

Aus der Klinik für Anästhesiologie der Universitätsmedizin
der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz

Blended Learning im Praktikum Anästhesie. Ist interaktives E-Learning eine effektive
Methode zur Verbesserung anästhesiologischer Fertigkeiten?

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der
Medizin
der Universitätsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

Anna Moos, geb. Winkler
aus Mainz

Mainz, 2025

Wissenschaftlicher Vorstand: Univ.-Prof. Dr. Hansjörg Schild

Tag der Promotion: 02.06.2025

Inhaltsverzeichnis

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS | I |
| ABBILDUNGSVERZEICHNIS..... | II |
| TABELLENVERZEICHNIS..... | III |
| 1 EINLEITUNG..... | 4 |
| 2 LITERATURDISKUSSION | 6 |
| 2.1 NATIONALER KOMPETENZBASIERTER LERNZIELKATALOG MEDIZIN | 7 |
| 2.2 DIGITALE LERNSZENARIEN | 8 |
| 2.2.1 BLENDED LEARNING..... | 8 |
| 2.2.2 MOBILES LERNEN | 9 |
| 2.2.3 DIGITALE VORLESUNGSaufzeichnungen | 9 |
| 2.2.4 DIGITALES PRAKTISCHES LERNEN..... | 10 |
| 2.2.5 FLIPPED CLASSROOM METHODE | 10 |
| 2.3 SIMULATIONSTRAINING | 12 |
| 2.4 OSCE | 14 |
| 3 MATERIAL UND METHODEN..... | 16 |
| 3.1 STUDIENPROTOKOLL | 17 |
| 3.1.1 BEWERTUNGSKRITERIEN UND PUNKTEBEWERTUNG | 18 |
| 3.1.2 LEHRVIDEO..... | 19 |
| 3.2 FRAGEBÖGEN UND EVALUATIONSKONZEPT..... | 20 |
| 3.3 STATISTIK | 21 |
| 4 ERGEBNISSE | 23 |
| 4.1 DESKRIPTIVE ANALYSE | 23 |
| 4.1.1 DEMOGRAPHISCHE ANALYSE DER STUDIENPOPULATION BZGL. IHRER VORERFAHRUNG | 23 |
| 4.1.2 VERGLEICH ARTERIELLE VERSUS VENÖSE PUNKTION | 26 |
| 4.1.3 KOMPETENZERWERB: VERGLEICH DER BEIDEN STUDIENGRUPPEN ZUM ZEITPUNKT T1 | 28 |
| 4.1.4 KOMPETENZERWERB: VERGLEICH DER EXPOSITIONSGRUPPE ZWISCHEN T1 UND T2 | 29 |
| 4.1.5 KOMPETENZERWERB: VERGLEICH DER KONTROLLGRUPPE ZWISCHEN T1 UND T2 | 30 |
| 4.1.6 KOMPETENZERWERB: VERGLEICH BEIDER GRUPPEN ZUM ZEITPUNKT T2 | 31 |
| 4.1.7 SELBSTEINSCHÄTZUNG DER GESAMTEN STUDIENPOPULATION..... | 32 |
| 4.1.8 SELBSTEINSCHÄTZUNG DER EXPOSITIONSGRUPPE | 33 |
| 4.1.9 SELBSTEINSCHÄTZUNG DER KONTROLLGRUPPE | 34 |
| 4.1.10 EINORDNUNG SINNHAFITGKEIT VON SIMULATIONSTRAINING | 35 |
| 4.2 HYPOTHESENORIENTIERTE ANALYSE | 37 |
| 4.2.1 KOMPETENZERWERB..... | 37 |
| 4.2.2 ÜBERPRÜFUNG DER NACHHALTIGKEIT DES LERNERFOLGS | 37 |
| 4.2.3 VERGLEICH DER STUDIENGRUPPEN ZUM ZEITPUNKT T2..... | 38 |
| 4.2.4 KOMPETENZSTEIGERUNG IN DER SELBSTEINSCHÄTZUNG | 38 |
| 5 DISKUSSION | 39 |

| | | |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.1 | INTERPRETATION DER ERGEBNISSE UND BEANTWORTUNG DER FORSCHUNGSFRAGEN | 39 |
| 5.2 | ANALYSE DER STÄRKEN UND SCHWÄCHEN | 43 |
| 5.2.1 | AUFWAND VS. NUTZEN | 43 |
| 5.2.2 | DISKUSSION DER METHODEN | 44 |
| 5.2.3 | VIDEOANALYSE | 46 |
| 5.3 | IMPLIKATIONEN UND ANWENDUNGEN | 47 |
| 5.4 | OFFENE FRAGEN UND ZUKÜNFTIGE FORSCHUNG..... | 48 |
| 5.4.1 | DEBRIEFING..... | 48 |
| 6 | <u>ZUSAMMENFASSUNG.....</u> | 49 |
| 7 | <u>LITERATURVERZEICHNIS</u> | 50 |
| 8 | <u>ANHANG</u> | 54 |
| 8.1 | BEWERTUNGSBOGEN..... | 54 |
| 8.2 | EINSTIEGSFRAGEBOGEN | 56 |
| 8.3 | EVALUATIONSBOGEN..... | 58 |
| 8.4 | SOP ARTERIELLER KATHETER UNIVERSITÄTSMEDIZIN MAINZ | 59 |
| 9 | <u>DANKSAGUNG.....</u> | 62 |
| 10 | <u>TABELLARISCHER LEBENSLAUF</u> | 63 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A. | Arterie |
| Abb. | Abbildung |
| AED | Automatisierter Externer Defibrillator |
| AVTC | Allgemein-/Visceral/Transplantationschirurgie |
| Bspw. | Beispielsweise |
| ERC | European Resuscitation Council |
| JGU | Johannes Gutenberg-Universität Mainz |
| Ggf. | Gegebenenfalls |
| KBV | Kassenärztliche Bundesvereinigung |
| MINERVA | Mainzer Initiative für eine Novellierte, Exzellente und Richtungsweisende Versatile Ausbildung |
| NKLM | Nationaler kompetenzbasierte Lernzielkatalog Medizin |
| OSCE | Objective Structured Clinical Examination |
| PJ | Praktisches Jahr |
| POCD | Point of care Diagnostic |
| RKI | Robert-Koch-Institut |
| SBE | Simulationsbasierte Ausbildung |
| SOP | Standardarbeitsanweisungen |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Grundprinzip des Flipped Classroom am Beispiel einer Vorlesungsveranstaltung(26) | 11 |
| Abbildung 2: Übersicht über das Studiendesign | 17 |
| Abbildung 3: Ausbildung..... | 23 |
| Abbildung 4: Boxplot Vergleich Selbsteinschätzung arterielle vs. venöse Punktion | 27 |
| Abbildung 5: Balkendiagramm Deskriptive Analyse der beiden Studiengruppen zum Zeitpunkt T1 | 28 |
| Abbildung 6: Balkendiagramm Vergleich der Expositionsgruppe zwischen T1 und T2 | 29 |
| Abbildung 7: Balkendiagramm Vergleich zwischen T1 und T2 in der Kontrollgruppe..... | 30 |
| Abbildung 8: Balkendiagramm Vergleich der beiden Gruppen zum Zeitpunkt T2 | 31 |
| Abbildung 9: Boxplots zur Selbsteinschätzung der gesamten Studienpopulation | 32 |
| Abbildung 10: Boxplots zur Selbsteinschätzung der Expositionsgruppe | 33 |
| Abbildung 11: Boxplots zur Darstellung der Selbsteinschätzung der Kontrollgruppe | 34 |
| Abbildung 12: Balkendiagramm Sinnhaftigkeit Simulationstraining | 35 |
| Abbildung 13: Balkendiagramm Benotung der Station "arterielle Punktion) | 36 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: Notengrenzen | 18 |
| Tabelle 2: Häufigkeitstabelle durchgeführte arterielle Punktionen | 24 |
| Tabelle 3: Häufigkeitstabelle gesehene arterielle Punktionen | 24 |
| Tabelle 4: Häufigkeitstabelle arterielle Punktionen am Simulator | 24 |
| Tabelle 5: Häufigkeitstabelle Anlage venöser Zugang | 25 |
| Tabelle 6: Häufigkeitstabelle Selbsteinschätzung arterielle Punktion | 26 |
| Tabelle 7: Häufigkeitstabelle Selbsteinschätzung venöse Punktion | 26 |
| Tabelle 8: Häufigkeitstabelle der beiden Studiengruppen zum Zeitpunkt T1 | 28 |
| Tabelle 9: Häufigkeitstabelle zum Vergleich der Expositionsgruppe zwischen T1 und T2 | 29 |
| Tabelle 10: Häufigkeitstabelle zum Vergleich zwischen T1 und T2 in der Kontrollgruppe..... | 30 |
| Tabelle 11: Häufigkeitstabelle zum Vergleich der beiden Gruppen zum Zeitpunkt T2 | 31 |

1 Einleitung

Bedingt durch die COVID-Pandemie wurden verstärkt Lehrvideos in das Medizinstudium integriert. Diese Situation ist eine Chance, die Digitalisierung in der medizinischen Lehre voranzubringen und in Hinblick auf knappe Personalressourcen den Studierenden praktischen Unterricht über E-Learning-Module zu vermitteln. Aber nicht nur im Rahmen der Pandemie konnte gezeigt werden, dass Studierende von Blended Learning mit einem Methodenmix aus Vorlesungen, E-Learning und Praxis profitieren. Der Einsatz von aufgezeichneten Vorlesungen kann die Zufriedenheit der Medizinstudierenden steigern, ohne dass man mit einer geringeren Anwesenheit in gehaltenen Vorlesungen rechnen muss. Im Gegenteil, die Möglichkeit Vorlesungen nachträglich zu wiederholen unterstützt die Lernleistung der Studierenden und korreliert mit besseren Noten. Aufgezeichnete Vorlesungen können so helfen Lerninhalte zu wiederholen, schwierigen Stoff zu vertiefen und verpasste Vorlesungen nachzuholen(1, 2). Dennoch besteht seitens der Studierenden der Wunsch nach mehr Praxis und die Integration von Blended Learning Konzepten in den Präsenzunterricht (3, 4).

Ein ideales Beispiel für eine für die Studierenden interdisziplinär in der klinischen Praxis relevante Intervention stellt die Durchführung einer arteriellen Punktion dar. In der Kardiologie spielt die Punktion der A. radialis eine zentrale Rolle bei koronaren Interventionen (5). Für komplexe Eingriffe (Anästhesiologie) und Notfälle (Notfall- und Intensivmedizin) bildet die invasive Blutdruckmessung in Echtzeit Blutdruckveränderungen ab und bietet die Möglichkeit der Point of Care Diagnostic (POCD) (6-8). Da dies Arbeitsbereiche von Studierenden im Praktischen Jahr (PJ) sind, können sie so aktiv am Stationsalltag mitwirken und Einfluss nehmen in Diagnostik und Therapie der Patienten (9).

Allerdings birgt die invasive arterielle Blutdruckmessung auch Komplikationen wie Infektionen, Blutungen sowie Durchblutungsstörungen (10). Schulz et al. konnten am Beispiel des Vena-Subclavia-Katheters zeigen, dass die Rate an Komplikationen sowie die Rate an Punktionsversuchen bei unerfahrenem Personal signifikant höher und die Erfolgsrate signifikant niedriger als bei erfahrener Personal (in dieser Studie >50 Punktionen) ist (11). Daraus ergibt sich die Notwendigkeit ärztliches Personal hinsichtlich des richtigen Umgangs mit dem Material zu schulen, um mögliche Risiken zu minimieren (12). Umso mehr ärztliches Personal mit dem Material vertraut ist, desto besser kann auch das Assistenzpersonal geschult werden und dadurch die Qualität der Patientenüberwachung verbessert werden (13).

Aus diesen Gründen wurde am Beispiel der Fertigkeit „arterielle Punktion“, die nach dem Nationalen Kompetenzbasiertem Lernzielkatalog Medizin (NKLM) zu den Interventionen gehört, die Medizinstudierende im Praktischen Jahr durchführen sollten, die Hypothese geprüft, ob mithilfe eines Lehrvideos diese Fertigkeit effektiv erlernt werden kann. Außerdem

ist es sinnvoll, diese Fertigkeit unter Anleitung zu erlernen, um später selbstständig und sicher arbeiten zu können.

Die vorliegende Studie zielt darauf ab, dass PJ-Studierenden über ein Lehrvideo die arterielle Punktion am Übungsarm erlernen und fehlerfrei demonstrieren können. Das Vorgehen entspricht dem Konzept des Blended Learning. Zur Überprüfung der Leistung wurde im Sinne einer OSCE-Prüfung ein Fragebogen entwickelt. Das Akronym OSCE steht für Objective Structured Clinical Examination. Dabei handelt es sich um ein zeitgemäßes praktisches Prüfungsverfahren, das an zahlreichen deutschen Universitäten im Medizinstudium angewendet wird. Dies, sowie der Studienplan (Aufteilung der Interventions- und Kontrollgruppe), werden im Methodik-Teil genauer ausgeführt.

Dabei sollten die Studierenden folgende psychomotorische Lernziele erreichen:

- Der/Die Studierende soll die Vorbereitung des Patienten und der Materialien erklären und in der Simulation durchführen.
- Der/Die Studierende soll die Punktion der A. radialis am Modellarm korrekt durchführen.
- Der/Die Studierende soll die invasive Blutdruckmessung korrekt implementieren und fixieren.

Dieses Vorgehen entspricht dem Wunsch der Studierenden und Lehrenden nach einer stärkeren Integration praxisorientierter Einheiten in das Medizinstudium (14). Eine Studie des Hartmannbundes von 2017 beschrieb, dass in den deutschen Hochschulen überwiegend Multiple Choice Klausur zur Wissensüberprüfung genutzt werden. Standardisierte, praktische Prüfungen werden in den überwiegenden Fällen eher selten angewendet. Die Mehrheit der befragten Medizinstudierenden gaben an, dass sie sich von standardisierten praktischen sowie mündlichen Prüfungen einen höheren Lernerfolg versprechen als von Multiple Choice Klausuren und diese den tatsächlichen medizinischen Wissenstand am besten abprüfen. Der langfristige Lernerfolg wird dabei als besonders wichtig eingestuft (15).

2 Literaturdiskussion

Die Grundlage für eine zuverlässige medizinische Versorgung ist eine solide Ausbildung der Medizinstudierenden. Dabei ist vor allem zu beachten, dass unter dem bestehenden Ärztemangel und den räumlichen Engpässen der Universitätskliniken die Kapazitäten der Hochschulen überlastet werden. Nach Angaben der Bundesärztekammer waren im Jahr 2022 rund 400.000 Ärzte in Deutschland aktiv. Gleichzeitig steigt die Zahl der Ärztinnen und Ärzte, die sich im Rentenalter befinden, während weniger junge Medizinerinnen und Mediziner nachrücken. Eine Studie der Kassenärztlichen Bundesvereinigung (KBV) prognostiziert, dass bis 2030 in einigen Regionen Deutschlands bis zu 30 % der Allgemeinmediziner fehlen könnten. Zwar wurde die Anzahl der Studienplätze in der Humanmedizin in den letzten Jahren erhöht, doch die lange Ausbildungszeit trägt kurzfristig nicht zur Lösung des Problems bei. Dennoch liegt die Anzahl der Studienplätze in Deutschland mit derzeit etwa 12.000 deutlich unter dem Niveau der 1980er-Jahre, als es fast 14.000 Plätze in beiden deutschen Staaten gab (16).

Selbst wenn man alle tatsächlich genutzten Studienplätze zusammenzählt – einschließlich der staatlichen Fakultäten, der privaten Hochschulen, der EU-Niederlassungen und der deutschen Studierenden im EU-Ausland – bleibt die Marke von 14.000 Studienplätzen unerreicht (16). Eine Lösung, um die Hochschulen zu entlasten, können digitale Ansätze, wie das Konzept des Blended Learnings, digital verfügbare Vorlesungen und mobiles Lernen sein, da Ressourcen durch moderne Lernkonzepte geschont werden können. Dabei sollten die Lernziele und Lehrinhalte mit modernen Medien vermittelt und der Umgang mit digitalen Ressourcen verbessert werden (17). Blended Learning erhöht dabei nicht die Anzahl an Studienplätzen, kann aber Ressourcen schonen. Eine empirische Untersuchung an der Universität Rostock ergab, dass die teilweise Ersetzung von Präsenzlehre durch Selbstlernphasen die finanzielle Belastung der Hochschulen verringern kann (18). Die Reduktion von Präsenzzeiten impliziert dabei potenzielle Einsparungen im Personalbereich (18). Es ist wichtig zu beachten, dass die erfolgreiche Umsetzung von Blended Learning von verschiedenen Faktoren abhängt, darunter die Qualität der digitalen Materialien, die technische Infrastruktur und die Bereitschaft der Lehrenden und Lernenden, sich auf neue Lernformate einzulassen (4). Friedrich-Haßauer et al. betont, dass die Integration von Online- und Präsenzphasen zu einer effizienteren Nutzung von Ressourcen führen kann. Obwohl keine konkreten Zahlen zu Personaleinsparungen genannt werden, wird darauf hingewiesen, dass Blended Learning die Möglichkeit bietet, Lehrressourcen flexibler und potenziell sparsamer einzusetzen (19).

