immer wenn dir was auffällt, sagen.

35 P2: Das ist ein schönes Haus, oder was soll das darstellen? Ach, einen Haus-Schlüsselanhänger. TinkerCAD, mit TinkerCAD haben wir auch unsere Erfahrungen, ich habe das sogar auf dem Handy, die App. (...) Das probiere ich auch einiges aus.

36 I: Das heißt, bei der Software hast du da auch schon Vorerfahrungen, dass man da etwas gestaltet.

37 P2: Ja genau. So und das hier ist auf jedenfall sehr verständlich, weil das ist halt dicker beschrieben und was mir trotzdem einfällt oder als Hilfe sein könnte, ist so eine Vorlesefunktion. Das das vorgelesen wird, für diejenigen, die nicht lesen können.

38 I: Also eine integrierte Vorlesefunktion.

39 P2: Genau, das würde ich wünschen, dass das noch reinkommen würde, wie gesagt für Menschen die nicht lesen können, oder (...). Ja, hier sieht man, wie das gemacht wird. Vorteile, es gibt einige Vorteile. Also vor allem, wenn man etwas selbst braucht, kann man sich das selber fertig machen. Das Bild ist auch, wie soll ich das erklären, dass man halt zeigt, was man alles machen kann und das man auch Werkzeuge machen kann, die man im Alltag gebrauchen kann. Zum Beispiel das hier, ich kann mich nicht erinnern wie das heißt.

40 I: Den Messchieber?

41 P2: Ja genau.

42 I: Also das Bild zeigt, dass man verschiedene Dinge, die man auch im Alltag gebrauchen kann, mit dem 3D-Druck machen kann. Wie bewertest du das? Also was ist daran das gute oder schlechte, dass es da in dieser Selbstlerneinheit ist?

43 P2: Also das gute ist, dass man lernen kann wie man das machen kann und das man sehen kann was man da erreicht und was man alles damit machen kann. Das ist eine gute Sache, dass es das gibt.

44 I: Und noch, was kann es noch bringen, dass da gezeigt wird, das und das kann man jetzt machen mit dem 3D-Druck am Ende?

45 P2: Das man sich da vor allem auch weiterbilden kann. Dass man weiß, ich kann das und das

machen und das man dann selber schlauer ist und ach, ich kann mir einen Schlüsselbund für meinen Schlüssel machen oder ich kann mir ganz viel andere Sachen selber machen, die ich vielleicht haben will, so wie eine Figur von Super Mario oder Sonic oder wie auch immer.

46 I: Also das man angeregt wird nachzudenken, was kann ich da noch alles machen mit und das man mehr Ideen vielleicht bekommt?

47 P2: Genau, ja.

48 I: Und wie ist das von der Motivation, also wenn man sieht was man da machen kann, würde das auch die Motivation erhöhen?

49 P2: Ja, also das würde die Motivation, wenn man sieht was man da geschafft hat, dann würde die Motivation weiter hochgehen und man sich denken, ach das habe ich Heute geschafft und das sieht so gut aus. Vor allem hat man was einzigartiges für sich dann auch gemacht, was man sich dann auch in eine Vitrine stellen kann. Zum ersten Punkt hier, dass kann man ja auch mit TinkerCAD erstellen und die Druckvorbereitung ist halt, dass man den Drucker vorbereitet und das dann in Auftrag gibt, den Druck und der Drucker dass dann von alleine druckt, für wie lange auch immer, kommt drauf an, wie lange das angezeigt wird. Das ist bei uns unten in der Abteilung auch so, wir haben unten auch einen 3D-Drucker in der Abteilung und da machen wir so Coins, ja.

50 I: Also den Ablauf kennst du schon aus der Abteilung.

51 P2: Ja, genau. Und das ist hier so verständlich dargestellt, von der Reihenfolge. Ich würde für manche, ist es nicht so verständlich, dass auch nochmal in Leichter Sprache übersetzen. Es gibt einige, dass das nicht so verstehen, wie ich zum Beispiel. Damit man das besser versteht, was das bedeutet.

52 I: Also zum Beispiel so ein langes Wort wie Druckvorbereitung oder Auswahl / Erstellung eines Modelldesigns?

53 P2: Genau, dieses Modelldesign Wort ist ein bißchen komplizierter und dass man das dann nochmal in Leichter Sprache schreiben würde. Das wäre mir nämlich wichtig für die anderen, die das nicht so verstehen was das bedeutet.

54 I: Okay, alles klar.

55 P2: Ist das die Seite oder was ist das hier? Das zeigt auf jedenfall was man da, Schlüsselanhänger und joa.

56 I: Dann probiere mal in die zweite Selbstlerneinheit zu kommen.

57 P2: Ja, das ist (...) zweite Lerneinheit ist, ich weiß das gar nicht. Ich lasse das, bevor ich hier irgendwas falsch mache. Da weiß ich es nicht, wie man da hinkommt.

58 I: Ja, das ist so ein Ding, dass habe ich mir auch schon im Vorhinein gedacht, weil da fast jeder ein Problem mit hat. Aber grundsätzlich ist es schon richtig, man muss erst auf das Haus klicken, da hast du ja schon draufgeklickt und dann muss man nur nochmal auf Ok klicken.

59 P2: Also Haussymbol und dann einfach auf okay. Achso, ah ja. Hier ist wieder das Problem in der Übersicht, dass das wieder ein bißchen zu klein geschrieben ist und für Leute, die nicht so lesen können oder so nah rangehen müssen um zu lesen, ist das nicht vorteilhaft, wenn das so klein geschrieben ist. Ich würde das in größerer Schrift schreiben.

60 I: Also damit man es besser wahrnehmen kann, für Menschen die nicht so gut sehen können?

61 P2: Genau. Um ehrlich zu sein, auch für mich ist eine ein bißchen zu kleine Schrift.

62 I: Und probiere mal, etwas reinzuzoomen, also diese Funktion zu nutzen.

63 P2: Mmmh (...) Wie geht das? Ich probiere das gerade mit der Maus, aber das geht nicht.

64 I: Du klickst gerade auf die Navigationshilfe. Ja also dann okay ich wollte nur einmal schauen, ob du da automatisch von selber drauf kommst. Dann probiere das Zoomen einmal mit der Tastatur, ob das klar ist, wie das gehen würde.

65 P2: Öhm (...). Das klappt nicht.

66 I: Da musst du einmal auf Strg und dann + drücken. Also das ist dann nicht so klar, dass man das direkt drücken muss. Also sollte das darauf hinweisen, wie man reinzoomt?

67 P2: Ja da wäre gut.

68 I: Okay, dann kannst du hier einmal auf die nächste Selbstlerneinheit klicken.

69 P2: Also hier?

70 I: Ja genau. Dann geht es in dieser Einheit jetzt bis zur 5. Folie. Also wir machen nicht die ganze durch, sondern nur bis zur 5. Da kommt am Ende ein Video mit einer kleinen Aufgabe, die man dann in dem Programm TinkerCAD machen würde.

71 P2: Also bei dem Design, man muss theoretisch so eine Stütze bauen dazu, damit das nicht so durchbricht wenn man das hat. Ja (...) was ich nicht verstehe, dieses Wort, sperrig. Da würden einige nachfragen, was dieses Wort zu bedeuten hat. Das wäre auch in Leichter Sprache besser. Dieses L,B,H (...) da weiß ich auch nicht, was das bedeuten sollte.

72 I: Es ist nicht eindeutig, was L,B,H bedeutet.

73 P2: Genau. Also an sich sind hier ein paar Wörter die nicht für andere zu verstehen sind, zum Beispiel dieses Wort Öse, das wissen manche auch nicht.

74 I: Also da sind Wörter die nicht verständlich sind und auch Abkürzungen.

75 P2: Genau, da müsste man gucken, dass man das verständlicher überbringt für ein paar Leute.

76 I: Wie würdest du bei den Abkürzungen vorgehen, damit man das besser verstehen kann?

77 P2: Ich würde das mit der Klammer, mit den Klammern, das ist ja gut. Dann würde ich das ausschreiben. Also zum Beispiel L für links

78 I: Also Länge, Breite, Höhe anstatt L,B,H?

79 P2: Genau, dass würde ich lieber ausschreiben, damit derjenige weiß, ach das bedeutet Länge, das bedeutet Breite und das bedeutet Höhe. Hier würde ich auch so eine Vorlesefunktion machen für die, die nicht lesen können.

80 I: Das man alles was im Textformat ist auch nochmal hören kann?

81 P2: Ja, dass die die nicht lesen können, dass es für die auch verständlich ist, was da gezeigt wird oder was da geschrieben wird. Okay, dann geht es zur nächsten Folie. Das ist halt TinkerCAD, da haben sie auch unten in der Abteilung mit rumexperimentiert. Den Wütti haben sie da zum Beispiel gemacht, unser Maskottchen. Wir haben ja ein Maskottchen von der Arbeit und das haben wir mit unseren WüT Farben in TinkerCAD gemacht, als wir den Drucker neu hatten bei uns.

82 I: Also habt ihr hier schon Vorerfahrungen in TinkerCAD und die Software ausprobiert?

83 P2: Ja, genau. An sich fällt mir auf, bei jedem von dieser Seite, was diese Seite ist. Nicht nur auf

einer Seite sondern auf allen Seiten etwas audiomäßiges zu machen. Das zieht sich so durch. Auch die Größe an sich vom Text anpassen.

84 I: Okay, ich hätte auch noch eine Sache, du hast gerade auch etwas angestrengt geguckt, wie ist das von der Konzentration die das braucht? Also das man da die Texte lesen muss.

85 P2: Also von der Konzentration her, die Leute in der Werkstatt, wo ich mich auch zu zähle, die müssen zwischendurch eine kurze Pause einlegen. Weil die können sich nicht hier, ach ich lese das mal die ganze Zeit durch, sondern die müssen, eine kurze Pause einlegen, bevor sie weiter irgendwie lesen oder weitermachen können. Da brauchen sie ein kurze Minute oder sowas.

86 I: Warum? Ich frage einfach mal naiv.

87 P2: Weil die Konzentration nicht so da ist, dass man die ganze Zeit auf den Monitor guckt und da seine Sachen macht. Die Konzentration schwindet mit der Zeit. Man müsste zum Beispiel auch auf Toilette gehen oder was trinken gehen oder sowas. Also deswegen müsste man da zwischendurch mal eine kurze Pause einlegen.

88 I: Wie ist das vom Aufwand her, also von der Anstrengung, wenn du jetzt diesen Text ließt? Ist das etwas, was sehr anstrengend ist oder eher einfach?

89 P2: Also für mich geht das einigermaßen, aber es gibt auch Leute, die öfter eine Pause brauchen. Das ist für die Leute ziemlich anstrengend. Das kriegen manche nicht in einem Take oder einer Pause hin, die müssen öfter Pause machen.

90 I: Okay, gut. Und inwiefern würdest du sagen, hängt das damit zusammen, wie das so gestaltet ist, dass zum Beispiel viel Text da ist und dann mal ein Bild (...) Oder könnte es sein, dass es weniger Anstrengungen macht, wenn man es anders gestaltet?

91 P2: Ein kurzer Satz dazu, nicht so viel Text würde ich machen, sondern ein kleiner kurzer Satz und dann halt Bilder dazu. Das ist dann halt für manche verständlicher zu verstehen, was da ist. Also mehrere Bilder.

92 I: Ok, also mehr Bilder die das erklären, das braucht dann weniger Konzentrationskraft und Aufwand.

93 P2: Genau, wie gesagt, ein kurzer Satz, der das erklärt und dann verschiedene Bilder, die da zeigen, wie man das macht. Das kann dann (...) ja.

94 I: Jetzt gibt es noch die letzte Aufgabe, eine Miniaufgabe zu machen in TinkerCAD. Da gucken wir uns gleich auch nochmal das Videoformat an, was du davon hältst. ((Erklärvideo ist zu hören)) Probier mal aus, ob das so funktioniert, auf dem zweiten Bildschirm.

95 P2: So, hier sind zum Beispiel auch Vorlagen die man machen kann in TinkerCAD, um sich das zu machen.

Hier kann man selber etwas zeichnen.

96 I: Probiere mal die Aufgabe zu machen, also das Projekt zu benennen.

97 P2: Mmh (...) wow. Ich habe das auch so lange bei mir nicht mehr gemacht. Das ist jetzt gerade die Sache, meine Konzentration, wo wir gerade darüber gesprochen haben, ist jetzt ein bißchen schlecht geworden.

98 *Teil 3: Abschließende Reflexion*

99 I: Ja, das ist ja voll fein, also wenn du einmal hier oben draufklickst, das ist auch nicht so intuitiv,

dann sollte es funktionieren. Okay gut, dass war es dann auch schon. Dann sind wir soweit durch. Trotzdem würde ich noch ein paar Reflexionsfragen stellen. Dann kannst du nochmal allgemein sagen, zu den Selbstlerneinheiten, was dir da aufgefallen ist, neben den Punkten die du bereits genannt hast.

100 P2: Also, sehr wichtig ist mir, wie gesagt, dass da so ein Sprachding kommt, dass das erklärt wird in einfacher Sprache und mir würde es wichtig sein, ein bißchen mit Bildern zu arbeiten.

101 I: Gab's noch mehr?

102 P2: Nō, also eigentlich, ich denke gerade nach, Bilder, Vorlesefunktion und das verständliche Schreiben.

103 I: Okay, wenn du jetzt nochmal an das Video denkst, was du dir gerade angeguckt hast, wie war das für dich?

104 P2: Das Video (...) das ist für manche halt zu schnell und wenn man dann stoppt und hä, dann versteht man den Sinn zwischendurch nicht. Wenn man stoppt und dann in der Software irgendwo hingeht, dann vergisst man schon, was man gemacht hat. Der Zusammenhang ist dann gestört, weil man sich nicht auf beides gleichzeitig konzentrieren kann. Dann weiß man nicht, hä, wo war ich jetzt bei dem Video und muss dann das Video von vorne starten, damit man weiß, ach bis dahin habe ich schon geguckt und so geht es weiter. Damit man wieder reinkommt muss man sich vielleicht das Video dann von Anfang an angucken und das ist für manche nicht so vorteilhaft.