2.1 Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin

Der nationale kompetenzbasierte Lernzielkatalog Medizin wurde 2015 eingeführt, um Grundlage für das Kerncurriculum an deutschen medizinischen Hochschulen zu sein. Dabei beschreibt er die Kompetenzen, die von den Studierenden bis zur Approbation erworben werden sollen (20). Der NKLM ist nicht als statisches Konstrukt zu behandeln, sondern soll Vorgaben zur Weiterentwicklung enthalten. Er macht die Lehre an den verschiedenen Standorten der Universitätskliniken vergleichbar, ohne die Besonderheiten und Alleinstellungsmerkmale der Curricula zu verlieren.

Der NKLM ist nach der Lernzieltaxonomie von Bloom gegliedert. Bloom definiert drei Hauptlernzielkategorien: kognitive, affektive und psychomotorische Lernziele. In meiner Studie fokussierte ich mich auf die psychomotorischen Lernziele zum Erlangen der Fertigkeit „Arterielle Punktion“. Im Allgemeinen wird als psychomotorisches Lernziel der Erwerb praktischer Fähigkeiten und die Beherrschung von Techniken bezeichnet (21).

Die arterielle Punktion ist nach dem NKLM 2.0 in Kategorie 3a für die Semester 7-10 gegliedert. Es ist eine Kompetenz, die entweder unter Aufsicht am Patienten oder am Modell durchgeführt werden soll (22). In Mainz wird seit 2019 ein Mapping der curricularen Lernziele der einzelnen Fächer mit dem NKLM durchgeführt. Mapping bezeichnet den Prozess der Zuordnung von Lehrinhalten, Kompetenzen oder Prüfungsformaten der Universitätsmedizin Mainz zu den definierten Lernzielen des NKLM. Mittels Mapping kann man überprüfen, ob mit den Studieninhalten Kompetenzstufen erreicht werden. Folgende Kompetenzstufen werden im NKLM verwendet (23):

1. Wissen: Studierende sollen grundlegende Konzepte verstehen
2. Anwenden: Studierende sollen Wissen in konkreten Situationen anwenden
3. Analysieren: Studierende sollen komplexe Zusammenhänge erkennen und interpretieren
4. Synthese und Evaluation: Studierende sollen eigenständig klinische Entscheidungen treffen und Wissen kritisch bewerten

Ziel der verschiedenen Kompetenzstufen ist, dass Studierende nicht nur Wissen erwerben, sondern es auch praktisch anwenden und umsetzen können. Das Mapping soll bei der Curriculumsplanung helfen, indem überprüft wird, ob die Lernziele in der Tiefe vermittelt werden. Damit können curriculare Strukturen transparent gestaltet werden und Lücken bzw. Redundanzen im Lehrplan identifiziert werden (24, 25).

2.2 Digitale Lernszenarien

Digitale Lernszenarien sind pädagogische Ansätze, bei denen digitale Technologien und Medien in Bildungsprozessen eingesetzt werden, um das Lernen zu unterstützen und zu verbessern. Diese Szenarien können verschiedene Formen annehmen, wie beispielsweise Online-Kurse, virtuelle Klassenräume, interaktive Lernspiele, E-Learning-Plattformen, Webinare, mobile Apps und mehr. Digitale Lernszenarien ermöglichen es, flexibel und zeitunabhängig zu lernen, auf individuelle Bedürfnisse einzugehen, multimediale Inhalte zu nutzen und in vielen Fällen auch interaktiv mit anderen Lernenden oder Lehrenden zu interagieren. Sie bieten neue Möglichkeiten, um das Lernen effektiver, interaktiver und personalisierter zu gestalten (26).

2.2.1 Blended Learning

Im Blended Learning können verschiedene Ansätze verwendet werden, abhängig von den Bedürfnissen der Lernenden und den Zielen des Kurses. Es soll dabei möglichst effizient digitale Lehre (E-Learning) mit Präsenztraining vernetzen. Die digital bearbeiteten Themen können in der Präsenzlehre vorausgesetzt werden, um sich im Präsenzunterricht mehr auf praktische Inhalte zu konzentrieren und fokussieren (27).

E-Learning steht für „elektronisches Lernen“. Bildungsinhalte können digital und webbasiert vermittelt werden. Dabei können verschiedene Formate wie Online-Kurse, die über digitale Lernplattformen zur Verfügung gestellt werden, multimediale Lernmaterialien oder Online-Tutorien unterschieden werden (28). Studierende und Lehrende erhalten die Möglichkeit einer individuellen und selbstorganisierten Lernumgebung, die besonders flexibel ist in Hinsicht auf Raum und Zeit des Lernprozesses.

Die Lehrenden stellen den Studierenden die Materialien über verschiedene Plattformen zur Verfügung. An der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU) wird zum Zeitpunkt der Studie Moodle und OpenOLAT verwendet (29).

In Mainz wurde zu Beginn der COVID-Pandemie im Sommersemester 2020 eine Querschnittsstudie durchgeführt, wie effektiv digitale Inhalte die Präsenzlehre ergänzen können. Dazu wurde ein Online-Fragebogen entwickelt, der die Studierenden zu ihren Einstellungen und Erfahrungen mit der digitalen Lehre im Unterrichtsfach Anästhesiologie befragt. Inhalte waren die Praktika und digital aufgezeichnete Vorlesungen, sowie Video-Online-Seminare. Diese bieten neben der Kommunikation über Chat oder die Audio-/Videofunktion auch die Möglichkeiten für Abstimmungen oder Quizfragen. Im Sinne der Blended-Learning-Strategie wurden eLearning-Module angeboten, die auf den

Präsenzunterricht vorbereiten konnten, sodass dieser unter strengen Hygiene-Auflagen durchgeführt werden konnte. Die aufgezeichneten Vorlesungen im Sinne von Impulsvorträgen wurden von 86,5% der Studierenden in mindestens der Hälfte aller Vorlesungen angeschaut. 80,8% gaben an, mehr aufgezeichnete Vorlesungen online anzuhören als Präsenzvorlesungen zu besuchen. Das Einbinden von Quizfragen wurde von studentischer Seite als positiv eingestuft, zwei Drittel der Befragten wünschen sich synchrone Online-Seminare. Insgesamt gaben 82,1% der Studierenden an, dass sie sich mit digitaler Lehre besser auf den Praxisunterricht vorbereiten konnten, als es bei Präsenzvorlesungen der Fall gewesen wäre (3).

Eine an der Rudolf Frey Lernklinik der Universitätsmedizin Mainz durchgeführte Studie hat sich mit der Erlernbarkeit eines geburtshilflichen Notfalls, der Schulterdystokie, im Rahmen des geburtshilflichen Praktikums im 10. Semester auseinandergesetzt. Hier wurden praktische Inhalte und Fertigkeiten über E-Learning vermittelt und im Simulationstraining umgesetzt. Die geforderten Lernziele der Publizierenden angelegt an den NKLM konnten den Studierenden erfolgreich über das angewandte Blended-Learning-Konzept vermittelt werden. Die Theorie der praktischen Fertigkeiten konnte über das E-Learning Modul gut vermittelt werden, insgesamt erfüllten 95,9% der Studienteilnehmenden die geforderten Standards, d.h. sie erzielten in dem Simulationstraining an der Geburtspuppe ausreichende bis sehr gute Ergebnisse. Dabei wurden die Ergebnisse nicht von beruflicher Vorbildung oder früheren Erfahrungen in der Geburtshilfe beeinflusst (30).

2.2.2 Mobiles Lernen

Auch das Mobile Lernen, wie beispielsweise über Benutzung von Smartphones oder anderen mobilen Endgeräten wird gefördert. Eine amerikanische Studie zeigte, dass über 90% der Studierenden das Smartphone für die medizinische Ausbildung, Kommunikation und den Zugriff auf Informationen während des Unterrichts am Krankenbett nutzen. Die meisten Studierenden waren der Meinung, dass Smartphones in das Medizinstudium integriert werden sollten. Es wird empfohlen, weitere Untersuchungen durchzuführen, um den Einfluss der Smartphone-Nutzung auf die Leistungen der Studierenden zu untersuchen, bevor sie im Medizinstudium eingeführt werden (31).

2.2.3 Digitale Vorlesungsaufzeichnungen

Die Klinik für Radiologie an der Otto-von-Guericke Universität in Magdeburg untersuchte die curriculare Lehre während der COVID-19-Pandemie. Dabei wurden die Vorlesungen aufgezeichnet und über die Lehrplattform Moodle den Studierenden zur Verfügung gestellt.

Zusätzlich haben die Studierenden Fälle und Fragen bearbeiten können. Hier wurden, wie an der JGU in Mainz, Impulsvorträge mit einer Zeit von 10-20 min gegenüber den ursprünglichen 90 min Vorlesungszeit bevorzugt. Aufbauend auf die Vorlesungen wurden im zweiwöchigen Rhythmus Online-Seminare angeboten, in denen Fälle besprochen wurden. Der Unterricht war demnach rein digital. Im Anschluss wurde der Kurs mithilfe von Likert-Skalen evaluiert. Die Mehrheit der Studierenden wünschte sich die Beibehaltung des Lehrkonzeptes und betonte, dass dieses ihr Interesse an der Radiologie, sowie dem Selbststudium geweckt hätte. Vor allem das zeitlich und örtlich unabhängige Lernen wurde positiv bewertet (32).

2.2.4 Digitales Praktisches Lernen

An der Universität Basel wurde 2004 eine Kontrollstudie durchgeführt, die den Erwerb von chirurgischen Basiskenntnissen anhand eines Nahtkurses überprüft. Dabei wurde der bestehende Präsenzkurs mittels Blended-Learning-Konzepts über eine multimediale CD, sowie festgelegten Pflichtzeiten im Skills Lab erweitert. Die erlangten psychomotorischen Lernziele wurden am Ende des Studienjahres mithilfe einer OSCE überprüft. Die Studierenden erhielten die Möglichkeit der Evaluation. Diese, sowie die Prüfungsergebnisse vor der Einführung des E-Learning-Moduls, wurden miteinander verglichen. Es zeigte sich, dass signifikant mehr Studierende (10%) den Kurs bestanden haben. Außerdem bewerteten die Studierenden die eingesetzten Lehrmittel und den prospektiven Nutzen für das Praktische Jahr als signifikant besser. Die Gesamtbeurteilung des Kurses stieg im Vergleich zum vorherigen Kursformat (33).

2.2.5 Flipped Classroom Methode

Die Flipped Classroom-Methode ist ein Unterrichtsansatz, bei dem der traditionelle Lernprozess umgekehrt wird. Die Studierenden lernen neue Inhalte außerhalb des Unterrichts und die gewonnene Präsenzzeit wird genutzt, um Basiswissen zu vertiefen oder in praktische Inhalte umzuwandeln. Dabei können die theoretischen Inhalte von den Dozierenden digital zur Verfügung gestellt werden (26). Ein Beispiel über die Struktur eines Flipped Classrooms ist in Abbildung (Abb.) 1 dargestellt.

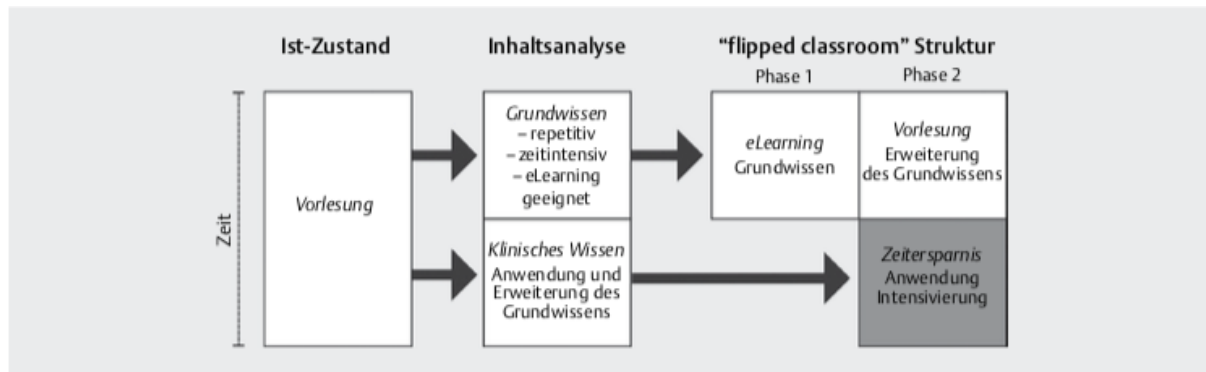


Abbildung 1: Grundprinzip des Flipped Classroom am Beispiel einer Vorlesungsveranstaltung(26)

Diese Methode wurde 2016 in England im Rahmen des Praktikums Notfallmedizin für das Praktische Jahr untersucht. Dabei wurde eine Online-Videoserie erstellt, die den Studierenden eine Woche vor dem Präsenzunterricht zur Verfügung gestellt wurde. Die Dozierenden erstellten Fälle zu den Videos, die dann im Kleingruppenunterricht bearbeitet wurden. Anschließend wurden die Studierenden über Likert-Skalen mit vier Antwortmöglichkeiten befragt und die Dozierenden bewerteten die Leistung anhand einer neunstufigen Skala. Dabei wurde das inverse Format im Vergleich zur herkömmlichen Vorlesung mit 3,8 bevorzugt, sowie die Gesamterfahrung mit 3,8 bewertet. Die Dozierenden empfanden die Studierenden als gut vorbereitet, die Beteiligung am Unterricht sowie die Wissenssynthese wurde als hoch bewertet mit 7,4. Daraus wurde geschlussfolgert, dass eine Kombination von online zur Verfügung gestellten Videos und Fallserien im Simulationstraining eine sehr effektive Lehrmethode ist (34).

Diese verschiedenen Studien veranschaulichen, wie E-Learning effektiv genutzt und in Kombination mit Präsenztraining als Blended Learning eingesetzt werden kann. Sie liefern Hinweise darauf, wie sich E-Learning positiv auf das Lernen und die Vorbereitung der Studierenden auf den Unterricht auswirkt.

2.3 Simulationstraining

Simulationstraining stellt eine weitere Unterrichtsform in der medizinischen Ausbildung dar. Eine Studie aus Irland untersuchte die Auswirkungen einer simulationsbasierten Ausbildung (Simulation Based Edukation = SBE) mithilfe von Online-Videos auf klinisch-praktische Fähigkeiten von Medizinstudierenden im letzten Studienjahr. Dabei wurden sieben praktische Fertigkeiten ausgesucht, unter anderem die arterielle Punktion, die die Studierenden in Kleingruppen unter Aufsicht von Lehrpersonal trainieren konnten. Zwischen der praktischen Übung und der Prüfung lagen zwei Jahre. Die Ergebnisse zeigten, dass 55% der Studierenden Defizite in drei oder mehr Fähigkeiten hatten und 4% in fünf oder mehr Fähigkeiten nicht kompetent waren. Es wurde geschlussfolgert, dass gezieltes wiederholtes Üben alle Komponenten der Fertigkeiten nach Bloom umfassen sollte, also affektive, kognitive und psychomotorische Aspekte, da alle über die Zeit abfallen. Das Wissen über die Fähigkeiten und Fertigkeiten nahm ab oder wurde weniger präzise angewandt. Daraus resultiert, warum die Studierenden am besten bei der Fähigkeit Venenpunktion abschnitten, da diese die am häufigsten geübte Intervention war. Diese Ergebnisse legen nahe, dass regelmäßige und gezielte Wiederholungen von theoretischen und praktischen Fähigkeiten in der medizinischen Ausbildung unumgänglich sind, um die besten Ergebnisse in der klinischen Praxis zu erzielen (35).

In der medizinischen Fort- und Weiterbildung unterscheidet man zwischen High-Fidelity und Low-Fidelity-Simulation (36). Während bei High-Fidelity-Simulation hochkomplexe Situationen trainiert werden, die realistische Umgebungen schaffen oder mit fortschrittlichen Simulatoren oder virtuellen Technologien arbeiten, sollen Low-Fidelity-Simulationen grundlegende Fertigkeiten vermitteln ohne den Anspruch auf hohe Realitätsnähe. High-Fidelity-Simulationen werden häufiger in Szenarien der Notfallmedizin angewendet. Sie fördern in komplexen Szenarien Teamarbeit, Entscheidungsfindung und haben einen hohen Lerneffekt. Dabei sind sie kostenintensiver durch den Einsatz von modernen Simulationspuppen sowie geschultem Personal. Sie sind ideal für fortgeschrittenes Training (37). Low-Fidelity-Simulationen hingegen schulen medizinische Basisfähigkeiten wie Reanimationspuppen, Nahttechniken über Nahttrainer, anatomische Modelle oder Trainingsarme für Punktionen. Die Simulatoren sind häufig günstiger und erfordern keine aufwendige Schulung. Diese Simulation ist weniger geeignet für komplexes Szenariotraining und vermittelt keine affektiven Lernziele in Bezug auf emotionale sowie interdisziplinäre Aspekte (38, 39). In einer Studie der Universität Münster wurden 135 Medizinstudierende entweder einer High- oder Low-Fidelity-Advanced-Life-Support-Simulation (ALS) zugeteilt. Beide Gruppen zeigten nach der Simulation einen Wissenszuwachs ohne signifikante Unterschiede. Unerwartet erzielte die Low-Fidelity-Gruppe in einigen Leistungsbereichen bessere Ergebnisse. Die Teilnehmenden der High-Fidelity-

Gruppe überschätzten jedoch ihre eigene Leistung und fühlten sich allein durch die Gruppenzuteilung überlegen. Insgesamt führte High-Fidelity-Simulation zu keiner besseren Leistung und verursachte unerwünschte Effekte wie übersteigertes Selbstvertrauen. In dieser Studie erwies sich die High-Fidelity-Simulation der Low-Fidelity-Simulation als unterlegen (38).