105 I: Danke, spannender Punkt. Ich fordere dich jetzt zum Ende hin nochmal raus, wie würdest du das denn vielleicht lösen? Hast du eine Idee wie man diesen Zusammenhang machen kann?

106 P2: Eine Sache würde ich finden, dass man den Zusammenhang so macht, dass eine andere Person mit dabei ist und demjenigen vielleicht hilft und demjenigen das nochmal erklärt.

107 I: Also dass die Person dir dann zum Beispiel nochmal sagt, wo du im Video warst und was die Aufgabe ist.

108 P2: Genau, dass man so ein Hilfsmittel da hat. Das irgendjemand danebensitzt oder dass man ein Hilfsmittel bekommt, dass man nicht immer irgendwie sofort nach hinten gehen muss und das Video neustarten muss, dass irgendjemand dir hilft.

109 I: Ja, und gibt es noch was ?

110 P2: Das wäre eigentlich alles, also das wichtigste habe ich denke ich gesagt.

111 I: Nochmal zum Abschluss, wie hat es sich denn angefühlt das alles zu nutzen, so vom Gefühl. War das vielleicht nervig oder spaßig?

112 P2: Also, ein Gefühl, das ist halt schon gut wie es ist. Ist halt schon für manche doch ein bißchen schwieriger als für andere.

113 I: Danke, dann sind wir soweit durch.

Anhang 2.3 – Transkript Proband 3

1 Transkript - Proband 3

2 Erhebung individueller Eigenschaften

3 I: Ja, dann danke für die Teilnahme. Einmal müsste ich so diesen Fragebogen durchgehen. Geschlecht? Männlich. Alter?

4 P3: 31.

5 I: Dann bist du so zwischen F und M, glaube ich, in der Mitte. Aber alle schon in den Dreißigern. Da seid ihr alle ja älter als ich. Einsatzbereich in der Werkstatt?

6 P3: Digitaler Direktdruck.

7 I: Hat das schon was mit 3D-Druck zu tun?

8 P3: Ne, das ist der große Drucker, mit dem du verschiedene Farben drucken kannst. Ja 3D-Druck mache ich noch zwischendurch so ein bißchen.

9 I: Ja, da kommen wir schon zur nächsten Fragen, hast du Vorerfahrung mit dem 3D-Druck?

10 P3: Ne, gar nicht.

11 I: Zwischendurch hast du mal gesagt?

12 P3: Ja, wir haben einen kleinen Auftrag dafür, für den Kiosk den wir machen, da drucken wir im Moment in 3D gerade die Taler und wenn dann noch ein bißchen Zeit ist, können wir gucken, was wir dann so drucken können mit dem 3D-Drucker.

13 I: Okay, aber bist du da schon involviert, hast du das schon mitgemacht mit dem 3D-Druck?

14 P3: Ich habe es nur ein bißchen gesehen und habe mich ein kleines bißchen schlau gemacht, was es für Drucker gibt und welche Vorteile und Nachteile die dann so haben.

15 I: Okay, also zu 3D-Druck recherchiert und du weißt, welche Projekte es hier in der Werkstatt so gibt dazu.

16 P3: Ja genau.

17 I: Und Vorerfahrung mit dem Computer, Tablet und so weiter?

18 P3: Die habe ich schon verwendet, ja.

19 Teil 1: Ausprobieren der Funktionalität

20 I: Alles klar, dann würde ich sagen, können wir mal zu Aufgabe 1 übergehen. Da kannst du gerne die Maus und das hier nehmen. Also das ist jetzt so das Programm, in dem das ist. Selbstlerneinheit nenne ich das. Also der bedeutet, man kann 3D-Druck hier selber lernen. Jetzt kannst du einfach mal die Funktionen des Programms austesten. Da sollst du noch nicht so viel lesen, sondern einfach mal schauen, was es so gibt an Funktionen.

21 P3: Okay, das mit dem Haus hier kenne ich. Da haben wir auch schon viel mit probiert, so ein bißchen. TinkerCAD ist so ein Lernprogramm für Anfänger, die das ein bißchen lernen wollen.

22 I: Ja, um ein bißchen reinzukommen. (...) Probiere gerne auch nochmal hier so ein bißchen insgesamt aus, was es hier noch gibt. Zum Beispiel mal ins Burgermenü rein.

23 P3: Ist schon sehr interessant, was man damit alles tun kann.

24 I: Fällt dir dazu etwas auf, jetzt bei der ersten Nutzung, Bedienung? Was gut funktioniert, was nicht so gut funktioniert?

25 P3: Ja, ich finde die Bedienung eigentlich schön, dass man das schön leicht erklärt. Man könnte jetzt so in Leichter Sprache probieren das zu erklären bei dem 3D Drucker, für die etwas schwächeren. Weil viele Leute wissen das auch nicht, was der Drucker macht. Das auch nochmal in Leichter Sprache zu versuchen, zu verdeutlichen, was man da jetzt so macht oder wie der Arbeitsschritt so läuft bei dem 3D-Drucker.

26 I: Okay, das zählt jetzt schon zu dem Inhalt. Ich wollte jetzt einmal noch zu diesem Programm, also wie das Programm funktioniert, ich sage mal diese Button-Funktionen.

27 P3: Ich finde Punkt hier schon super die Funktion, das ist auch schneller und viel einfacher. Man könnte auch hier unten, aber das ist auch sehr gut. Es ist für den Ablauf auch gut.

28 I: Also das man hier im Burgermenü links eine Übersicht gezeigt bekommt.

29 P3: Ja, genau.

30 I: Ja, dann können wir mit der ersten Einheit gleich auch starten, eine Frage vorab, probiere mal, das mit der Tastatur hier zu bedienen. Das kann man auch, da hast du direkt die richtige Taste zum weiterkommen gefunden, der Pfeil nach rechts. Wie ist die Tastaturbedienung für dich?

31 P3: Die ist einfach, die ist gut. Ich finde das auch besser mit Tastatur zu arbeiten, als wenn man das mit dem Tablet oder so per Touch machen würde. Da hast du auch viele Möglichkeiten, jetzt einfache Schritte zum Beispiel, da musste jetzt nicht immer suchen. Ich finde das auch gut, dass man das ohne Tastatur machen kann, das ist auch gut.

32 I: Was findest du daran gut?

33 P3: Man kann jetzt verschiedene Sachen damit machen, hier mit Steuerung zum Beispiel kann man verschiedene Tastenkombinationen machen. Das ist eben der einfachste Schritt, wenn du etwas schnell machen möchtest.

34 I: Und noch, was gibt es denn noch?

35 P3: Man würde das auch schöner finden, wenn man das auch mit Tablet so ein bisschen vereinfachen würde, dass man es da nutzen kann, jetzt für die Schwächeren die vielleicht nicht mit Laptop so klarkommen. Man könnte es noch verbessern mit so einem Sprachassistenten, damit auch wissen, was da vorgezeigt wird oder was man da macht.