2.4 OSCE

Simulationstraining eignet sich, um Szenarien für OSCEs zu trainieren. Dabei handelt es sich um eine standardisierte Prüfungsmethode, bei der die praktischen Fähigkeiten, das klinische Denken und die Kommunikationsfähigkeit der Prüflinge bewertet wird. OSCEs erfordern einen hohen Ressourcenaufwand aufgrund einer Eins-zu-Eins-Betreuung während der Prüfung. Sowohl für den Unterricht als auch für die Prüfung eignen sich Simulationspatienten und -patientinnen oder Simulatoren. Dabei überprüft jede Station definierte Lernziele anhand von Bewertungskriterien, die von den Prüfern im Vorfeld festgelegt werden.

Eine Studie der Rudolf Frey Lernklinik in Mainz untersuchte 2020 unter strengen Hygienemaßnahmen die Durchführung einer Hybrid-OSCE auf Distanz. Dabei wurden die Studierenden nach der Prüfung über einen Fragebogen zur OSCE, zum nachhaltigen Lernen sowie die Lehrenden zu ihren Erfahrungen befragt. Der Kleingruppenunterricht wurde nach Möglichkeit in Präsenz durchgeführt und theoretische Themen über Moodle den Studierenden online zur Verfügung gestellt (Hybrid). Außerdem bot die Allgemein/Visceral/Transplantationschirurgie (AVTC) den Studierenden ein Online-Naht-Tutorial zur Vertiefung und Übung der Nahttechniken an. Die Prüfung selbst fand auf Distanz statt, die Lehrenden wurden per Videokonferenz in die Prüfungsräume zugeschaltet. Die Studierenden nahmen die Möglichkeit der OSCE positiv wahr, der Erwerb von praktischen Kompetenzen wurde als sehr hoch eingeschätzt. Auch mit dem Hygienekonzept waren 92% der Studierenden und Prüfenden einverstanden. Der Notenschnitt der OSCE lag bei 2,4 in Schulnoten. Daraus schließen die Autorinnen und Autoren, dass praktische Prüfungen weiter als Lernerfolgskontrolle psychomotorischer Lernziele unerlässlich sind und auch in Pandemiezeiten sicher durchführbar (40).

Es empfiehlt sich, zur Überprüfung praktischer Fähigkeiten standardisierte Bewertungsbögen oder Checklisten zu verwenden. Man kann sich an geltenden Handlungsempfehlungen oder Standardarbeitsanweisungen (SOPs) zur Punktevergabe orientieren. Es muss sichergestellt sein, dass die Checklisten valide sind, um von allen Prüfern zu einem konsistenten Ergebnis zu gelangen. Sterz et al. entwickelten und validierten 2021 erstmalig im deutschsprachigen Raum eine Checkliste, um online zur Verfügung gestellte Videos zur richtigen Herangehensweise bei Reanimationsmaßnahmen zu bewerten. Basierend auf den geltenden Richtlinien des ERC (41) wurden die Checklisten-Items formuliert und in einem vierstufigen Review Prozess von Notärzten getestet. Danach erfolgte eine Anpassung des Bewertungsbogens anhand der Analyse der Notärzte. Die Maßnahmen wurden auf einer dreistufigen Likert-Skala bewertet (nicht erwähnt, falsch oder unvollständig durchgeführt, richtig durchgeführt). Die Reviewer stimmten in 65,1% der Fälle überein, dabei wurde die

höchste Übereinstimmung im Bereich Automatisierter Externer Defibrillator (AED) erzielt, Thoraxkompression wurde am häufigsten unterschiedlich bewertet (42).

3 Material und Methoden

Die Studie wurde für die PJ Lehrveranstaltung MINERVA (Mainzer Initiative für eine Novellierte, Exzellente und Richtungsweisende Versatile Ausbildung) erstellt. MINERVA ist ein zweitägiger Kurs für Medizinstudierende im Praktischen Jahr an der Universitätsmedizin Mainz und an den Lehrkrankenhäusern der JGU Mainz und soll Kompetenzen für die klinische Praxis vermitteln. Dabei werden praktische Fertigkeiten vermittelt und vertieft, die im vornehmlich theoretisch ausgerichteten klinischen Abschnitt des Medizinstudiums nur unzureichend geübt werden. Der Unterricht findet in Kleingruppen mit maximal sechs Teilnehmenden statt. Es findet Simulationstraining an Skilltrainern und Tiermodellen statt. Die Dozierenden sind Lehrende aus der Mainzer Universitätsmedizin und deren Lehrkrankenhäusern (43).

Für die Studie wurde ein Ethikantrag unter der Kennung 2020-15360 eingereicht. Da es sich bei der Studie um ein Vorhaben der Aus- und Weiterbildung an Modellen handelt, war laut Ethikkommission Rheinland-Pfalz keine berufsrechtliche und berufsethische Beratung notwendig.

Für die Weiterentwicklung der PJ-Veranstaltung MINERVA unter Pandemiebedingungen wurde ein Lehrvideo zum schrittweisen Vorgehen der arteriellen Punktion am Skilltrainer (Arm zur Arterienpunktion, 3B Scientific) gedreht. Für die Studie wurde eine Low-Fidelity-Simulation gewählt, da sie basismedinisch manuelle Fähigkeiten besser abbilden kann (38, 39). Das Gelernte sollte direkt im Anschluss im Skilltraining angewendet werden.

3.1 Studienprotokoll

Alle PJ-Studierende der Universitätsmedizin Mainz, die im Sommersemester 2021 am MINERVA Programm teilnahmen, wurden informiert, dass eine Lehrstudie durchgeführt wird. Um die Ergebnisse der Studie nicht zu beeinflussen, wurden die Inhalte erst am Tag der Studie bekannt gegeben. Das Lehrvideo wurde über ein iPad, welches vor Zugriffen durch Dritte geschützt war, den Studierenden zur Verfügung gestellt. Eingeschlossen wurden alle Studierenden der Universitätsmedizin Mainz, die an MINERVA teilgenommen haben. Es gab keine Ausschlusskriterien.

Die Studierenden erhielten zu Beginn des MINERVA Programms eine Einweisung. Im Rahmen der Einweisung wurden die Inhalte der Studie mündlich dargestellt und ausreichend Zeit für Rückfragen gegeben. Im Anschluss wurden die Einverständniserklärungen ausgefüllt. Es erfolgte die randomisierte Verteilung von 80 Studierenden auf Gruppe 1 (Expositionsgruppe) und 2 (Kontrollgruppe), nach Losverfahren. Zwei Studierenden der Kontrollgruppen haben nach der Randomisierung ihrer Einverständniserklärung widersprochen. Folgender Studienablauf ergab sich aus den verbliebenden 78 Studierenden:

Den Studienablauf verdeutlicht folgende Darstellung:

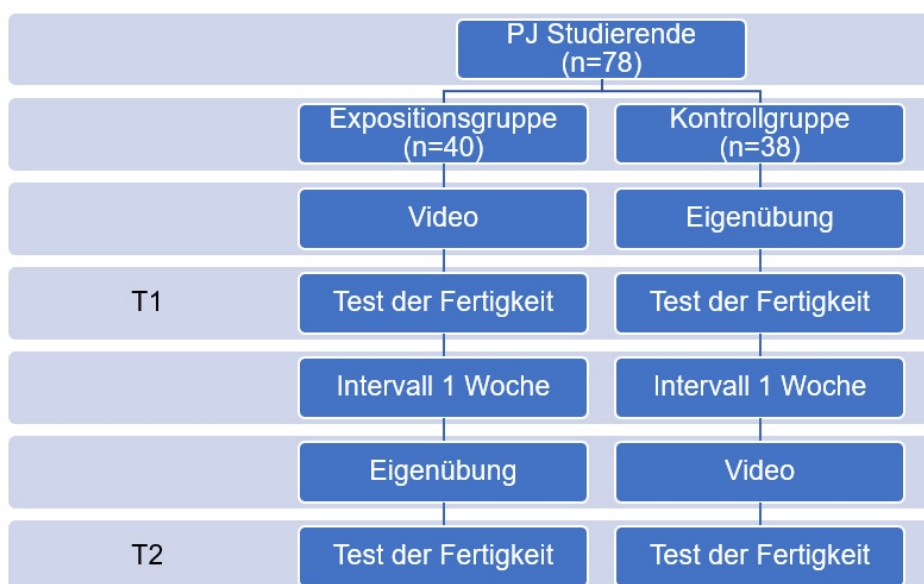


Abbildung 2: Übersicht über das Studiendesign

Die Studie folgte einem Cross-Over-Design. Dieses bietet verschiedene Vorteile: Jeder Teilnehmer nimmt an beiden „Lehrmethoden“ teil und wechselt nach einer definierten Zeit (in diesem Fall eine Woche). Dies bietet allen Teilnehmenden die Möglichkeit von der zu testenden Methode zu profitieren (44). Die Expositionsgruppe erhielt Zugang zu dem

Lehrvideo. Das Video dauerte 6,18 Minuten. Während dieser Zeit konnte sich die Kontrollgruppe mit dem Material (Punktionsarm, Kanülen, Lagerungsmaterial, Druckmesssystem, Hygienematerialien) auseinandersetzen. Die Studierenden konnten sich das Video einmal anschauen, dabei konnten sie die Präsentation nicht anhalten und die Geschwindigkeit nicht verstellen.

Zu jedem Test (T1 und T2) wurden die Probanden mit anonymisiertem alphanumerischem Code gefilmt. Um die Anonymität zu gewährleisten wurde der Bildausschnitt nur auf die Hände beschränkt.

Abschließend erhielten die Studierenden auf Wunsch ein kurzes Feedback.

3.1.1 Bewertungskriterien und Punktebewertung

Der schrittweise Ablauf der Punktion der A. radialis wird in dem Lehrvideo erklärt und demonstriert, angelehnt an die SOP der Klinik für Anästhesiologie der Universitätsmedizin Mainz sowie die SOP zur arteriellen Blutentnahme auf Amboss (9, 45, 46).

Der Bewertungsbogen umfasst die in dem Video gezeigten Schritte (siehe Anhang 8.1). Angelehnt an die Bewertungsskala zur Fertigkeit „IO Zugang am pädiatrischen Patienten“ von Oriot et al. (47) erhielten die Studierenden für das Durchführen eines Einzelschrittes einen Punkt. Führten sie die Handlung nicht durch, erhielten sie 0 Punkte.

Es wurden die Anzahl der Versuche und die Dauer bis zur erfolgreichen Punktion ausgewertet. Bei mehreren Versuchen wurden entsprechend des Bewertungsbogens (siehe Anhang 8.1) weniger Punkte vergeben (9, 45, 46).

Der Bewertungsbogen umfasst 14 Elemente. Man konnte insgesamt 16 Punkte erreichen, die in Noten anhand des erreichten Prozentrangs der Gesamtpunktzahl umgewandelt wurden. Dabei lag die Bestehensgrenze bei den allgemein üblichen 60%, die Notengrenzen sind in Tabelle 1 dargestellt.

| Note | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------|----------|---------|---------|---------|------|
| Punktzahl | 15-16 | 13-14 | 12 | 10-11 | <10 |
| Prozentrang | 100%-90% | 90%-80% | 80%-70% | 70%-60% | <60% |

Tabelle 1: Notengrenzen

3.1.2 Lehrvideo

Folgende Lerninhalte wurde im Lehrvideo vermittelt: Der Allen-Test wird vor der Punktion der Art. Radialis durchgeführt, um eine ausreichende Versorgung der Hand durch die Kollateralversorgung über die Hohlhandbögen sicherzustellen. Dabei wird im Video auch darauf hingewiesen, dass die Aussagekraft des Testes umstritten ist und man im Zweifel eine Doppler-Sonografie anschließen sollte.

Die richtige Lagerung ist essenziell, um punktieren zu können. Der Arm des Patienten wird in Supination gebracht und das Handgelenk in Dorsalextension fixiert.

Zum Auffinden der Punktionsstelle wird der Puls ca. zwei Zentimeter proximal des Handgelenks palpirt.

Es folgt eine hygienische Händedesinfektion sowie der Gebrauch von Einmalhandschuhen. Die Punktion der A. radialis erfolgt hier mithilfe einer Jelco®-Kanüle in 20 Gauge, nach SOP der Universitätsmedizin Mainz (siehe Anhang). Danach wird die Punktionsstelle nach Vorgaben des Robert Koch Instituts (RKI) desinfiziert. Um gröbere Hautverunreinigungen zu entfernen, wird nach der ersten Desinfektion die Haut mit einem keimarmen Tupfer gereinigt. Danach wird nochmals desinfiziert. Einwirkzeiten des alkoholischen Hautdesinfektionsmittels sind zu beachten. Eine erneute Palpation der Punktionsstelle darf aus hygienischen Aspekten nicht mehr durchgeführt werden (48).

Bei einem wachen Patienten ist eine lokale Anästhesie der Punktionsstelle durchzuführen, zum Beispiel mit Mepivacain 1%.

Die Punktion erfolgt im 30°- 60° Winkel nach proximal, die nicht dominante Hand des Durchführenden fixiert dabei den Arterienverlauf. Dabei ist darauf zu achten, die Punktionsstelle nicht mehr zu berühren, um Kontaminationen zu vermeiden. Der Nadelschliff zeigt dabei nach oben.

Füllt sich die Kammer der Kanüle mit Blut, wird der Stahlmandrin zurückgezogen und die Kanüle vorgeschoben. Es folgt die Fixierung nach SOP der Universitätsmedizin Mainz. Um den Blutdruck invasiv messen zu können, wird das Druckmesssystem an die Kanüle angeschlossen.

3.2 Fragebögen und Evaluationskonzept

Die Studierenden erhielten zum Zeitpunkt T0 einen Einstiegsfragebogen, in dem die persönlichen Daten, vorherige Berufsausbildungen und Vorerfahrung im Bereich von Gefäßpunktionen (arteriell und venös) sowie Skilltraining erfragt wurden (siehe Anhang 8.2).

Anhand einer Likert-Skala von 1 bis 5 wurde ermittelt, wie sicher sich die Teilnehmenden bei der Durchführung von Gefäßpunktionen am Patienten fühlen. Hier wurde die Sicherheit bei der Durchführung von arteriellen und venösen Punktionen verglichen. 1 bedeutet in diesem Fall „sehr unsicher“, 5 repräsentiert „sehr sicher“.

Die Selbsteinschätzung zu allen drei Zeitpunkten wurde am Ende der Lerneinheit erhoben. Zu diesem Zeitpunkt reflektierten die Studierenden ihre Leistungen jeweils vor deren ersten Termin nach dem ersten Termin und zum Abschluss nach dem zweiten Termin, indem sie ihre Ergebnisse mit Noten von 1 („sehr gut“) bis 6 („ungenügend“) bewerteten. Auf diese Weise lässt sich die Entwicklung der Lernkurve im Hinblick auf die eingesetzten Lehrmethoden E-Learning und Simulationstraining evaluieren.

Zusätzlich wurden die Studierenden hinsichtlich der Sinnhaftigkeit des Übens von Punktionen an Simulatoren befragt. Anschließend wurde das Simulationstraining durch die Studierenden benotet (siehe Anhang 8.3).

Die Fragebögen wurden den Studierenden online über Microsoft Forms © über einen QR-Code zur Verfügung gestellt.

3.3 Statistik

Zur statistischen Analyse der Daten wurde die Statistik Software SPSS® 27 für macOS verwendet.

Die Erfahrung der Studierenden mit Punktionen wurde anhand von Häufigkeitstabellen analysiert.

Um die Studienpopulation zu randomisieren, wurden die Studierenden zufällig per Losverfahren auf die beiden Gruppen (Kontroll- und Expositionsgruppe) verteilt. Die Studierenden erhielten eine individuelle Studien-ID. Durch die Verwendung von Studien-IDs können die individuellen Veränderungen berechnet und dargestellt, sowie mit den Angaben der Fragebögen verglichen werden.

Zunächst wurde eine demographische Analyse hinsichtlich der Studienpopulation durchgeführt mit dem Schwerpunkt auf Vorerfahrung. Anschließend erfolgte die Analyse des Kompetenzerwerbs der beiden Studiengruppen zu den unterschiedlichen Zeitpunkten bzw. Durchgängen, sowie eine Überprüfung auf Nachhaltigkeit des Gelernten.

Die Analyse zur Selbsteinschätzung der Studierenden in Bezug auf die arterielle und venöse Punktion wurde deskriptiv mittels Häufigkeitstabellen und Boxplots ausgewertet. Die Gesamtleistung der Studierenden zu den verschiedenen Zeitpunkten T1 und T2 wurde mithilfe von Kreuztabellen und Balkendiagrammen deskriptiv ausgewertet.

Um die Abhängigkeit zwischen den beiden Randomisierungsgruppen der ordinalen Variable "Note" zu überprüfen, wurde eine Signifikanztestung mit dem Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Zur Auswertung der Variable "Note" zu den unterschiedlichen Zeitpunkten bei gleichbleibender Population wurde der Wilcoxon-Test verwendet. Die Effektstärke der jeweiligen Testung wird mittels Cohens d (r) angegeben und beschreibt, wie bedeutsam die Größe oder Stärke des Effekts in der Studie ist. Dabei stellt 0,2 einen kleinen Effekt, 0,5 einen mittleren Effekt und $>0,8$ einen großen Effekt dar.