36 *Teil 2: Selbstlerneinheit durcharbeiten*

37 I: Okay, danke. Dann kannst du einfach mal da so durchgehen, versuchen wirklich dir das mal durchzulesen und zu lernen auch.

38 P3: Ja, also Schlüsselanhänger ist ein bisschen schwierig zu machen, also ist nicht schwierig zu machen, aber es kommt darauf an, welches Filament du da benutzen möchtest. PLA ist ja nicht so stabil wie die anderen Filamente glaube ich. Es gibt ja verschiedene Filamente mit verschiedenen Stärken.

39 I: Du hast da schon ein bisschen Vorerfahrung um welche Materialien es geht.

40 P3: Ja genau. (...) Ich finde es auch immer sehr faszinierend, wie der Drucker es da verklebt oder verbindet, das ist schon sehr schön das auch zu sehen wie das verarbeitet wird und was man daraus machen kann. Das ist schon echt toll. Also beim 3D-Druck kann man tolle Sachen machen, auch Hilfsmittel zum Beispiel, da gibt es auch verschiedene Sachen.

41 I: Ja, wie ist das so in der Selbstlerneinheit, wenn du sagst, das ist beeindruckend was man da

machen kann, da bist du jetzt drauf gekommen als du auch nochmal gesehen hast wie das funktioniert. Wie würdest du denn so Bilder und Videos wo der 3D-Druck gezeigt wird bewerten?

42 P3: Ich würde das sehr gut bewerten, zu sehen was der Drucker macht. Ich fände es sehr toll, wenn man noch einzelne Schritte zeigen könnte. Das wäre dann noch ein bisschen einfacher. Das jetzt im Schnellformat zu sehen ist auch super schön. Dass das Drucken schön aussieht ist gut, ich würde aber gerne nochmal das Endprodukt sehen, wie das dann fertig aussieht zum Beispiel dann.

43 I: Okay, dass man die einzelnen Schritte noch zeigt, um den Prozess besser darzustellen.

44 P3: Ja genau.

45 I: Und warum würdest du das so gerne sehen?

46 P3: Weil ich finde das immer wieder schön, dass da man da die jeweiligen Schichten sieht. Da muss man beim drucken auch drauf achten und zum Beispiel schnell reagieren.

47 I: Okay, ja. Also das wäre schön zu sehen.

48 P3: Ja.

49 I: Das wenn man das dann sieht, man möchte das lernen, dann sieht man schon okay, das kann machen, so sind die einzelnen Schritte im 3D-Druck, was bringt das für das Lernen?

50 P3: Damit man das beim nächsten mal besser darauf achten kann, was genau da passiert. So würde ich das sehen.

51 I: Das man klarer und konkreter versteht, wie das funktioniert?

52 P3: Ja.

53 I: Okay, gut, dann mache gerne weiter. (...) Ich habe dazu eine Frage davor, hast du dir das alles durchgelesen und bist dann weiter gegangen?

54 P3: Ich habe nur kurz drübergelesen.

55 I: Also nicht von Anfang bis Ende?

56 P3: Nein.

57 I: Warum?

58 P3: Ich möchte dann einfach das das endlich fertig wird. Einfach selber das zu lernen. Klar, man könnte auch

ein bisschen Hilfestellung dafür haben und so, das ist ja auch sehr gut dann auf jedenfall.

59 I: Selber eher, damit meinst du, du möchtest das selber gerne ausprobieren anstatt dir das durchzulesen?

60 P3: Genau, also man könnte das auch so machen, dann Schritt für Schritt. Das ist natürlich auch schön, aber meistens finde ich das besser wenn man einfach drauf los drückt. Man hat ja auch seine eigenen kreativen Gedanken dafür natürlich.

61 I: Was sollte dann zum Beispiel an der Stelle von diesem Text sein?

62 P3: Das jeweilige Bild dazu, zum Beispiel eine Auswahl der Einstellungen, alles und der jeweilige Text wird dann gezeigt.

63 I: Also Bilder die zeigen, wie man es dann konkret macht, anstelle eines Textes der erklärt wie man es macht.

64 P3: Ja, genau.

65 I: Das sind dann auch eher so allgemeine Sachen, wie das grundsätzlich funktioniert. Du würdest dir dann konkretere Anleitungen in einzelnen Schritten wünschen?

66 P3: Ja, genau. So würde ich das für mich jetzt finden, weil sonst sagt man das dann und dann hat man das am nächsten Tag wieder vergessen. Das muss dann einfach in jedem Arbeitsschritt, das und das muss dann gemacht werden, genau. Das ist dann einfacher das zu erklären auf jedenfall.

67 I: Also wenn man es sich durchließt, dann hat man es wahrscheinlich am nächsten Tag wieder vergessen. Man kann es sich im Textformat schlechter merken, als wenn man es selber ausprobert?

68 P3: Ja, so ist es.

69 I: Ja, interessant, wichtiger Punkt, glaube ich. Ein anderes Format wäre eventuell sinnvoll. Okay, dann als nächste Aufgabe quasi, versuche mal in die zweite Selbstlerneinheit reinzugehen.

70 P3: Wie jetzt? (...) Das finde ich nicht.

71 I: Es gibt jetzt noch eine zweite Selbstlerneinheit, das war ja jetzt zum 3D-Druck allgemein und jetzt probiere nochmal in eine neue Selbstlerneinheit reinzukommen, in die zweite. Das ist immer ein bißchen gemein die Frage, das hat bisher jeder nicht hinbekommen, inklusive mir selber am Anfang als ich das gemacht habe. Das finde ich nämlich bei dem Programm hier wirklich nicht gut. Man muss nämlich hier oben auf das Burgermenü klicken. Dann klickt man hier drauf auf das Haus und dann auf okay. Dann kommt man in die Übersicht und da ist es quasi. Aber gucke dir ruhig mal die Übersicht an, ob dir dazu etwas einfällt.

72 P3: Ist auch schonmal gut, die Übersicht ist auch schonmal gut.

73 I: Was ist an der Überschrift gut?

74 P3: Das man das so erklärt, also erstelle einen eigenen Schlüsselanhänger. Das ist auch sehr gut. Dann weiß man schonmal, was es wird. Am Ende halt.

75 I: Gut, dann kannst du gerne mit der zweiten weitermachen, das ist nur bis Folie 5. Da musst du nicht alles machen.

76 P3: Okay. (...) Also ich würde jetzt hier zum Beispiel gar nichts anfangen können, was das hier zu bedeuten hat zum Beispiel.

77 I: Also auf Folie 2.

78 P3: Ja, genau da. Klar, das ist natürlich die Größe und die Dicke. Auch natürlich was dazugehört damit das nicht kaputtgeht.

79 I: Weißt du, was das Wort hier bedeutet?

80 P3: Schwierig. Nein, das weiß ich wirklich nicht.

81 I: Okay, also das Wort verstehst du nicht, gibt es da noch Probleme in diesem Bereich?

82 P3: Also, L,B,H.

83 I: Also die Abkürzungen.

84 P3: Ja, genau. Also das verstehe ich auch nicht, was soll das denn heißen? Die Abkürzungen sind immer so ein bißchen schwierig zu verstehen. Ich würde einfach sagen, Abkürzungen und dann schreiben was da genau gemeint ist. Das würde ich natürlich ein bißchen schöner finden, wenn die Abkürzungen und die Bedeutungen dabei sind.