Das globale Signifikanzniveau wurde auf 5% festgelegt. Aufgrund der multiplen Testungen erfolgt mittels Bonferroni-Korrektur die Anpassung der einzelnen Tests auf ein Signifikanzniveau von 1,25%.

Folgende Fragestellungen wurden überprüft:

1. Kann eine praktische Fertigkeit durch ein Lehrvideo vermittelt werden?
2. Ist das Erlernen einer praktischen Fertigkeit mittels Lehrvideo nachhaltig? Bleibt die erbrachte Leistung nach einer festgelegten Zeit konstant?
3. Kommt es zum Zeitpunkt T2 zu einer Angleichung der beiden Studiengruppen?
4. Führt das Skilltraining zu einer Verbesserung der Selbsteinschätzung der Studierenden hinsichtlich ihrer Fähigkeiten bei der arteriellen Punktion?

Entsprechend wurden folgende (Null-)Hypothesen formuliert:

1. Eine praktische Fertigkeit kann nicht über ein Lehrvideo vermittelt werden.
2. Das Lernen einer Fertigkeit ist nicht nachhaltig, nach einer festgelegten Zeit (7 Tage) unterscheiden sich die Testergebnisse.
3. Die beiden Studiengruppen gleichen sich nicht zum Zeitpunkt T2 an.
4. Die Studierenden erfahren im Rahmen der Selbsteinschätzung keine Verbesserung bezüglich der arteriellen Punktion im Skilltraining.

4 Ergebnisse

Die Studienpopulation umfasste 78 Studierende am Anfang ihres Praktischen Jahres in den Lehrkrankenhäusern der Universitätsmedizin Mainz. Ursprünglich waren 80 Studierende für die Studie geplant, zwei entschieden sich aber nicht an der Studie teilzunehmen.

Von den 78 Studierenden füllten vor dem Skilltraining 59 Studierende den Einstiegsfragebogen zum Zeitpunkt T0 aus.

Nach dem Zeitpunkt T2 füllten 51 Studierende den Evaluationsfragebogen aus.

4.1 Deskriptive Analyse

4.1.1 Demographische Analyse der Studienpopulation bzgl. ihrer Vorerfahrung

Es nahmen 41 Frauen und 37 Männer an der Studie teil. Im Median waren diese 28 Jahre alt. Von den 59 Studierenden, die den Einstiegsfragebogen zum Zeitpunkt T0 ausgefüllt hatten, gaben 33 an, vor ihrem Medizinstudium bereits eine Berufsausbildung abgeschlossen zu haben. 28,2% der Probanden gaben an, vor der Lerneinheit bereits an einem Simulationstraining zur arteriellen Punktion teilgenommen zu haben, 26 Probanden (44,1%) hatten bereits mindestens einmal am Patienten die A. radialis punktiert. Ebenfalls gaben 88,1% der Studierenden an, schon mehr als fünf venöse Zugänge eigenständig gelegt zu haben.

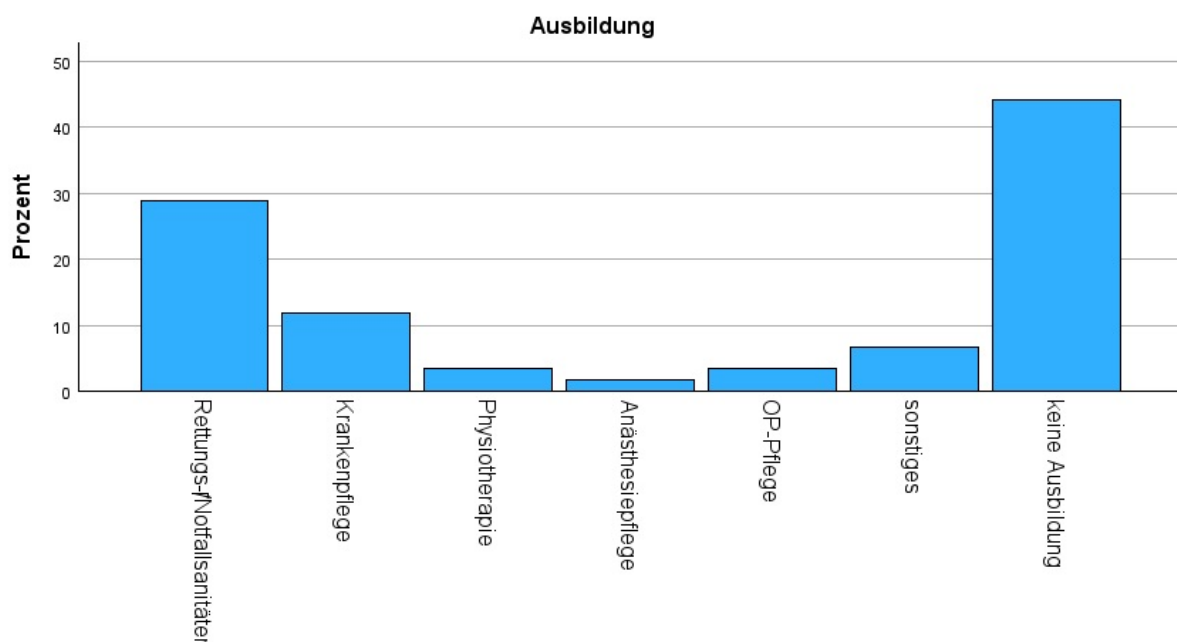


Abbildung 3: Ausbildung

| | | Häufigkeit | Prozent | Gültige Prozente |
|---------|--------|------------|---------|---------------------|
| Gültig | 0 | 33 | 42,3 | 55,9 |
| | 1 | 9 | 11,5 | 15,3 |
| | 1-3 | 8 | 10,3 | 13,6 |
| | 3-5 | 3 | 3,8 | 5,1 |
| | >5 | 6 | 7,7 | 10,2 |
| | Gesamt | 59 | 75,6 | 100,0 |
| Fehlend | System | 19 | 24,4 | |
| Gesamt | | 78 | 100,0 | |

Tabelle 2: Häufigkeitstabelle durchgeführte arterielle Punktionen

| | | Häufigkeit | Prozent | Gültige Prozente |
|---------|--------|------------|---------|---------------------|
| Gültig | 0 | 14 | 17,9 | 23,7 |
| | 1 | 6 | 7,7 | 10,2 |
| | 1-3 | 14 | 17,9 | 23,7 |
| | 3-5 | 6 | 7,7 | 10,2 |
| | >5 | 19 | 24,4 | 32,2 |
| | Gesamt | 59 | 75,6 | 100,0 |
| Fehlend | System | 19 | 24,4 | |
| Gesamt | | 78 | 100,0 | |

Tabelle 3: Häufigkeitstabelle gesehene arterielle Punktionen

| | | Häufigkeit | Prozent | Gültige Prozente |
|---------|--------|------------|---------|---------------------|
| Gültig | 0 | 42 | 53,8 | 71,2 |
| | 1 | 11 | 14,1 | 18,6 |
| | 1-3 | 3 | 3,8 | 5,1 |
| | 3-5 | 2 | 2,6 | 3,4 |
| | >5 | 1 | 1,3 | 1,7 |
| | Gesamt | 59 | 75,6 | 100,0 |
| Fehlend | System | 19 | 24,4 | |
| Gesamt | | 78 | 100,0 | |

Tabelle 4: Häufigkeitstabelle arterielle Punktionen am Simulator

| | | Häufigkeit | Prozent | Gültige Prozente |
|---------|--------|------------|---------|---------------------|
| Gültig | 1 | 1 | 1,3 | 1,7 |
| | 1-3 | 4 | 5,1 | 6,8 |
| | 3-5 | 2 | 2,6 | 3,4 |
| | >5 | 52 | 66,7 | 88,1 |
| | Gesamt | 59 | 75,6 | 100,0 |
| Fehlend | System | 19 | 24,4 | |
| Gesamt | | 78 | 100,0 | |

Tabelle 5: Häufigkeitstabelle Anlage venöser Zugang

4.1.2 Vergleich arterielle versus venöse Punktion

Bezüglich der Vorerfahrung mit venösen und arteriellen Blutentnahmen gaben die Studierenden auf einer Likert-Skala von 0 bis 4 (0= sehr unsicher, 1= unsicher, 2= ok, 3= sicher, 4= sehr sicher) an, wie sicher sie sich in beiden Verfahren fühlen.

Bei der Umfrage nahmen 59 von 78 (75,6%) der Studienkohorte teil. Bei der arteriellen Punktion lag der Median bei 1, während er bei der venösen Punktion bei 3 lag. Bei der arteriellen Punktion lag das untere Quartil bei 0,5, das obere bei 2, die Daten streuten von sehr unsicher bis sehr sicher (0 bis 4 auf der Likert-Skala). Bei der venösen Punktion lag das untere Quartil bei 2, das obere bei 3 und die Daten streuten von unsicher bis sehr sicher, bei einem Ausreißer bei 0.

| | | Häufigkeit | Prozent | Gültige Prozente |
|---------|---------------|------------|---------|---------------------|
| Gültig | sehr unsicher | 15 | 19,2 | 25,4 |
| | unsicher | 17 | 21,8 | 28,8 |
| | ok | 16 | 20,5 | 27,1 |
| | sicher | 8 | 10,3 | 13,6 |
| | sehr sicher | 3 | 3,8 | 5,1 |
| | Gesamt | 59 | 75,6 | 100,0 |
| Fehlend | System | 19 | 24,4 | |
| Gesamt | | 78 | 100,0 | |

Tabelle 6: Häufigkeitstabelle Selbsteinschätzung arterielle Punktion

| | | Häufigkeit | Prozent | Gültige Prozente |
|---------|---------------|------------|---------|---------------------|
| Gültig | sehr unsicher | 1 | 1,3 | 1,7 |
| | unsicher | 5 | 6,4 | 8,5 |
| | ok | 13 | 16,7 | 22,0 |
| | sicher | 26 | 33,3 | 44,1 |
| | sehr sicher | 14 | 17,9 | 23,7 |
| | Gesamt | 59 | 75,6 | 100,0 |
| Fehlend | System | 19 | 24,4 | |
| Gesamt | | 78 | 100,0 | |

Tabelle 7: Häufigkeitstabelle Selbsteinschätzung venöse Punktion

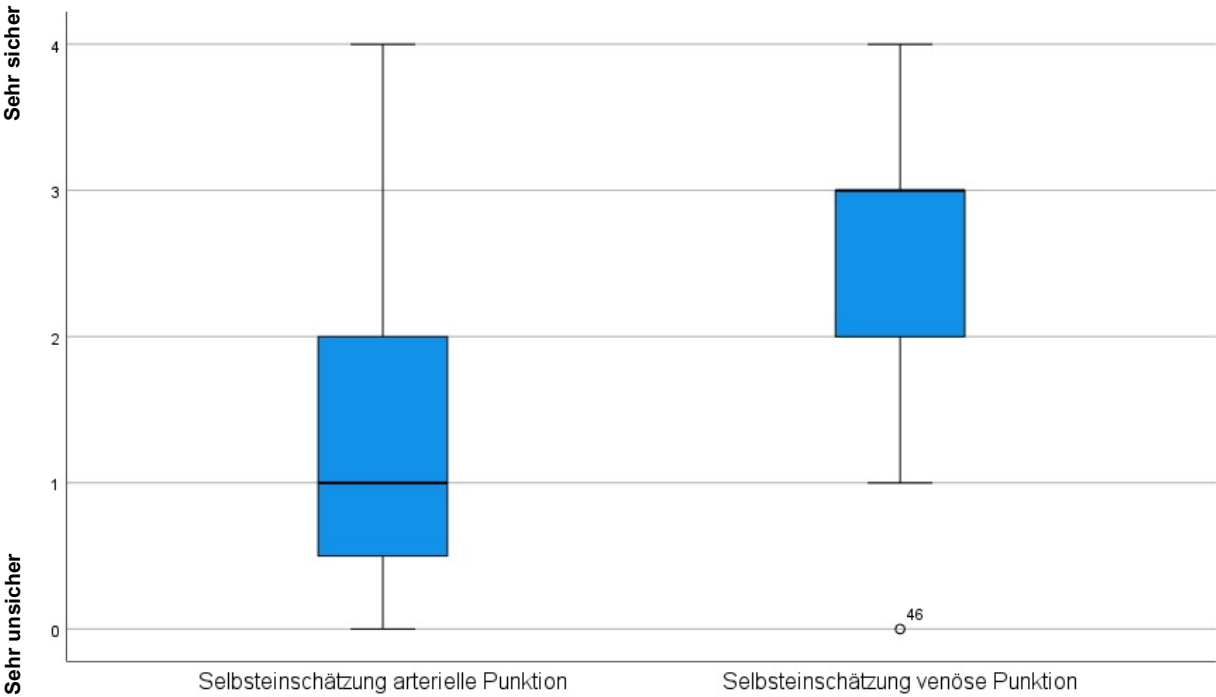


Abbildung 4: Boxplot Vergleich Selbsteinschätzung arterielle vs. venöse Punktion

4.1.3 Kompetenzerwerb: Vergleich der beiden Studiengruppen zum Zeitpunkt T1

In die Expositionsgruppe wurden 40 Studierende aufgenommen, während die Kontrollgruppe aus 38 Studierenden bestand. Lediglich ein Studierender in der Expositionsgruppe erzielte weniger als 10 von insgesamt 16 Punkten und wäre somit durchgefallen (Notengrenzen siehe Kapitel 3.1.1). In der Kontrollgruppe erzielten 10 Studierende (26,3%) weniger als 10 Punkte. Ein Ergebnis von 15 oder 16 Punkten (mehr als 90% der Gesamtpunktzahl) wurde von 27 Studierenden in der Expositionsgruppe erreicht, während es in der Kontrollgruppe nur ein einziger Studierender war. Die Expositionsgruppe hatte zu diesem Zeitpunkt schon am E-Learning teilgenommen.

| | | | sehr gut | gut | befriedigend | ausreichend | ungenügend | Gesamt |
|--------|-------------------|--------------|----------|-------|--------------|-------------|------------|--------|
| Gruppe | Expositionsgruppe | Anzahl | 26 | 10 | 2 | 1 | 1 | 40 |
| | | % von Gruppe | 65,0% | 25,0% | 5,0% | 2,5% | 2,5% | 100,0% |
| | Kontrollgruppe | Anzahl | 1 | 5 | 8 | 14 | 10 | 38 |
| | | % von Gruppe | 2,6% | 13,2% | 21,1% | 36,8% | 26,3% | 100,0% |
| Gesamt | Anzahl | | 27 | 15 | 10 | 15 | 11 | 78 |
| | % von Gruppe | | 34,6% | 19,2% | 12,8% | 19,2% | 14,1% | 100,0% |

Tabelle 8: Häufigkeitstabelle der beiden Studiengruppen zum Zeitpunkt T1

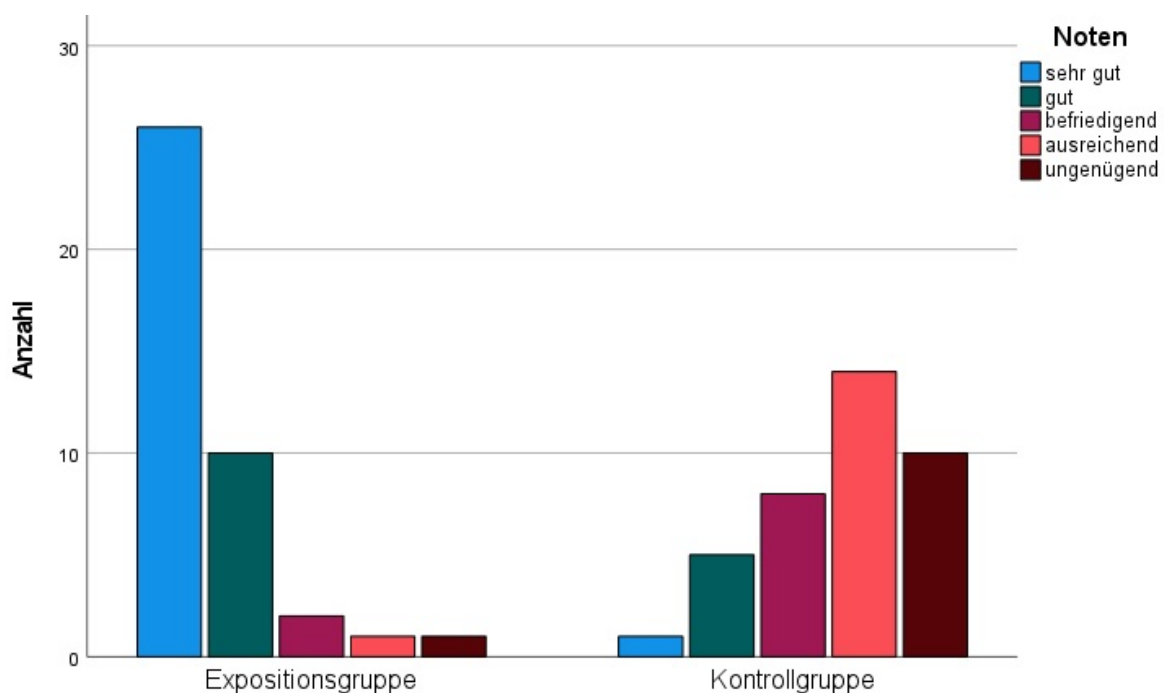


Abbildung 5: Balkendiagramm Deskriptive Analyse der beiden Studiengruppen zum Zeitpunkt T1