85 I: Also beides?

86 P3: Genau, ja genau.

87 I: Kann ich nochmal fragen, wie verständlich sind die Begriffe hier?

88 P3: Die sind schon verständlich, aber dieses niederschwellig oder zugänglich, das würde ich jetzt zum Beispiel nicht so gut verstehen.

89 I: Also einzelne Begriffe die zu schwierig sind.

90 P3: Ja, aber ansonsten ist das eigentlich ganz gut.

91 I: Jetzt kommt zum Abschluss noch ein Video, das ist auch nochmal interessant, gleich über das Videoformat zu sprechen, wie dir das gefällt, was es da vielleicht für Probleme gibt oder was gut daran ist. Dann schau dir gerne das Video mal an und versuch das, was da gesagt wird hier rechts auf dem Bildschirm umzusetzen, in der Software TinkerCAD. (...) Weißt du noch, was die Aufgabe in dem Video war?

92 P3: Den Namen ändern und dann sollte man sich einen Schlüsselanhänger erstellen.

93 I: So weit gehen wir gar nicht.

94 P3: Okay. Also den Namen würde ich hier oben ändern.

95 I: Ja okay, das ist richtig. Wie würdest du denn das Videoformat hier bewerten für dich?

96 P3: Also ich würde das Video bewerten als eine 10 von 10. Es ist gut für mich verständlich und gut erklärt. Ich finde auch gut das man da sagt und da muss du das ändern und die Schrittweise ist gut, die würde ich so lassen.

97 I: Die Reihenfolge?

98 P3: Die Reihenfolge, ja. Auch, dass das wiedergegeben wird, was da gesprochen wird. Das ist auch sehr gut. Wenn man jetzt noch verschiedene Bausätze hier in TinkerCAD als Lernphase machen würde, dann würde ich sagen, dann könnte man sich das immer wieder angucken und das dann bei TinkerCAD so wiedergeben.

99 I: Also das es einfach konkrete Schritte gibt, das als erstes, das als zweites und so weiter.

100 P3: Genau. Ja, gut.

101 *3. Teil: Abschließende Reflexion*

102 I: Dann habe ich jetzt nochmal zum Abschluss ein Reflexionsgespräch geplant, ein paar Fragen. Jetzt geht es nochmal grundsätzlich um alles in dieser Selbstlerneinheit. Sage gerne nochmal, was denn dir da aufgefallen ist. Wenn du dir vorstellst, das müsste jetzt jemand in der Werkstatt hier nutzen und jemand soll hier die Selbstlerneinheit durcharbeiten, um schonmal einen Einblick in den 3D-Druck zu bekommen und so einen ersten Einblick in TinkerCAD. Wie würdest du das so sehen?

103 P3: Also ich würde für die Werkstatt, für die etwas schwächeren, genau sowas machen wie im Video. Das es einfach erklärbar ist, damit die das auch verstehen können oder einfach nachfragen, was muss ich denn dafür nächste Schritte machen. Ich würde das immer so schrittweise machen. So wie man da auch echt dran arbeiten würde.

104 I: Also so eine Schritt für Schritt Anleitung für die Schwächeren.

105 P3: Genau und auch für die Allgemeinheit zum Beispiel jetzt auch. Für die etwas stärkeren könnte man das mit lesen und den Bildern jetzt auch machen.

106 I: Und für welche Zielgruppe, also was für Eigenschaften haben dann die Schwächeren, dass es für die geeignete wäre?

107 P3: Ja, für die etwas schwächeren wäre das in Leichter Sprache zu erklären gut, so würde ich das dann machen. Dann ist es verständlicher.

108 I: Was ist dir noch aufgefallen? Vielleicht bei den Fotos?

109 P3: Die Fotos würde ich gut bewerten, die sind auf jedenfall verständlich. Ich würde auch nochmal gut finden, wenn man in den Fotos erklärt, was es für Schritte gibt, dass es zum Beispiel in Schichten gemacht wird. Zum Beispiel die Dicke von den Produkten, dass man das sieht. Vielleicht auch welches Filament dafür geeignet ist.

110 I: Danke, das sind doch schonmal viele und wichtige Informationen. Wie ist es denn von dem Aufwand, das durchzuarbeiten und zu nutzen? Anstrengend oder angenehm?

111 P3: Nein, das ist vollkommen okay so.

112 I: Und nochmal letzte Frage dazu, wie es vom Gefühl das durchzuarbeiten?

113 P3: Angenehm, ich möchte gerne auf jedenfall neue Sachen kennenlernen. Das motiviert auch so, du hast etwas neues kennengelernt und kannst es dann mit Unterstützung auch selber lernen und dann eigenständig machen. Dann kannst du sagen gucke mal hier, das habe ich selber entworfen.

114 I: Ja, vielen Dank, dann war es das erstmal. Gibt es noch etwas, was du hinzufügen möchtest oder passt das soweit?

115 P3: Ich würde mir einfach wünschen, dass es Lernprogramme wie diese hier auch in der Form gibt für etwas schwächere Leute, für Menschen mit Behinderung einfach. Das man das Schritt für Schritt lernen kann. Das würde ich mir wünschen, dass es sowas dann in naher Zukunft geben würde.

116 I: Super, dann danke dir nochmal, das war ein wirklich hilfreiches und interessantes Gespräch!

Anhang 2.4 – Transkript Proband 4

1 Transkript – Proband 4

2 Erhebung individueller Eigenschaften

3 I: Wir fangen erstmal mit ein paar persönlichen Daten an. Was ist denn dein Geschlecht?

4 P4: Ich bin ein Mann.

5 I: Und wie alt bist du?

6 P4: 39.

7 I: Beruf, beziehungsweise Einsatzbereich in der Werkstatt?

8 P4: Ich bin im Digitaldruck am arbeiten. (...) Wir haben uns auch schonmal gesehen. Oben eine Etage höher noch, richtig?

9 I: Ja genau, ich war schonmal da für den Infopoint, da haben wir auch schonmal sowas ähnliches gemacht.

10 P4: Du oder Sie?

11 I: Ja du, wir können uns gerne dutzen.

12 P4: Wie war dein name nochmal?

13 I: Lion.

14 P4: Ja stimmt.

15 P4: Der Infopoint ist ständig da kaputt leider. Das wollte ich nur mal angesprochen haben. So ist es. Aufjedenfall eine schöne Sache, dass der gekommen ist, der Infopint.

16 I: Ja, da müssen wir aufjedenfall nach dem Interview nochmal darüber quatschen. Zu den Vorerfahrungen nochmal, hast du da schon Vorerfahrungen mit dem 3D-Druck?

17 P4: Ne, die Erfahrungen habe ich noch nicht gemacht, erst durch die Erfahrungen hier in der Werkstatt. Ich habe mir ein paar Sachen auch schon selbst ausgedruckt. Wie zum Beispiel eine Batmanfigur. So ein eigenes Projekt quasi. Ja genau.

18 I: Schon selber gedruckt mit dem Drucker der da unten steht?

19 P4: Ja richtig.

20 I: Dann hast du ja schon wirklich ein bißchen Erfahrung. Wie ist es mit dem Computer, ob es Tablets oder PCs sind, hast du da auch Vorerfahrungen?

21 P4: Ja, schon.

22 I: Ich denke im digitalen Druckbereich geht es ja gar nicht ohne.

23 *Teil 1: Ausprobieren der Funktionalität*

24 I: Ja, gut. Dann fangen wir mal an. Du kannst jetzt einfach hier die Maus nehmen. Klicke dich gerne einfach mal hier durch das Programm, wie das funktioniert und so. (...) Hier ist zum Beispiel das Burgermenü, probiere das mal aus, wie findest du diese Auflistung hier?

25 P4: Ich sage mal so, ich hätte halt irgendwie da so ein schönes Bild drin, also halt wie du gerade gesagt hast, vielleicht so ein Burgermenü oder sowas zum Beispiel.

26 I: Ach warte mal, also das Burgermenü ist ein Begriff für diese drei Striche hier.

27 P4: Dann war das ein Missverständnis, sorry.

28 I: Nein super gut, nichts ist falsch, alles raushauen. Das Feedback, dass da ein Bild hinkommen

soll, ist sehr wertvoll. Warum würdest du dir noch ein Bild wünschen?

29 P4: Ja also, ich hätte mir zum Beispiel so einen Film oder ein Video gewünscht, das würde ich einfügen über die Erklärung von 3D-Druck. Zum Ablauf vom Beginn zum gedruckten Schlüsselanhänger. Da würde ich so ein Video einfügen. Für viele schwächer die hier arbeiten wäre das noch eine schöne Sache.

30 I: Warum, was würde denen das bringen?

31 P4: Das könnte eine zusätzliche Hilfe sein.

32 I: Also zusätzliche Hilfe heißt, dass man nicht nur den Text hat, dann muss man sich das vorstellen, sondern auch nochmal, dass man das sieht. Dann hat man beide Informationen den Text und das Video? So?

33 P4: Genau, richtig.

34 *Teil 2: Selbstlerneinheiten durcharbeiten*

35 I: Okay alles klar, dann mache hier gerne weiter, du kannst dir gerne die nächsten Inhalte angucken. (...) Hat das mit dem Text funktioniert, sich das durchzulesen. Ist das verständlich?

36 P4: Ja.

37 I: Und warum?

38 P4: Für mich ist das verständlich, weil das in einer Reihenfolge aufgelistet ist. (...) Das ist schön aufgelistet. Eine gute Auflistung auch mit den Beispielen hier, was gedruckt werden kann.

39 I: Auf dem Bild meinst du?

40 P4: Ja genau, das Bild.

41 I: Was magst du noch daran?

42 P4: Das man sieht, wie viele Sachen man als Projekt erstellen kann.

43 I: Die Möglichkeiten des 3D-Drucks werden sichtbar gemacht.

44 P4: Ja, genau richtig. Dann fange ich an zu denken, was ich in meinem eigenen Projekt machen möchte. Zum Beispiel, wie ich zu dir gesagt hatte, eine Batmanfigur. Wir hatten auch verschiedene Sachen gedruckt und in so einem Programm habe ich in der Suchliste dann Batman eingegeben. Das war dann die Figur, die ich ausdrucken wollte. Das ist ein schönes Beispiel, was man alles mit dem Drucker druckt, mit dem 3D-Drucker.

45 I: Wie ist das so, wenn du dir das insgesamt anguckst, von den Schriftarten und den Farben? Was für Vorteile oder Nachteile gibt es da vielleicht? (...)

46 P4: Wie meinst du es nochmal?

47 I: Nicht nur das Bild, sondern der ganze Bildschirm drumherum. Wie gefällt dir das? Es gibt zum Beispiel auch Internetseiten, die eine ganz andere Schriftart, ganz andere Farben, die die benutzen. Wie findest du das hier?

48 P4: Doch ich finde, das ist eine gute Auflistung. Von meiner Seite aus ist es zufriedenstellend.

49 I: Dann sind wir die erste Selbstlerneinheit schonmal durchgegangen. Jetzt probiere mal, in die zweite Selbstlerneinheit zu kommen. Das ist hier ein bißchen schwierig?

50 P4: Hier, oder?

51 I: Ne.

52 P4: Dann weiß ich es nicht ganz.

53 I: Du musst dann einmal auf das Burgermenü, dann auf das Haus und dann nochmal auf okay klicken.

54 P4: Okay.

55 I: Das hat bisher wirklich niemand hinbekommen, also keine Sorge, ich auch nicht. Fällt dir zu diesem Übergangsbildschirm noch etwas ein?

56 P4: Aufjedenfall bin ich mit dem Übergangsbildschirm zufrieden, da braucht man nichts ändern. Hier habe ich eigentlich gar nichts, was ich bemängeln würde. Das ist für mich eigentlich in Ordnung.

57 I: Dann klicke gerne mal auf die zweite Einheit hier. Wir machen die nur bis zum Video, das kommt gleich. (...)

58 P4: Ja, also von der Beschreibung her (...) Öse hier, Öse, was ist damit gemeint?

59 I: Das kleine Loch hier.

60 P4: Das hatte ich jetzt nicht wirklich auf dem Schirm. Von der Beschreibung her ist es schon gut. Gut, bei Öse hätte der eine oder andere vielleicht noch die Frage, was das bedeutet. Dahinter steht ja auch die Beschreibung, da ist für mich dann auch die Hilfe dabei.

61 I: Das man es nochmal beschreibt wäre wichtig.

62 P4: Genau, vielleicht könnte man auch das Fremdwort weglassen mit dem Anhänger hier, einfach schreiben woran man den Schlüssel befestigen kann. Öse ist jetzt nicht so ein häufiger Begriff. Ich hatte auch schonmal davon gehört, aber ich sage immer Loch dazu.

63 I: Okay, alles klar. Dann mache gerne mal weiter.

64 P4: Das kommt mir auch bekannt vor, dass Programm hier.

65 I: TinkerCAD?

66 P4: Ja, richtig. (...) Also die Auflistung finde ich gut hier. Ja, mir fällt jetzt auch nicht wirklich was dazu ein.

67 I: Wie ist das denn von dem Aufwand, das zu lesen?

68 P4: Also für Anfänger wäre es vielleicht ziemlich kompliziert. Für mich persönlich wäre es nicht kompliziert. Ich sehe hier bei TinkerCAD, dass man sich da eine Form auswählen kann. Für mache Schwächeren wäre das aber zu schwer. Da müsste man vielleicht eine Beschriftung drunterschreiben, was das ist. Eine zusätzliche Beschriftung unter dem Symbol, also unter den Zeichen. Manchmal kommt das auch automatisch, wenn man mit der Maus draufhält.

69 I: Also wäre es deiner Meinung nach sinnvoll, dass man noch mehr Notizen oder Informationen in die Bilder hineinpackt. Wie könnte das aussehen? Du hast zum Beispiel ja gesagt, einen Schriftzug hinzuzufügen.