4.1.4 Kompetenzerwerb: Vergleich der Expositionsgruppe zwischen T1 und T2

Zur Darstellung des Kompetenzerwerbs in der Expositionsgruppe wurden die Teilnehmer zu verschiedenen Zeitpunkten analysiert. Von den ursprünglich 40 Studierenden im ersten Durchgang nahmen 30 Studierende auch am zweiten Durchgang teil. Der Notendurchschnitt lag nach dem ersten Durchgang bei 1,5 und nach dem zweiten Durchgang bei 1,63.

| | | sehr gut | gut | befriedigend | ausreichend | ungenügend | Gesamt |
|-----------|---|-----------------|-------|--------------|-------------|------------|--------|
| Durchgang | 1 | Anzahl | 26 | 10 | 2 | 1 | 40 |
| | | % von Durchgang | 65,0% | 25,0% | 5,0% | 2,5% | 2,5% |
| | 2 | Anzahl | 18 | 7 | 3 | 2 | 30 |
| | | % von Durchgang | 60,0% | 23,3% | 10,0% | 6,7% | 0,0% |

Tabelle 9: Häufigkeitstabelle zum Vergleich der Expositionsgruppe zwischen T1 und T2

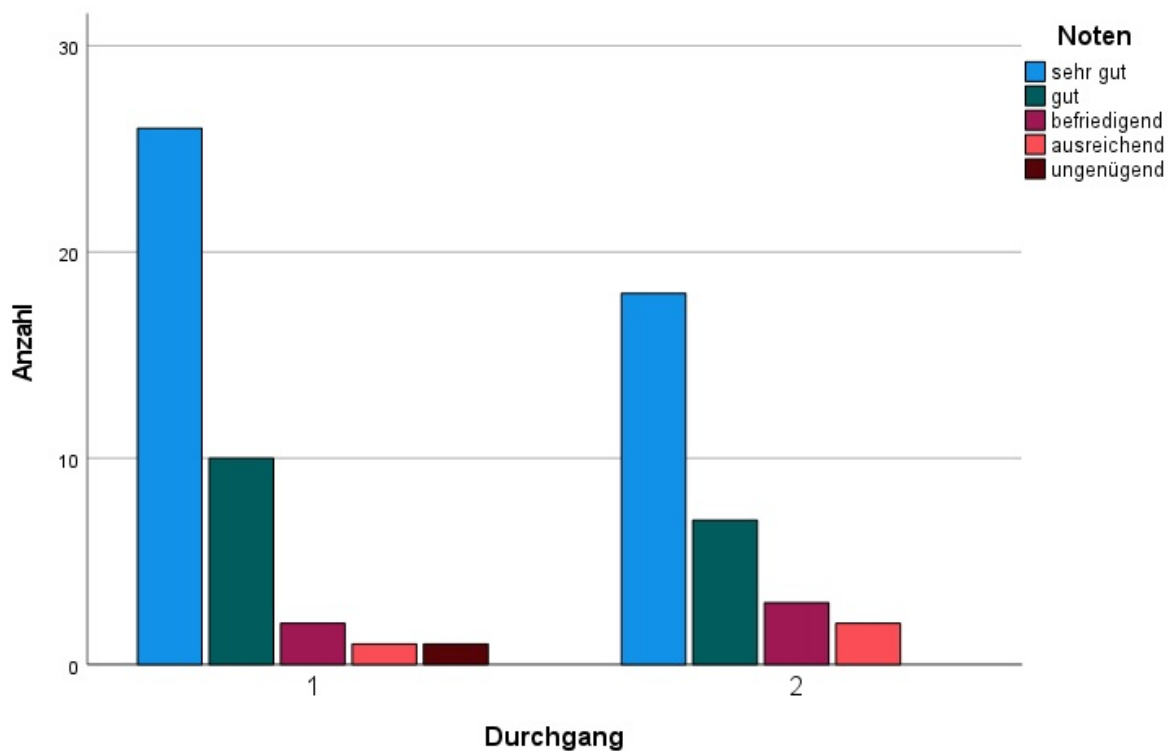


Abbildung 6: Balkendiagramm Vergleich der Expositionsgruppe zwischen T1 und T2

4.1.5 Kompetenzerwerb: Vergleich der Kontrollgruppe zwischen T1 und T2

Um den Kompetenzerwerb in der Kontrollgruppe darzustellen, wurde die Gruppe zu den verschiedenen Zeitpunkten analysiert. Von den 38 Studierenden im Durchgang 1 nahmen noch 30 im Durchgang 2 teil. Von den 10 durchgefallenen Studierenden (26,3%) fielen im zweiten Durchgang keine mehr durch. Alle Teilnehmer erreichten mindestens die Note 2. 26 der 30 Teilnehmenden (86,7%) erreichten ein „sehr gut“ im zweiten Durchgang. Der Notenschnitt war mit 1,13 in der Kontrollgruppe zum Zeitpunkt T2 sogar besser als der Durchschnitt (1,5) der Expositionsgruppe zum Zeitpunkt T1.

| | | sehr gut | gut | befriedigend | ausreichend | ungenügend | Gesamt |
|-------------|-----------------|----------|-------|--------------|-------------|------------|--------|
| Durchgang 1 | Anzahl | 1 | 5 | 8 | 14 | 10 | 38 |
| | % von Durchgang | 2,6% | 13,2% | 21,1% | 36,8% | 26,3% | 100,0% |
| 2 | Anzahl | 26 | 4 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| | % von Durchgang | 86,7% | 13,3% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 100,0% |

Tabelle 10: Häufigkeitstabelle zum Vergleich zwischen T1 und T2 in der Kontrollgruppe

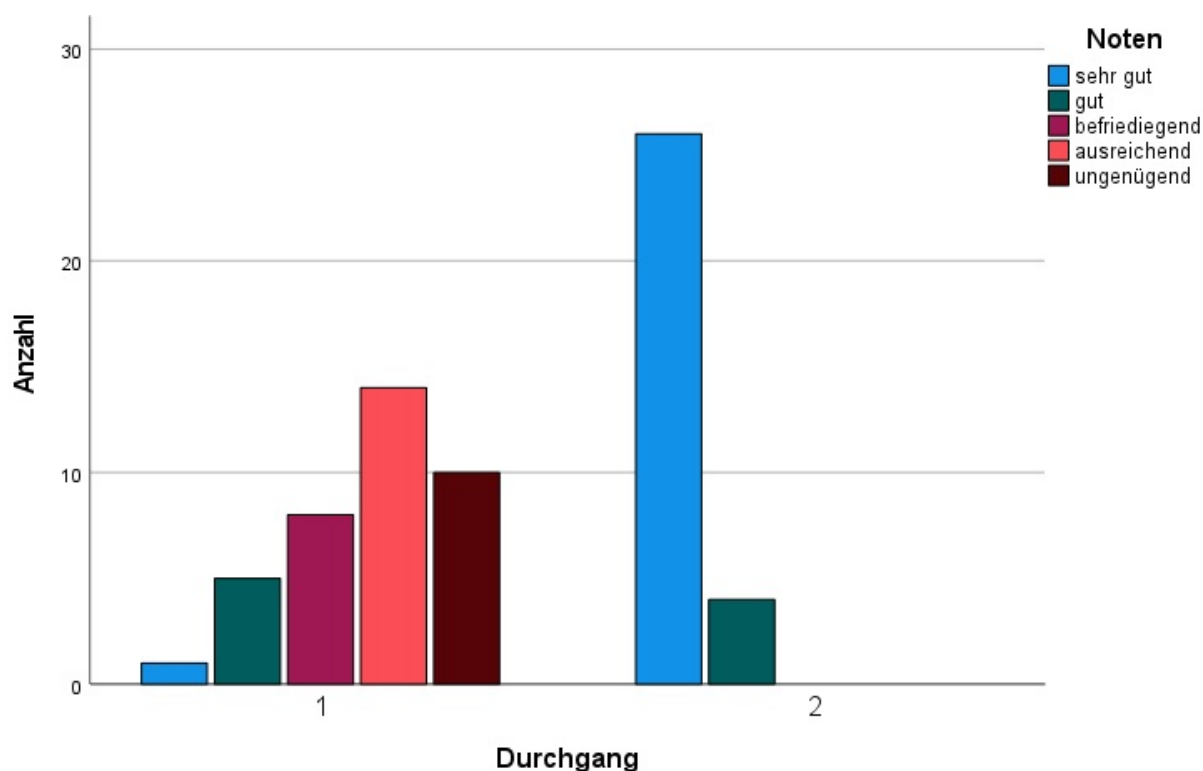


Abbildung 7: Balkendiagramm Vergleich zwischen T1 und T2 in der Kontrollgruppe

4.1.6 Kompetenzerwerb: Vergleich beider Gruppen zum Zeitpunkt T2

Um den Wissensstand zum Ende der Einheit darzustellen, wurde verglichen, wie sich die beiden Gruppen am Ende des zweiten Durchgangs zueinander verhalten. Dabei fiel auf, dass sich der Notendurchschnitt der Expositionsgruppe vom ersten (1,5) zum zweiten Durchgang verschlechtert hatte (1,63). Die Kontrollgruppe verbesserte sich von 3,71 zu 1,13. Die Studierenden in der Kontrollgruppe erzielten Noten von 1 und 2, während die Teilnehmenden in der Expositionsgruppe Noten im Bereich von 1 bis 4 erhielten.

| | | | sehr gut | gut | befriedigend | ausreichend | Gesamt |
|--------|-------------------|--------------|----------|-------|--------------|-------------|--------|
| Gruppe | Expositionsgruppe | Anzahl | 18 | 7 | 3 | 2 | 30 |
| | | % von Gruppe | 60,0% | 23,3% | 10,0% | 6,7% | 100,0% |
| | Kontrollgruppe | Anzahl | 26 | 4 | 0 | 0 | 30 |
| | | % von Gruppe | 86,7% | 13,3% | 0,0% | 0,0% | 100,0% |

Tabelle 11: Häufigkeitstabelle zum Vergleich der beiden Gruppen zum Zeitpunkt T2

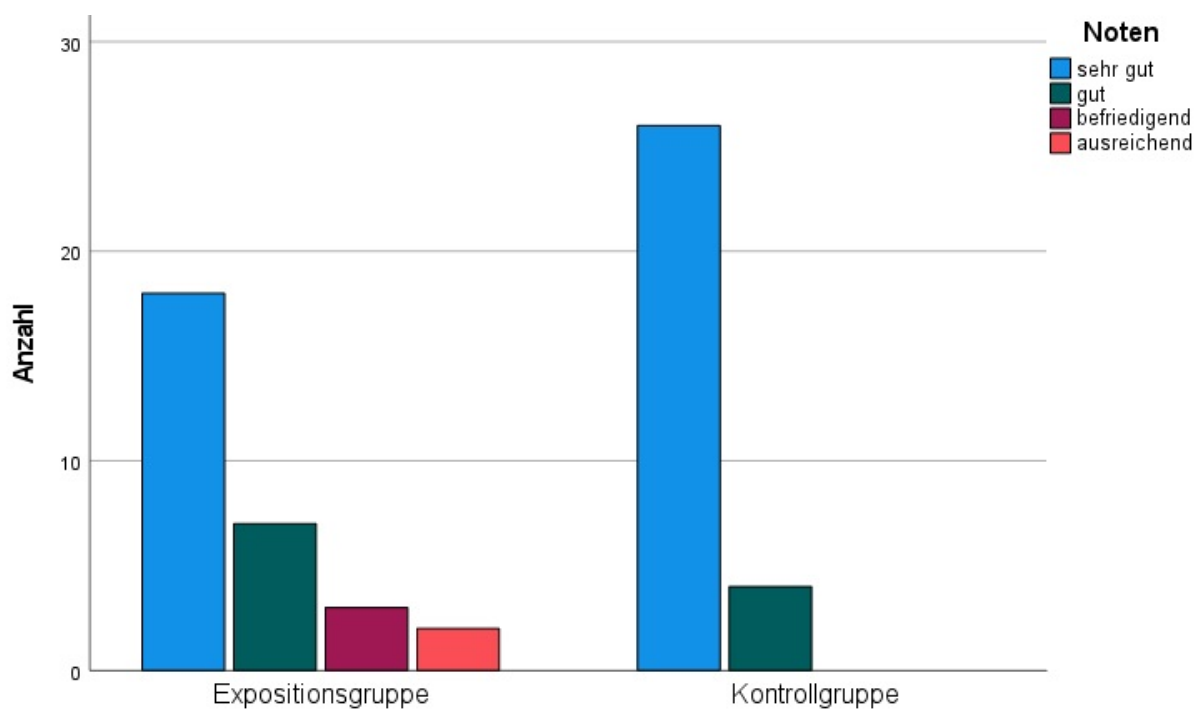


Abbildung 8: Balkendiagramm Vergleich der beiden Gruppen zum Zeitpunkt T2

4.1.7 Selbsteinschätzung der gesamten Studienpopulation

Die persönliche, selbsteingeschätzte Gesamtleistung hinsichtlich der arteriellen Punktion wurde zu den Zeitpunkten vor dem ersten Durchgang (T0), nach dem ersten Durchgang (T1) und nach dem zweiten Durchgang (T2) mithilfe von Boxplots dargestellt. Die Variablen wurden als Noten (1 = sehr gut, 6 = ungenügend) zur Darstellung der persönlichen Gesamtleistung zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten verwendet.

Dabei lag zum Zeitpunkt T0 der Median der Selbsteinschätzung bei der Note 3, das untere Quartil ebenfalls bei 3 und das obere Quartil bei 5. Insgesamt streuten sich die Daten von Note 1 bis 6.

Zum Zeitpunkt T1 lag der Median der Selbsteinschätzung bei der Note 3, während das untere Quartil bei 2 und das obere Quartil bei 4 lagen. Die Daten streuten hier von Note 1 bis 6.

Zum Zeitpunkt T2 lag der Median der Selbsteinschätzung bei der Note 2, wobei das untere Quartil gleichermaßen bei 2 und das obere Quartil bei 3 lagen. Die Daten streuten dabei von Note 1 bis 4.

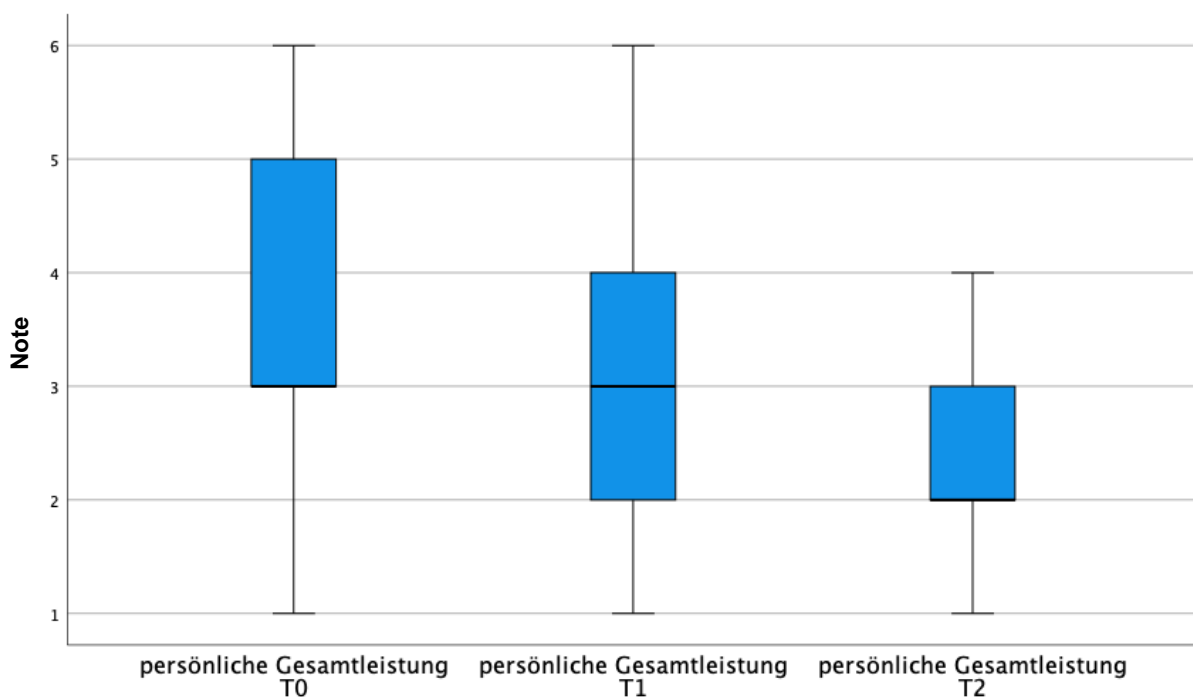


Abbildung 9: Boxplots zur Selbsteinschätzung der gesamten Studienpopulation

4.1.8 Selbsteinschätzung der Expositionsgruppe

Von den 40 Studierenden, die als Expositionsgruppe an der Studie teilnahmen, nahmen 26 (65%) an der Selbsteinschätzung teil.