70 P4: Genau, richtig.

71 I: Okay. Wie würdest du das einschätzen vom Konzentrationsaufwand? Wir sind ja jetzt schon bei Folie 8.

72 P4: Ne, es gehört schon viel Konzentration dazu. Nach einer längeren Zeit könnte die Konzentration schon nachlassen. Das ist eine Sache, wo man sich auch schon sehr konzentrieren muss und auch seine Ruhe für braucht, wenn man damit arbeitet. Ich habe es selber gemerkt, als ich hiermit gearbeitet habe. Da standen alle hinter mir, da konnte ich mich nicht mehr konzentrieren, weil das wirklich eine Sache ist, wo man seine Ruhe braucht.

73 I: Es kommt also auch darauf an, wo du das bearbeitest, in welcher Umgebung.

74 P4: Ja genau, am besten, dass nichts drumherum ist, wie jetzt die anderen Mitarbeiter.

75 I: Okay, spannend. Jetzt gibt es zum Abschluss noch ein Video, da sollst du die Aufgaben aus dem Video bearbeiten, hier auf dem zweiten Bildschirm.

76 P4: Kann ich mir irgendwas hier aus der Liste raussuchen?

77 I: Erstmal ein leeres Projekt erstellen.

78 P4: Unter Projekte war richtig, oder?

79 I: Nein, da kannst du nochmal in das Video gehen, um dir das anzuschauen. Das müsstest du dann nochmal neustarten.

80 P4: 3D Entwürfe ja? Erstellen. Das ist dann richtig. Jetzt suche ich mir irgendwas aus.

81 I: Jetzt gibt es ja noch die Aufgabe, dass man das Projekt umbenennt im Video.

82 P4: Wo war das hier nochmal?

83 I: Da oben müsstest du draufklicken. Kannst dir auch aussuchen, was du da reinschreibst.

84 P4: Okay, alles klar.

85 *Teil 3 - Abschließende Reflexion*

86 I: Super, dann danke schonmal. Jetzt würde ich noch ein paar allgemeine Fragen zu allem stellen, was du bisher bearbeitet hast. Erstmal so allgemein, erzähl gerne nochmal, wie war denn das durcharbeiten der Selbstlerneinheit für dich?

87 P4: Für mich im großen ganzen war es sehr lehrreich. Mir fällt irgendwie nicht ein, was ich jetzt noch hinzufügen soll.

88 I: Was neues fällt dir jetzt nicht noch ein?

89 P4: Ne, nicht wirklich.

90 I: Okay, dann würde ich noch ein paar Fragen stellen zu dem, was mir aufgefallen ist. Also zu dem Video was du angeguckt hast, du hast es angeschaut und bist dann auf den zweiten Bildschirm in das Programm TinkerCAD gegangen, aber manche Sachen die im Video gezeigt wurden hattest du dann gar nicht mehr im Kopf. Wie ist das so, hast du es dann wieder vergessen oder woran lag es, dass du die Anweisungen aus dem Video nicht umgesetzt hast teilweise?

91 P4: Doch für mich ist das schon etwas, dass man umsetzen kann. Wenn ich mich da richtig konzentriere. Das muss man dann schon können.

92 I: Was hast du gelernt?

93 P4: Also das mit den Beispielen auf dem Foto, was man drucken kann war sehr lehrreich, doch. Wenn man die einzelnen Schritte gesehen hat, das war auch gut.

94 I: Zu der Umgebung, dass die zum lernen ruhig sein sollte hast du auch etwas gesagt. Wie sollte eine gute Lernumgebung hierfür sein?

95 P4: Also für mich wäre ein Raum wichtig, ein eigener Arbeitsraum, wo man ungestört arbeiten kann. Das wäre mir für die Werkstatt sehr wichtig. Das hatte ich auch schon angesprochen, das lässt sich leider nicht einrichten. Für mich wäre so ein Raum aber sinnvoll, wenn man das hätte. In den Arbeitsbereichen unten ist es nämlich auch stressig. Da ist viel Tumult und so. Da ist mit sowas zu arbeiten sehr schlecht. Dann kommen alle an, gucken sich das an, dann kann man sich nicht mehr so gut

konzentrieren. Dann ist hier so ein Raum entspannter.

96 I: Danke dafür, das ist nochmal ein neuer, sehr spannender Punkt. Gibt es sonst noch was, hast du noch etwas hinzuzufügen?

97 P4: Mir fällt jetzt nichts mehr wirklich ein.

98 I: Dann vielen lieben Dank für die Teilnahme.

Anhang 3 – Feldnotizen

Feldnotizen – Proband 1

- Klickt auf dem Startbildschirm als erstes auf den Link zur Hylecseite
- Schaut das Zeitraffervideo vom Druckprozess länger an als die Folien, auf denen nur Text steht
- Schaut Folien mit Bildern länger an als Folien mit nur Text
- Klickt beim Versuch in die zweite Selbstlerneinheit zu kommen auf das Burgermenü und dann auf Folie 7
- Klickt ein zweites Mal auf den Hyleclink auf der Startseite
- Erklärungsvideo der zweiten Selbstlerneinheit: stoppt Video, noch bevor die Erstellung eines 3D-Entwurfs erklärt wird
- Löst die Aufgabe aus dem Video ohne Probleme

Feldnotizen – Proband 2

- Hat zu Beginn Probleme den Mauszeiger zu finden, Hintergrund weiß, Mauszeiger auch weiß
- Klickt bei dem Versuch in die zweite Selbstlerneinheit zu kommen auf das Haussymbol und bricht dann ab
- Dreht am Mausrad, versucht zu zoomen mit der Maus
- Klickt auf die Navigationshilfe

Feldnotizen – Proband 3

- Klickt zu Beginn direkt auf die „Weiter-Taste“ unten rechts und gelangt auf die nächste Folie
- Klickt im Burgermenü über die Inhaltsübersicht auf Folie 5
- Bedient auch per Tastatur
- Klickt bei dem Versuch, in die zweite Selbstlerneinheit zu kommen, auf Folie 2 im Burgermenü
- Öffnet Youtubeplayer im Vollbildmodus
- Klickt direkt auf die Buttons aus dem Video

Feldnotizen – Proband 4

- Klickt direkt auf „Weiter-Button“ unten rechts und gelangt auf die nächste Folie
- Klickt sich schnell durch
- Zeigt bei dem Versuch in die zweite Selbstlerneinheit zu kommen auf Folie 2 im Burgermenü
- Klickt bei TinkerCAD auf „Projekte“ und nicht auf den Button zum Erstellen eines neuen Projekts
- Video-Neustart hat nicht sofort funktioniert, hat anstelle davon auf ein vorgeschlagenes Youtubevideo am Ende des Videos geklickt
- Klickt nicht auf „Projekt umbenennen“ sondern auf „einfügen“ in TinkerCAD

Anhang 4 – Verwendetes Hilfsmittel – Künstliche Intelligenz

Generative KI Anwendung	Arbeitsschritt	Verwendung: Wie habe ich KI genutzt?	Kommentar zur Nutzung bzw. Ergebnis	Reflexion: Was hat gut funktioniert? Was würde ich das nächste Mal anders machen?
ChatGPT	Schreibphase	Feedback zum roten Faden einzelner Textabschnitte durch Gespräche per Sprachfunktion, Aufdecken von grammatikalischen Fehlern	Aufdeckung kleinere Grammatikfehler, wie z.B. Dopplungen und Kommasetzung, Aufzeigen von Möglichkeiten, den Text zu strukturieren und Klarheit über das eigene Vorgehen gewinnen	Zum Aufdecken von Grammatikfehlern war ChatGPT ein hilfreiches Tool. Besonders in Phasen, in denen schon länger geschrieben wurde und die Konzentration nachlässt, gibt ChatGPT wertvolle Ideen, wie man Texte verständlicher strukturieren könnte. Der Austausch per Sprachfunktion hat hier geholfen. Ich konnte ChatGPT wie einem Arbeitskollegen meine Ideen erzählen und habe dann Feedback dazu bekommen. Dadurch konnte ich meine Gedanken sortieren und Klarheit für mein weiteres Vorgehen gewinnen
PopAI (Tool zum chatten mit PDF-Dokumenten)	Literaturrecherche	Erste, oberflächliche Einsicht in wissenschaftliche Paper	Ein erster Einblick in die wichtigsten Aspekte von kurzen Studien war dadurch (häufig) möglich	Bei Studien mit mehreren Untersuchungen wurden teilweise wichtige Aspekte in der Zusammenfassung ausgelassen. Die KI kann kein selbstständiges Einlesen ersetzen, besonders wenn es um spezifische Ergebnisse geht. Dafür gibt es zu häufig Fehler. Für ein schnelles Screening, dass über das Lesen des Abstracts hinaus geht, ist die KI geeignet

Anhang 5 – Eidesstaatliche Versicherungen

Eidesstattliche Versicherung

(Affidavit)

Petersdorf, Lion-Dominik

Name, Vorname

[REDACTED]

Matrikelnummer

Bachelorarbeit

Masterarbeit

Titel

Digitale Lernmaterialien inklusiver gestalten -

Eine User Experience Evaluation der digitalen 3D-Druck Selbsterleinheiten des

HyLeC Makerspaces durch Mitarbeitende einer WfbM

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit/Masterarbeit* mit dem folgenden Titel selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate kenntlich gemacht. Ich erkläre zudem, dass ich beim Einsatz von IT-/KI-gestützten Schreibwerkzeugen diese Werkzeuge in der Übersicht verwendeter Hilfsmittel mit ihrem Produktnamen, meiner Bezugsquelle und den verwendeten Prompts vollständig aufgeführt und/oder die betreffenden Textstellen in der Arbeit als mit KI generierter Unterstützung verfasst gekennzeichnet habe. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Bochum, 13.05.2025

Ort, Datum

[REDACTED]

Unterschrift

Belehrung:

Wer vorsätzlich gegen eine die Täuschung über Prüfungsleistungen betreffende Regelung einer Hochschulprüfungsordnung verstößt, handelt ordnungswidrig. Die Ordnungswidrigkeit kann mit einer Geldbuße von bis zu 50.000,00 € geahndet werden. Zuständige Verwaltungsbehörde für die Verfolgung und Ahndung von Ordnungswidrigkeiten ist der Kanzler/die Kanzlerin der Technischen Universität Dortmund. Im Falle eines mehrfachen oder sonstigen schwerwiegenden Täuschungsversuches kann der Prüfling zudem exmatrikuliert werden. (§ 63 Abs. 5 Hochschulgesetz HG).

Die Abgabe einer falschen Versicherung an Eides statt wird mit Freiheitsstrafe bis zu 3 Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

Die Technische Universität Dortmund wird ggf. elektronische Vergleichswerkzeuge (wie z.B. die Software „turnitin“) zur Überprüfung von Ordnungswidrigkeiten in Prüfungsverfahren nutzen.

Die oben stehende Belehrung habe ich zur Kenntnis genommen:

Bochum, 13.05.2025

Ort, Datum

[REDACTED]

Unterschrift

Eidesstattliche Versicherung

(Affidavit)

Petersdorf, Lion-Dominik

Name, Vorname
(surname, first name)

Matrikelnummer
(student ID number)

Bachelorarbeit
(Bachelor's thesis)

Masterarbeit
(Master's thesis)

Titel
(Title)

Digitale Lernmaterialien inklusiver gestalten -

Eine User Experience Evaluation der digitalen 3D-Druck Selbsterleinheiten des

HyLeC Makerspaces durch Mitarbeitende einer WfBM

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Abschlussarbeit mit dem oben genannten Titel selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

I declare in lieu of oath that I have completed the present thesis with the above-mentioned title independently and without any unauthorized assistance. I have not used any other sources or aids than the ones listed and have documented quotations and paraphrases as such. The thesis in its current or similar version has not been submitted to an auditing institution before.

Bochum, 13.05.2025

Ort, Datum
(place, date)

Unterschrift
(signature)

Belehrung:

Wer vorsätzlich gegen eine die Täuschung über Prüfungsleistungen betreffende Regelung einer Hochschulprüfungsordnung verstößt, handelt ordnungswidrig. Die Ordnungswidrigkeit kann mit einer Geldbuße von bis zu 50.000,00 € geahndet werden. Zuständige Verwaltungsbehörde für die Verfolgung und Ahndung von Ordnungswidrigkeiten ist der Kanzler/die Kanzlerin der Technischen Universität Dortmund. Im Falle eines mehrfachen oder sonstigen schwerwiegenden Täuschungsversuches kann der Prüfling zudem exmatrikuliert werden. (§ 63 Abs. 5 Hochschulgesetz - HG -).

Die Abgabe einer falschen Versicherung an Eides statt wird mit Freiheitsstrafe bis zu 3 Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

Die Technische Universität Dortmund wird ggf. elektronische Vergleichswerkzeuge (wie z.B. die Software „turnitin“) zur Überprüfung von Ordnungswidrigkeiten in Prüfungsverfahren nutzen.

Die oben stehende Belehrung habe ich zur Kenntnis genommen:

Official notification:

Any person who intentionally breaches any regulation of university examination regulations relating to deception in examination performance is acting improperly. This offense can be punished with a fine of up to EUR 50,000.00. The competent administrative authority for the pursuit and prosecution of offenses of this type is the Chancellor of TU Dortmund University. In the case of multiple or other serious attempts at deception, the examinee can also be unenrolled, Section 63 (5) North Rhine-Westphalia Higher Education Act (*Hochschulgesetz, HG*).

The submission of a false affidavit will be punished with a prison sentence of up to three years or a fine.

As may be necessary, TU Dortmund University will make use of electronic plagiarism-prevention tools (e.g. the "turnitin" service) in order to monitor violations during the examination procedures.

I have taken note of the above official notification:*

Bochum, 13.05.2025

Ort, Datum
(place, date)

Unterschrift
(signature)

***Please be aware that solely the German version of the affidavit ("Eidesstattliche Versicherung") for the Bachelor's/ Master's thesis is the official and legally binding version.**