Dabei lag zum Zeitpunkt T0 der Median der Selbsteinschätzung bei der Note 3, das untere Quartil ebenfalls bei 3 und das obere Quartil bei 5. Insgesamt streuten die Daten von Note 1 bis 6.

Zum Zeitpunkt T1 lag der Median der Selbsteinschätzung bei der Note 2, während das untere Quartil ebenfalls bei 2 und das obere Quartil bei 3 lagen. Die Daten streuten auch hier von Note 1 bis 4.

Zum Zeitpunkt T2 schätzten sich die Studierenden gleichermaßen wie zu Zeitpunkt T1 ein.

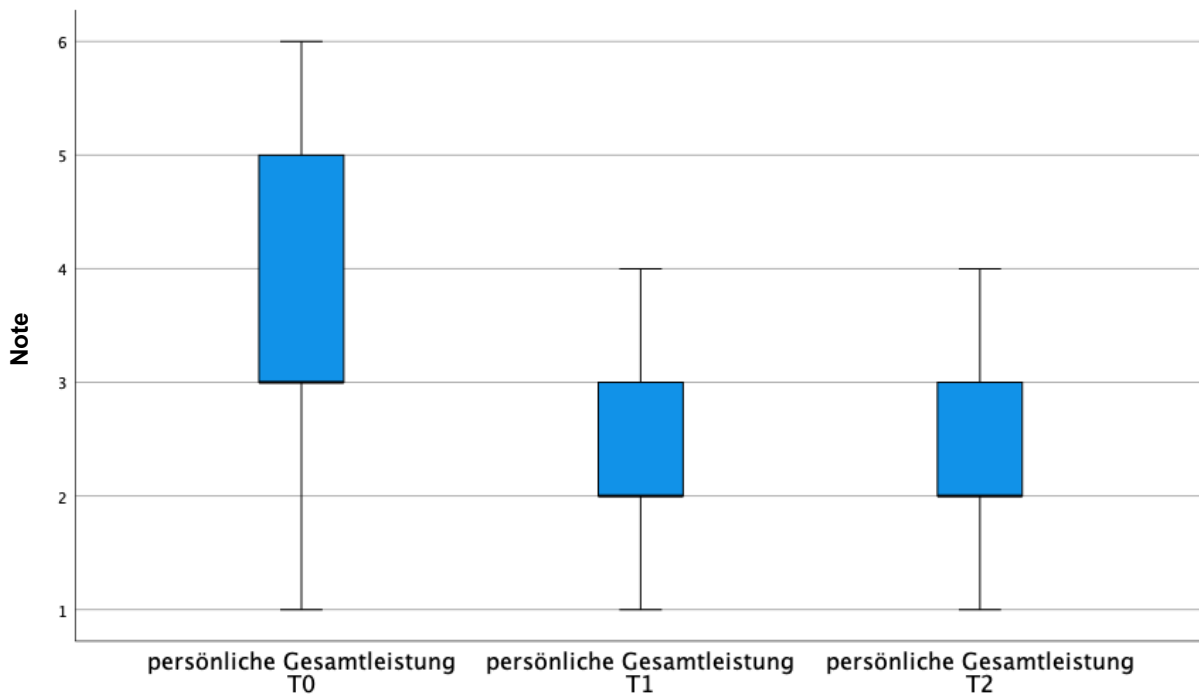


Abbildung 10: Boxplots zur Selbsteinschätzung der Expositionsgruppe

4.1.9 Selbsteinschätzung der Kontrollgruppe

Von den 38 Studierenden, die als Kontrollgruppe an der Studie teilnahmen, nahmen 25 (65,8%) an der Evaluation teil.

Dabei lag zum Zeitpunkt T0 der Median der Selbsteinschätzung bei der Note 3, das untere Quartil ebenfalls bei 3 und das obere Quartil bei 5. Insgesamt streuten die Daten von Note 2 bis 6.

Zum Zeitpunkt T1 lag der Median der Selbsteinschätzung bei der Note 4, während das untere Quartil ebenfalls bei 4 und das obere Quartil bei 3 lagen. Die Daten streuten von Note 2 bis 5.

Zum Zeitpunkt T2 lag der Median der Selbsteinschätzung bei der Note 2, wobei das untere Quartil gleichermaßen bei 2 und das obere Quartil bei 3 lagen. Die Daten streuten dabei von Note 1 bis 4.

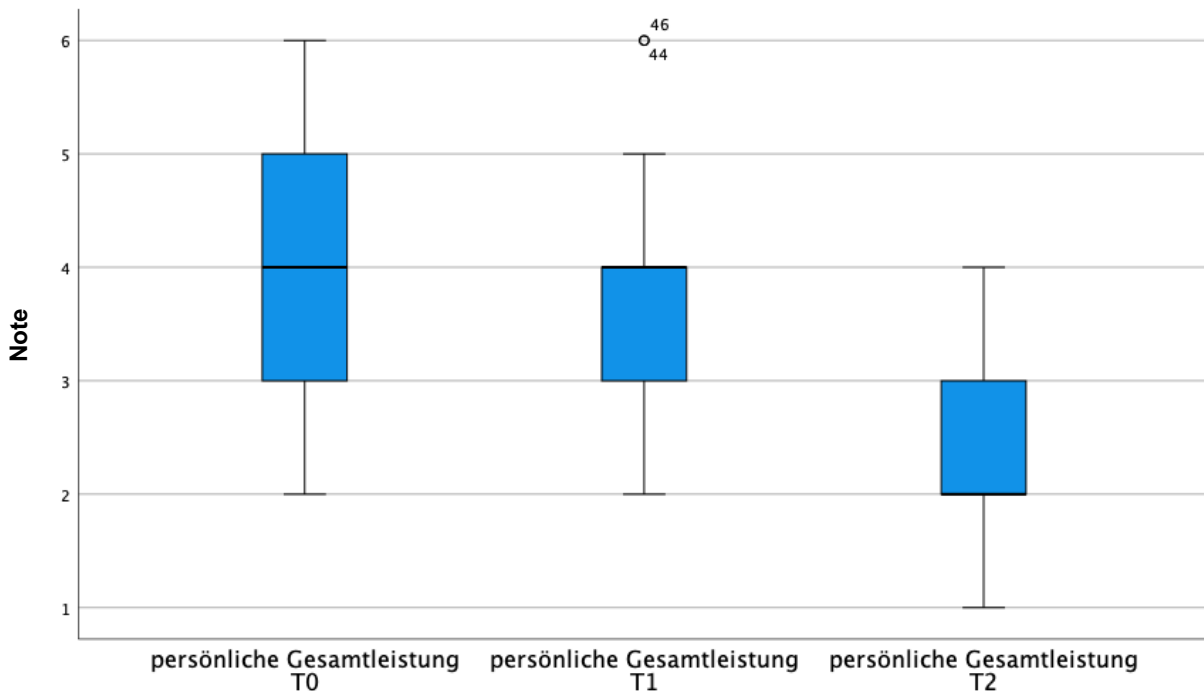


Abbildung 11: Boxplots zur Darstellung der Selbsteinschätzung der Kontrollgruppe

4.1.10 Einordnung Sinnhaftigkeit von Simulationstraining

Die Studierenden wurden außerdem nach ihrer Meinung zur Sinnhaftigkeit von Simulationstraining im Medizinstudium mithilfe eines Likert-Moduls befragt. Dabei gaben 71,19% der Studierendenpopulation an, dass sie Training am Simulator sehr sinnvoll finden, kein Teilnehmer empfand Simulationstraining als nicht sinnvoll.

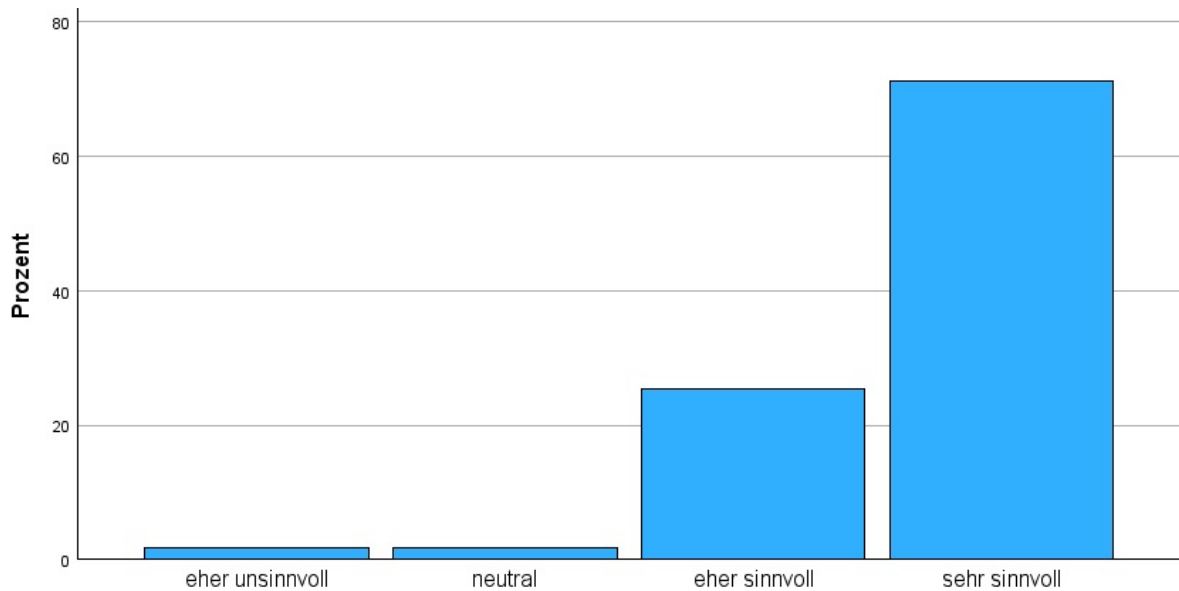


Abbildung 12: Balkendiagramm Sinnhaftigkeit Simulationstraining

Abschließend wurden die Studierenden nach ihrer Benotung der Station „arterielle Punktion“ befragt. Dabei konnten die Studierenden ihre Einschätzung in Noten von sehr gut bis ungenügend angeben. Insgesamt bewerteten 62,75% der Studierenden das Simulationstraining mit sehr gut, nur 2% (ein Studierender) empfand es als ausreichend.

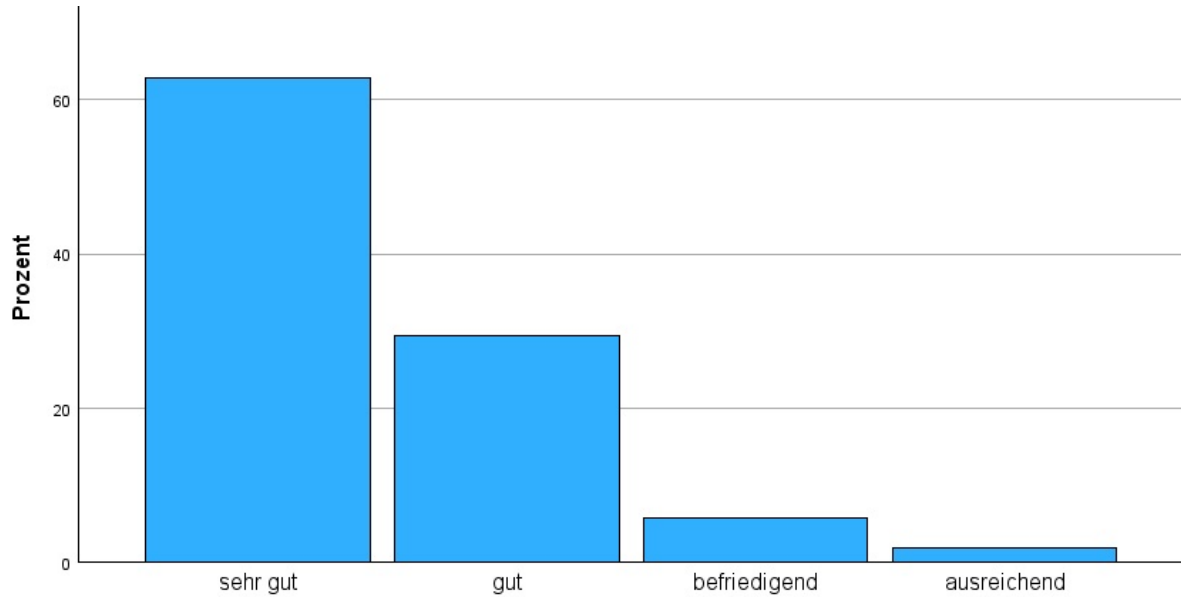


Abbildung 13: Balkendiagramm Benotung der Station "arterielle Punktion"

4.2 Hypothesenorientierte Analyse

Im nachfolgenden Absatz werden die Hypothesen hinsichtlich ihrer Signifikanz überprüft.

4.2.1 Kompetenzerwerb

Nullhypothese 1: Eine praktische Fertigkeit kann nicht über ein Lehrvideo unterrichtet werden.

In folgender Auswertung wurde die Testvariable „Note“ zum Zeitpunkt T1 mit den beiden unabhängigen Randomisierungsgruppen (Expositions- und Kontrollgruppe) analysiert.

Der Mann-Whitney-U-Test zeigt signifikante Unterschiede in der Gesamtpunktzahl zwischen den beiden Gruppen (asymptotische Signifikanz $<0,001$), mit einer hohen Effektstärke ($r=0,735$).

4.2.2 Überprüfung der Nachhaltigkeit des Lernerfolgs

Hypothese 2: Das Lernen einer praktischen Fertigkeit über ein Lehrvideo ist nachhaltig, d.h. die Leistung ist nach einer festgelegten Zeit gleich.

In folgender Auswertung wurde die Testvariable „Note“ zum Zeitpunkt T1 und „Note“ zum Zeitpunkt T2 der Expositionsgruppe analysiert.

Der Wilcoxon-Test zeigt einen nicht signifikanten Unterschied der Note zu den unterschiedlichen Zeitpunkten T1 und T2 ($p = 0,101$). Dabei hatten 15 Probanden die gleiche, 9 Studierende eine schlechtere und 5 eine bessere Note. Die Effektstärke wird mit $r = 0,3$ angegeben. Aus der Tatsache, dass es zu den Zeitpunkten T1 und T2 keinen signifikanten Unterschied in den Leistungen gab, lässt sich vermuten, dass die Leistungen nachhaltig gleichgeblieben sind. Eine direkte Testung der Gleichheit war jedoch mit den vorliegenden Daten nicht möglich.

4.2.3 Vergleich der Studiengruppen zum Zeitpunkt T2

Hypothese 3: Zum Zeitpunkt T2 gleichen sich die Noten der Expositions- und Kontrollgruppe an.

In folgender Auswertung wurde die Testvariable „Note“ zum Zeitpunkt T2 mit den beiden unabhängigen Randomisierungsgruppen (Expositions- und Kontrollgruppe) analysiert.

Der Mann-Whitney-U-Test zeigt einen nicht signifikanten Unterschied in der Gesamtpunktzahl zwischen den beiden Gruppen mit einer asymptotischen Signifikanz 0,013 (größer als das korrigierte Signifikanzniveau von 1,25%) und einer mittleren Effektstärke ($r = 0,32$).

4.2.4 Kompetenzsteigerung in der Selbsteinschätzung

Hypothese 4: Es kommt es bei den Studierenden durch das Skilltraining zu einer Verbesserung der Selbsteinschätzung bezüglich der arteriellen Punktion.

In folgender Auswertung wurde die Selbsteinschätzung der persönlichen Gesamtleistung zum Zeitpunkt T0 mit T2 verglichen.

Der Wilcoxon-Test zeigt einen signifikanten Unterschied der selbsteingeschätzten persönlichen Gesamtleistung in Noten zu den unterschiedlichen Zeitpunkten T0 und T2 ($p < 0,001$). Dabei gaben sich 13 Probanden die gleiche, ein Studierender eine schlechtere und 37 eine bessere Note. Die Effektstärke wird mit $r = 0,747$ angegeben.

5 Diskussion

5.1 Interpretation der Ergebnisse und Beantwortung der Forschungsfragen

Forschungsfrage 1: Kann eine praktische Fertigkeit durch ein Lehrvideo vermittelt werden?

Aus den Daten der Expositionsgruppe zum Zeitpunkt T1 lässt sich schließen, dass durch die Präsentation eines Lehrvideos ein standardisiertes Vorgehen zur arteriellen Punktion vermittelt werden kann. Die Studierenden erlangten zum Großteil sehr gute Ergebnisse. Die Unterschiede in den Ergebnissen zwischen den Gruppen sind signifikant, d.h. nach dem Falsifikationsprinzip kann die Nullhypothese abgelehnt und die Alternativhypothese angenommen werden.

Dies zeigt, dass man praktische Fertigkeiten über ein E-Learning-Format im Sinne des Blended Learnings gut in die medizinische Ausbildung integrieren kann. Dabei kann man die gewonnene Zeit im Kleingruppenunterricht für das praktische Üben der Fähigkeit nutzen. Hier ist zu berücksichtigen, dass die Studie sich auf die Lernsituation am Simulationsarm fokussiert. Weitere Studien sollten die Übertragbarkeit auf die Patientenversorgung überprüfen.

Idealerweise erfolgt die Lehre praktisch medizinischer Fertigkeiten nach dem 4 Step Approach nach Peyton (49):

1. Zeigen (Demonstration der Tätigkeit durch den Ausbildenden)
2. Erklären (Schritt-für-Schritt-Anleitung durch den Ausbildenden)
3. Nachmachen (Praktische Anwendung durch die Lernenden mit Anleitung)
4. Üben (Selbstständige Anwendung und Festigung der Fertigkeit)

Die Studierenden werden so schrittweise an medizinische Prozesse herangeführt, Fehler können frühzeitig korrigiert werden. Durch längere Übungsphasen wird die Sicherheit der Studierenden bezüglich der Fertigkeiten und die Selbstwirksamkeit gestärkt. Dieses Konzept kann auch teilweise in digitale Lernszenarien umgesetzt werden. Das Lehrvideo kann in mehrere Abschnitte aufgeteilt und wichtige Schritte näher erläutert werden. Den Studierenden wird so die Möglichkeit des Wiederholens gegeben. Man kann die Videos so filmen, dass sie mobil auf dem Smartphone abgerufen werden können, dies motiviert zur Weiterbildung (49).

Ein Lehrvideo ersetzt nicht die Anleitung durch medizinisch geschultes Personal am Krankenbett und das Sammeln eigener Erfahrungswerte in der Patientenversorgung. Über ein Lehrvideo erwerben Studierende theoretisches Wissen über praktische Fertigkeiten. Dies ist komplex in die Praxis umzusetzen, was wiederum zeigt, dass Lehrvideos lediglich ein Bestandteil eines komplexen Lernprozesses sind (30). Das theoretische Wissen bleibt

nachhaltiger, wenn es durch praktische Handlungskompetenzen verstärkt wird (50). Durch das Lehrvideo zur arteriellen Punktion kann die Kompetenztiefe, die vom NKLM bezüglich der arteriellen Punktion für PJ-Studierende erreicht werden (22).

Forschungsfrage 2: Ist das Erlernen einer praktischen Fertigkeit mittels Lehrvideo nachhaltig? Bleibt die erbrachte Leistung nach einer festgelegten Zeit konstant?

Um die Nachhaltigkeit von über E-Learning gelernten Fertigkeiten zu überprüfen, wurde die Expositionsgruppe zu einem Kontrolltermin sieben Tage nach dem ersten Termin eingeladen. Dabei schnitten die Studierenden tendenziell schlechter ab, der Unterschied war jedoch nicht statistisch signifikant. Dadurch konnte gezeigt werden, dass der Fortschritt, den die Studierenden durch das Lehrvideo erhalten haben, auch noch nach sieben Tagen besteht. In weiteren Studien wäre zu diskutieren, inwieweit man einen Vorteil aus wiederholtem Ansehen ziehen kann.

Forschungsfrage 3: Kommt es zum Zeitpunkt T2 zu einer Angleichung der beiden Studiengruppen?

Zur Darstellung des Wissensstands am Ende der Einheit wurden die beiden Gruppen zum Zeitpunkt T2 miteinander verglichen, um mögliche Unterschiede aufzuzeigen. Dabei hatte die Kontrollgruppe, die zum zweiten Termin das Lehrvideo gezeigt bekam, bessere Noten als die Expositionsgruppe zum gleichen Zeitpunkt. Die Unterschiede sind statistisch nicht signifikant. Beide Gruppen haben ähnliche Ergebnisse zum Zeitpunkt T2. Die nicht statistisch signifikant besseren Ergebnisse der Kontrollgruppe lassen darauf schließen, dass das Kurzzeitgedächtnis ein zusätzlicher Einflussfaktor ist. Durch eine vorherige, kurzfristige Auseinandersetzung mit der Thematik, kann das Lehrvideo intensiver wahrgenommen werden.

Relevant in diesem Kontext, ist das Konzept des Lernens aus Fehlern, das sogenannte „negative“ Wissen. Dieses beschreibt das Wissen, dass aus Fehlern, Irrtümern oder negativen Erfahrungen erworben wird. Es kann dazu führen, dass künftig Fehler vermieden werden, da sie besser analysiert werden können und dazu motivieren, alternative Herangehensweisen zu finden (51). Dies ist eine mögliche Erklärung dafür, dass die Kontrollgruppe im Durchschnitt zum Zeitpunkt T2 besser abgeschnitten hat als die Expositionsgruppe zum Zeitpunkt T1.

Forschungsfrage 4: Führt das Skilltraining zu einer Verbesserung der Selbsteinschätzung der Studierenden hinsichtlich ihrer Fähigkeiten bei der arteriellen Punktion?

Die Auswertung ergab, dass sich die Studierenden selbst kontinuierlich von einem Zeitpunkt zum nächsten signifikant besser einschätzten. Ob die bessere Selbsteinschätzung mit einer besseren Durchführung korreliert, wäre eine interessante Fragestellung für künftige Studien, da im Rahmen dieser Studie die Fragebögen nicht mit der Bewertung verknüpft wurden.

Im Rahmen der Studie wurde gezeigt, dass Blended Learning eine geeignete Lehrmethode sein kann, um praktische Handlungskompetenzen zu vermitteln. Dies kann durch Bereitstellung von Lehrvideos direkt vor einer Praxiseinheit oder durch Integration in Online-Kurse erfolgen. Diese Kurse bieten den Vorteil, dass neben psychomotorischen Lernzielen auch die theoretischen und affektiven Lernziele besprochen werden könnten. Ein Quiz am Ende des Moduls ermöglicht die Überprüfung theoretischer Lehrinhalte und bietet eine gute Vorbereitung auf Klausuren und Examina. Durch eigenständige Vorbereitung lässt sich das Praktikum effektiver nutzen. Es sollte in Erwägung gezogen werden, ob nicht-ärztliche Tutorinnen und Tutoren durch Lehrvideos geschult werden können, um praktischen Unterricht zu übernehmen und dadurch Lehrpersonal im Rahmen von Ressourcenknappheit und Ärztemangel einzusparen.

Andererseits ist die Bewertung von Medizinstudierenden hinsichtlich ihrer Selbsteinschätzung kritisch zu hinterfragen. Eine Studie aus den Arabischen Emiraten legt nahe, dass sich viele Studierende hinsichtlich ihrer Fähig- und Fertigkeiten überschätzen. Dabei korrelierte die Selbsteinschätzung im Rahmen einer OSCE nur begrenzt mit der objektiven Leistungsmessung. Die Ergebnisse legen nahe, dass eine höhere Selbsteinschätzung nicht mit einem verbesserten Kompetenzniveau zusammenhängt. Man sollte durch gezieltes Training den Studierenden die Fähigkeit der Selbstreflexion beibringen (52). Dies könnte bspw. über Peer-Feedback erreicht werden. Peer-Feedback beschreibt einen Austausch mit Kommilitonen über gleiche oder ähnliche Sachverhalte und kann kritisches Denken sowie das Verständnis für persönliche Stärken und Schwächen fördern (53).

Eine weitere Studie im Rahmen von Prüfungen während der COVID-Pandemie stellte fest, dass weibliche Studentinnen sich häufiger als männliche Studenten unterschätzen (54). Zudem unterschätzen stärkere Studierende ihre Leistung, während schwächere sich häufiger überschätzen. Das „Test enhanced learning“ beschreibt einen Lernansatz, bei dem Prüfungen oder Tests genutzt werden, um Wissen langfristig zu behalten. Die Idee dabei ist, dass Informationen durch regelmäßige Testung besser in das Langzeitgedächtnis transferiert werden. Tests helfen dabei Wissen nicht nur oberflächlich zu kennen, sondern anzuwenden und aktiv zu verarbeiten. Dieses Testen kann auch im Rahmen von Peer-Tests erfolgen, was zusätzlich die Zusammenarbeit fördert. Schlussendlich schneiden Studierende beim zweiten Versuch von Prüfungen signifikant besser ab, als im ersten (55). Das unterstützt die Hypothese, dass Feedback und Wiederholungsmöglichkeiten die Leistung verbessern können (54).

Zusammenfassend kann man feststellen, dass Selbstbewertung zur abschließenden Bewertung als auch zur Lernunterstützung genutzt werden kann und sollte. Allerdings erfordert

eine effektive Selbstbewertung Aufsicht und kontinuierliche Unterstützung. Selbsteinschätzung allein reicht nicht aus, um tatsächliche Fähigkeiten und Leistungen genau zu bestimmen. Hier sind weitere Studien erforderlich, um diese Zusammenhänge zu untersuchen (56).

5.2 Analyse der Stärken und Schwächen

5.2.1 Aufwand vs. Nutzen

Die komplette Betrachtung des Lehrvideos betrug ca. 10 min. Vorbereitung und Dreh nahmen etwa vier Stunden in Anspruch und es waren drei Personen erforderlich, um das Video aufzuzeichnen. Der Kostenaufwand betrug 1.141,21 € für den Skilltrainer, 41,41€ für ein Liter Kunstblut sowie 357€ für die Ersatzhaut mit drei Ersatzarterien. Eine Station bei MINERVA ist mit 45 min geplant. Falls die Studierenden von zuhause Zugang zum Video erhalten, könnte die gesamte Präsenzzeit für das praktische Üben genutzt werden. Kleingruppenunterricht erfordert viel Personal, da die Gruppengröße auf 4 Studierende pro Dozierenden begrenzt ist. Im Vergleich dazu benötigt eine Vorlesung in derselben Zeit nur einen Dozierenden für etwa 150 Studierende. Allerdings sind Vorlesungen für die Vermittlung von psychomotorischen Lernzielen eher ungeeignet. Vorlesungen, die digital aufgezeichnet den Studierenden bspw. über Moodle zur Verfügung gestellt werden und die kognitiven Lernziele zur Veranstaltung abdecken, eignen sich gut als Vorbereitung für den Kurs. Die Vorlesungen müssten nicht jedes Semester aktualisiert werden, falls sich die Inhalte nicht gravierend ändern, sodass auch hier Kosten und Zeit gespart werden können.

Eine Analyse der Uniklinik Hamburg Eppendorf bezüglich der methodischen Evidenz beim Lernen von praktischen Fertigkeiten im Medizinstudium konnte feststellen, dass es durchaus einen Unterschied macht, wer praktische Fertigkeiten unterrichtet. Dabei können praktische Basisfertigkeiten gleichwertig von geschulten Peers oder nicht-ärztlichem Personal unterrichtet werden wie von ärztlichem Personal (57). Strukturiertes Fertigkeitstraining war in der Analyse immer effektiver als unstrukturierte Lernansätze (Famulaturen oder unstrukturierter Unterricht am Krankenbett). Beispielsweise war das Auskultieren von pathologischen Herzgeräuschen über eine CD (Low-Fidelity-Simulation) genauso erfolgreich wie über einen High-Fidelity Simulator, der wesentlich teurer in der Anschaffung und Instandhaltung ist. Selbststudium in Kombination mit Feedback und praktischen Übungen scheint die ideale Lernsituation für Studierende dar. Aufgrund der Heterogenität der Methoden sind klare Empfehlungen nur erschwert zu treffen (55).

E-Learning darf als Blended-Learning Angebot im Rahmen der aktuellen Studienordnung ergänzend zu herkömmlichen Vorlesungen angeboten werden. Dabei soll es der Vor- und Nachbereitung von Präsenzveranstaltungen dienen (58). Diese Studie verdeutlicht, dass es möglich ist, mit geringem Personal- und Kostenaufwand ein kurzes Lehrvideo zu erstellen und den Studierenden zur Verfügung zu stellen. Das Hauptziel besteht dabei, eine verbesserte praktische Ausbildung für angehende Mediziner zu ermöglichen. Zusätzlich konnte die Studie auch zeigen, dass die Studierenden Simulationstraining in der medizinischen Ausbildung

schätzen und als sinnvoll erachten, insbesondere während pandemiebedingten Phasen mit vorwiegend digitalem Unterricht (59). Daher sollten Blended-Learning Angebote fest in die Studienordnung integriert und gefördert werden (60), da positive Auswirkungen auf die Lernergebnisse der Studierenden beschrieben werden.

5.2.2 Diskussion der Methoden

Es hätte in Betracht gezogen werden können, Teilnehmende von der Studie auszuschließen, die bereits zuvor an einem Simulationstraining zur arteriellen Punktion teilgenommen haben oder bereits Erfahrung mit arteriellen Punktionen sowohl am Patienten als auch an einem Simulator haben, um einen Auswahlbias auszuschließen. In Bezug auf die Kohorte hätten nicht nur die Studierenden, die ihr PJ an der Universitätsmedizin Mainz absolvieren, sondern auch alle PJ-Studierenden aus den akademischen Lehrkrankenhäusern der JGU miteingeschlossen werden können, um die Kohorte zu vergrößern. Mit einer größeren Kohorte wäre es möglich gewesen Subgruppenanalysen anhand der Vorerfahrung sowie Berufserfahrung vorzunehmen.

Es ist nicht auszuschließen, dass die Studierenden im Laufe der Studie bereits weitere Erfahrungen mit der arteriellen Punktion gemacht haben und so zum zweiten Termin besser vorbereitet waren als andere Teilnehmer.

Da die Evaluation retrospektiv nach dem zweiten Termin durchgeführt wurde, ist es möglich, dass die Ergebnisse der Selbstbewertung nicht vollständig korrekt erfasst wurden. Es besteht das Risiko einer Verzerrung aufgrund der Erwartungshaltung bezüglich des eigenen Lernerfolgs oder aufgrund von fehlerhaften Erinnerungen, da die Studierenden sich erst nach dem zweiten Termin selbst einschätzten. Es wurde sich aber bewusst für dieses Design („Post-then-Pre“-Design) entschieden, da so nur Studierende untersucht wurden, die auch an beiden Terminen teilgenommen hatten. Das „Post-then-Pre“-Design ist eine Forschungsmethode, bei der erst Daten nach der Intervention gesammelt werden und dann retrospektiv mit den Daten vor der Intervention verglichen werden. Die Wahrscheinlichkeit der Response-Shift-Bias wird damit reduziert. Veränderungen, die durch die Intervention (in diesem Fall Skilltraining/Video) hervorgerufen wurden können so besser erfasst werden (61).

Ein weiterer Vorteil bestand darin, dass die Studierenden so den Fragebogen nur zu einem Zeitpunkt direkt vor Ort ausfüllen konnten. Dies führte vermutlich zu einer höheren Anzahl an Teilnehmenden. Den Studierenden wurde der Fragebogen über Microsoft Forms[®] online zur Verfügung gestellt. Dafür war ein internetfähiges Handy mit der Möglichkeit des Scannens eines QR-Codes erforderlich. Die Datenerhebung wurde dadurch vereinfacht und weniger fehleranfällig.

Weiterhin wäre es interessant, eine Untersuchung zum Kompetenzerwerb durch das E-Learning im Vergleich zu Präsenzunterricht mit Anleitung durch einen Dozierenden zu planen. Damit hätte man die Validität der verschiedenen Lehrformate überprüfen können. Weiter müsste man die Übertragbarkeit des Gelernten auf die Anwendung am Patienten testen. Um die Station in einer OSCE zu prüfen, könnte man die Punktion in ein Szenario integrieren und so die möglichen affektiven Lernziele überprüfen.

Da der Bewertungsbogen auf der SOP der Klinik für Anästhesiologie der Universitätsmedizin Mainz basiert, ist er ausschließlich für die interne Verwendung vorgesehen und kann von den Vorgehensweisen in anderen Kliniken abweichen. Eine externe Validierung des Bewertungsbogen wurde nicht durchgeführt.

Ein bedeutender Nachteil der Studie liegt in der Verwendung des Punktionsarms. Bei mehrfacher Punktion an derselben Hautstelle kann ein Studierender schneller erkennen, wo punktiert werden muss. Aus Kostengründen konnte jedoch nicht für jeden Teilnehmenden das Übungsmaterial an der Punktionsstelle erneuert werden. Da bei der Bewertung vor allem die Vorbereitung, das Handling mit der Punktionsnadel, die Fixierung und der Anschluss eines Druckmesssystems im Vordergrund standen, entschieden wir uns dafür, die Simulator-Haut spätestens nach 30 Punktionen zu wechseln.

5.2.3 Videoanalyse

Im Rahmen dieser Studie wurde die Leistung der Studierenden während der Stimulation aufgezeichnet, um sie anhand des vorher erstellten Fragebogens zu analysieren. Die Videos wurden im Anschluss an das Training beurteilt. Diese Methode bietet dem Beurteilenden zeitliche und örtliche Flexibilität. Der Beobachtende hat die Möglichkeit, das Video mehrfach anzusehen und anderen Personen die Überprüfung der Bewertung zu ermöglichen. Die Studierenden vor Ort erhielten nach dem zweiten Termin ein Feedback von der anwesenden Tutorin. Die Herausforderung einer solchen Videoanalyse liegt vor allem in den Werkzeugen zur Beurteilung der Fähigkeiten (62), also den Beurteilungsbögen sowie den Kompetenzen der Beurteilenden.

Dies lässt sich weiter ausweiten auf die Möglichkeit von Take-Home-OSCEs. Kötter et al. untersuchten 2022, ob sich dies umsetzen lässt. Die Studierenden wurden gebeten, Videos von sich selbst bei allgemeinmedizinischen Beratungs- und Konsultationssimulationen aufzunehmen und die erforderlichen Untersuchungsschritte zu erläutern und demonstrieren. Diese wurden dann über Moodle, datenschutzkonform über die Server der Universität, den Beurteilenden zur Verfügung gestellt. Es bestand die Möglichkeit eines Feedbacks, dies wurde allerdings nur von 12% der Studierenden genutzt. Die durchschnittliche Note lag bei 1,39, wobei die Bewertung der Studierenden besser ausfiel als bei vorherigen OSCE-Prüfungen. Die Lehrenden bewerteten die Möglichkeit der Video OSCE als positiv, während die Studierenden gemischte Meinungen hatten, jedoch insgesamt positiv überrascht von dieser Prüfungsform waren. Dieses Vorgehen kann eine Möglichkeit bieten, praktische Szenarien zu schulen oder Feedback zu geben, insbesondere vor dem Hintergrund des Fachkräftemangels und Forderung nach einer Erhöhung der Studienplätze (63).

5.3 Implikationen und Anwendungen

Um praktisches Lernen in den Alltag der Medizinstudierenden zu integrieren, empfiehlt es sich, bereits vor dem PJ mit Blended-Learning Modulen zu beginnen. Nach dem Konzept des „Z-Curriculums“(64) sollte die praktische Ausbildung bereits zu Beginn des Medizinstudiums, idealerweise ab dem ersten Semester beginnen und regelmäßig wiederholt werden. Digitale Inhalte können den Studierenden semesterübergreifend zur Verfügung gestellt und im Rahmen von curricularen und fakultativen Kursen überprüft werden. Dafür bieten sich sowohl ärztlich als auch studentisch geleitete Skills Labs an, die durch geschulte Tutoren praktische Fertigkeiten anhand von standardisierten Lehrmethoden vermitteln (65). Dies lässt sich auf viele Fachbereiche ausweiten und umfasst sowohl psychomotorische als auch kognitive und affektive Lernziele. Dafür gab es im Rahmen der COVID-Pandemie viele erfolgreiche Studien und Beispiele (59, 66-69).

Dass das digitale Lernen für Medizinstudierende äußerst attraktiv ist, zeigen nicht nur Studien, sondern auch die Verwendung der kommerziellen Lernplattform „Amboss“. Diese nutzen über 90% der Studierenden, um sich auf den zweiten Abschnitt der ärztlichen Prüfung vorzubereiten (70).

5.4 Offene Fragen und zukünftige Forschung

Der nächste Schritt hinsichtlich der Integration von Lehrvideos in die medizinische Ausbildung ist der Transfer in die Klinik. Hierdurch sollten die Konzepte dieser Studie in eine klinische Studie übertragen werden.

Es gibt bereits aussagekräftige Analysen, die die Bedeutung des Simulationstrainings in der medizinischen Aus- und Weiterbildung hinsichtlich der Sicherheit der Patientenversorgung bei Notfällen betonen (71, 72). Eine weitere Studie legt nahe, dass im Simulationstraining erlernte praktische und organisatorische Fähigkeiten bei Patienten im septischen Schock sicher bei realen Patienten angewendet werden konnten (73).

Simulationstraining kann nicht die klinische Erfahrung aus der realen Patientenversorgung ersetzen, sondern dient als Vorbereitung und Ergänzung. Es steigert die Handlungskompetenz des medizinischen Fachpersonals, ermöglicht interprofessionelles und interdisziplinäres Lernen und schafft eine sichere und ruhige Lernatmosphäre.

5.4.1 Debriefing

Debriefing beschreibt in der medizinischen Lehre einen Prozess der Reflektion nach Lerneinheiten wie bspw. Simulationstraining. Die Lernenden können rückblickend ihr Verhalten analysieren, konstruktives Feedback erhalten sowie überprüfen, ob die gewählten Lernziele erreicht worden sind. Aktives Debriefing fördert aus pädagogischer Hinsicht reflektiertes Lernen, angemessenes Kritisieren, Teamarbeit und Umgang mit Fehlern (74). Ein Beispiel dafür sind die Morbidity & Mortality Konferenzen (75). Debriefing ist ein fester Bestandteil des Lernprozesses bei Simulationstraining. Es kann zu verschiedenen Zeitpunkten stattfinden, sei es nach (postevent) oder während (withinevent) der Simulation. Es kann vom Moderator oder den Studierenden geleitet werden. Dabei existieren teilweise festgelegte Prozesselemente und verschiedenste Techniken ein Debriefing Gespräch zu führen (76). Bei dieser Studie wurde auf ein ausführliches Debriefing aufgrund des straffen Zeitplans verzichtet. Die Studierenden erhielten abschließend ein kurzes Feedback und Verbesserungsvorschläge nach Wunsch. In weiteren Studien könnte man überprüfen, inwieweit sich ein strukturiertes Debriefing Gespräch nach der Simulation auf die Leistung der Studierenden auswirkt. Dafür könnte man auch die aufgezeichneten Videos nutzen und sowohl von Lehrenden als auch von den Lernenden analysieren lassen. In diesem Zusammenhang lässt sich erforschen, welche Debriefing-Methoden für welchen Kontext geeignet und wie sich diese in die klinische Praxis integrieren und übertragen lassen.

6 Zusammenfassung

Im Verlauf des Medizinstudiums müssen Studierende neben theoretischem Wissen auch affektive und psychomotorische Kompetenzen erlernen und vertiefen. Diese Fähigkeiten, wie beispielsweise körperliche Untersuchungstechniken und kommunikative Handlungskompetenzen, werden häufig erst am Patienten gelernt. Dabei sind diese Kompetenzen nicht nur für die verschiedenen Ausbildungsabschnitte im Studium essenziell, sondern für das tägliche ärztliche Handeln unverzichtbar. Wie es gelingen kann, praktische Fertigkeiten mit einem Blended-Learning-Modul zu vermitteln, wurde mit dieser Arbeit untersucht.

Die vorliegende Studie zeigt, dass Studierende durch den Einsatz von einem Lehrvideo zur arteriellen Punktion eine standardisierte Vorgehensweise erlernen und ihre Selbsteinschätzung bezüglich der Fertigkeit signifikant verbessern können. Im Rahmen von Blended-Learning können Lehrvideos die Effizienz der Lehre erhöhen und so mehr Zeit für praktisches Üben am Skilltrainer ermöglichen. Der Personalbedarf im Studierendenunterricht kann hierdurch ebenfalls reduziert werden.

Die Nachhaltigkeit des Lernens mit Lehrvideos konnte nachgewiesen werden, da die Leistung der Studierenden über einen festgelegten Zeitraum stabil blieb, wenn auch nicht signifikant. Die Methode erweist sich als vielversprechend, auch wenn das Erlernen praktischer Fertigkeiten nicht allein durch Videos erfolgen kann. Dennoch muss man methodische Einschränkungen bedenken, wie die ggf. hohen Kosten für Simulatoren und deren Verbrauchsmaterial, sowie die begrenzte Berücksichtigung von Vorerfahrungen der Studierenden.

Die Studie weist auch darauf hin, dass die Selbsteinschätzung der Studierenden nicht immer mit ihrer tatsächlichen Leistung korreliert und daher genauer untersucht werden sollte. Zusammenfassend ist Blended-Learning eine ressourcenschonende und effektive Lehrmethode, um auch praktische Fertigkeiten zu vermitteln. Dafür muss sichergestellt werden, dass alle Studierende rechtzeitig Zugang zu den online verfügbaren Materialien haben, über die technischen Mittel zur Nutzung der digitalen Mittel verfügen und dass dieser Zeitaufwand mit dem Stundenplan der Studierenden vereinbar ist.

Die Studierenden fühlten sich nach dem Absolvieren der MINERVA-Station „Arterielle Punktion“ sicher in der Vorbereitung, Durchführung und im Umgang mit arteriellen Zugängen am Modell (22).

7 Literaturverzeichnis

1. Panopto. 75 Studien zeigen die positiven Auswirkungen der Vorlesungsaufzeichnung 2020 [cited 2025. Available from: https://www.panopto.com/de/blog/75-studies-reveal-the-impact-of-lecture-capture/?utm_source=chatgpt.com].
2. Mohi A, Gniesmer S, Ranjbar M, Kakkassery V, Grisanti S, Neppert B, et al. [Digital teaching 2020: students assess attention during an online lecture as equivalent to a face-to-face lecture]. *Ophthalmologe*. 2021;118(7):652-8.
3. Hunck S, Engelhard K, Mildenerger P, Kurz S. [Chances and challenges of increasing digitalization of teaching in the discipline anesthesiology from the perspective of students]. *Anaesthesiologie*. 2022;71(9):689-96.
4. Kastl P, Stöckl A, Struck O. Bedingungsfaktoren eines erfolgreichen Blended Learnings. In: Mrohs L, Franz J, Herrmann D, Lindner K, Staake T, editors. *Digitale Kulturen der Lehre entwickeln: Rahmenbedingungen, Konzepte und Werkzeuge*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2023. p. 9-28.
5. Valgimigli M, Campo G, Penzo C, Tebaldi M, Biscaglia S, Ferrari R. Transradial coronary catheterization and intervention across the whole spectrum of Allen test results. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(18):1833-41.
6. Meidert AS, Nold JS, Hornung R, Paulus AC, Zwißler B, Czerner S. The impact of continuous non-invasive arterial blood pressure monitoring on blood pressure stability during general anaesthesia in orthopaedic patients: A randomised trial. *Eur J Anaesthesiol*. 2017;34(11):716-22.
7. Bickenbach J, Marx G. [Point-of-Care-Monitoring: Blood gas analysis]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2010;45(11-12):722-30.
8. Buhre W, Rossaint R. Perioperative management and monitoring in anaesthesia. *Lancet*. 2003;362(9398):1839-46.
9. Er F, Erdmann E. [Arterial line placement]. *Dtsch Med Wochenschr*. 2008;133(31-32):1641-3.
10. Scheer B, Perel A, Pfeiffer UJ. Clinical review: complications and risk factors of peripheral arterial catheters used for haemodynamic monitoring in anaesthesia and intensive care medicine. *Crit Care*. 2002;6(3):199-204.
11. Schulz J, Scholler A, Frank P, Scheinichen D, Flentje M, Eismann H, et al. [Complications and success rates of subclavian vein catheterization depending on experience]. *Anaesthesist*. 2021;70(4):291-7.
12. Donner-Banzhoff N. Der Pseudo-Fehler in der Medizin — paradoxe Gefährdungen für Patienten. *Zeitschrift für Allgemeinmedizin*. 2014;90(5):200-6.
13. Intensivmedizin DGfAu. S1 - Leitlinie Intraoperative klinische Anwendung von hämodynamischem Monitoring bei nichtkardiologischen Patient:innen. 2023.
14. Jungbauer J, Kamenik C, Alfermann D, Brähler E. Wie bewerten angehende Ärzte rückblickend ihr Medizinstudium? Ergebnisse einer Absolventenbefragung. *Gesundheitswesen*. 2004;29(01):51-6.
15. Hartmannbund. Dr. Med. – Heilen ohne Hut? – Umfrage zu Prüfungen und Prüfungsformate im Medizinstudium 2017 [Available from: https://www.hartmannbund.de/wp-content/uploads/2019/08/2017-08-15_Hartmannbund_Umfrage_Pruefungsfragen.pdf].
16. Bundesärztekammer. Ärztestatistik zum 31.12.2023. 2023.
17. Burg G, French LE. [The age of Gutenberg is over: a consideration of medical education--past, present and future]. *Hautarzt*. 2012;63 Suppl 1:38-44.
18. Wigger C. Auswirkungen von Blended-Learning auf Studierende und Hochschulen: eine Felduntersuchung: Shaker; 2013.
19. Friedrich-Haßauer J. Effizienz und Effektivität von Blended-Learning-Lernverfahren in der beruflichen Weiterbildung: Springer Gabler Wiesbaden; 09 August 2023.
20. Neue Version des Nationalen Kompetenzbasierten Lernzielkatalogs Medizin veröffentlicht *Ärztblatt*2021 [Available from: <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/123426/Neue-Version-des-Nationalen-Kompetenzbasierten-Lernzielkatalogs-Medizin-veroeffentlicht>].
21. Fabry G. *Medizindidaktik*: Hogrefe; 2022.

22. LOOOP Unimedizin Mainz; NKLM; Klinisch Praktische Fähigkeiten [cited 2023. Available from: <https://loop-igu.charite.de/zend/catalogue/coverage/studiengang/Medizin/zeitsemester/Aktuelles%20Semester/catalogueType/1/catalogue/1/cataloguePart/80/catbereich/80700>.
23. MFT AN-Id. Struktur des NKLM 2.0 – Teil 2
- Eingrenzung der Inhalte: LOOOP-Projekt der Charité – Universitätsmedizin Berlin; 2021 [Available from: https://medizinische-fakultaeten.de/wp-content/uploads/2021/08/NKLM-Struktur-30_07_21-Teil-2.pdf?utm_source=chatgpt.com.
24. Berlin LC. [Available from: https://loop.charite.de/loop_fuer_studiendekanate/?utm_source=chatgpt.com.
25. Balzer F, Hautz WE, Spies C, Bietenbeck A, Dittmar M, Sugiharto F, et al. Development and alignment of undergraduate medical curricula in a web-based, dynamic Learning Opportunities, Objectives and Outcome Platform (LOOOP). *Med Teach*. 2016;38(4):369-77.
26. Wannemacher K, Jungermann, I. Scholz, J., Tercanli, H. & Villiez, A. Digitale Lernszenarien im Hochschulbereich. Berlin: Hochschulforum Digitalisierung. 2016;Arbeitspapier Nr. 15.
27. Christensen CM HM, Staker H. . Is K-12 Blended Learning Disruptive? An introduction to the theory of hybrids. : The Clayton Christensen Institute.; 2013 [updated 05.2013. Available from: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED566878.pdf>.
28. Nicholson P. A History of E-Learning. In: Fernández-Manjón B, Sánchez-Pérez JM, Gómez-Pulido JA, Vega-Rodríguez MA, Bravo-Rodríguez J, editors. *Computers and Education: E-Learning, From Theory to Practice*. Dordrecht: Springer Netherlands; 2007. p. 1-11.
29. E-Learning an der JGU 2023 [updated 17.06.2021. Available from: <https://www.elearning.uni-mainz.de/e-learning-plattformen/>.
30. Stieglitz V, Buggenhagen H, Strelow KU, Schmidtman I, Skala C, Kurz S. Action competence in obstetric emergencies-can this be achieved via e-learning? Interprofessional blended learning module on diagnostics and emergency treatment of shoulder dystocia. *BMC Med Educ*. 2023;23(1):350.
31. Gavali MY, Khismatrao DS, Gavali YV, Patil KB. Smartphone, the New Learning Aid amongst Medical Students. *J Clin Diagn Res*. 2017;11(5):Jc05-jc8.
32. Surov A, March C, Pech M. [Curricular teaching during the COVID-19-pandemic : Evaluation of an online-based teaching concept]. *Radiologe*. 2021;61(3):300-6.
33. Rieger UM, Pierer K, Farhadi J, Lehmann T, Röers B, Pierer G. [Effective acquisition of basic surgical techniques through blended learning]. *Chirurg*. 2009;80(6):537-43.
34. Lew EK. Creating a contemporary clerkship curriculum: the flipped classroom model in emergency medicine. *Int J Emerg Med*. 2016;9(1):25.
35. Offiah G, Ekpotu LP, Murphy S, Kane D, Gordon A, O'Sullivan M, et al. Evaluation of medical student retention of clinical skills following simulation training. *BMC Med Educ*. 2019;19(1):263.
36. Sarmah P, Voss J, Ho A, Veneziano D, Somani B. Low vs. high fidelity: the importance of 'realism' in the simulation of a stone treatment procedure. *Curr Opin Urol*. 2017;27(4):316-22.
37. von der Heyden M, Meissner K. Simulation in preclinical emergency medicine. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2015;29(1):61-8.
38. Massoth C, Röder H, Ohlenburg H, Hessler M, Zarbock A, Pöpping DM, et al. High-fidelity is not superior to low-fidelity simulation but leads to overconfidence in medical students. *BMC Med Educ*. 2019;19(1):29.
39. Matsumoto ED. Low-fidelity ureteroscopy models. *J Endourol*. 2007;21(3):248-51.
40. Hanke LI, Wachter N, Boedecker C, Penzkofer L, Koch M, Dietz SO, et al. [Surgical Education of Medical Students in Times of COVID-19 - Necessary Adjustments are Chances for the Future]. *Zentralbl Chir*. 2021;146(6):586-96.
41. Michels G, Bauersachs J, Böttiger BW, Busch HJ, Dirks B, Frey N, et al. [Guidelines of the European Resuscitation Council (ERC) on cardiopulmonary resuscitation 2021: update and comments]. *Anaesthesist*. 2022;71(2):129-40.

42. Sterz J, Tückmantel PR, Bepler L, Stefanescu MC, Gramlich Y, Flinspach A, et al. [Development and validation of a checklist for evaluating videos for learning resuscitation measures]. *Med Klin Intensivmed Notfmed*. 2022;117(7):525-30.
43. myScience. Universitätsmedizin Mainz gewinnt Preis bei Exzellenzwettbewerb Studium und Lehre Rheinland-Pfalz 2010 [14.06.2023]. Available from: https://www.myscience.de/en/news/wire/universitaetsmedizin_mainz_gewinnt_preis_bei_exzellenzwettbewerb_studium_und_lehre_rheinland_pfalz-2010-uni-mainz.
44. Simon LJ, Chinchilli VM. A matched crossover design for clinical trials. *Contemp Clin Trials*. 2007;28(5):638-46.
45. Hengesbach S. Checkliste: Medical Skills: Thieme.
46. Rolf Rossaint CW, Bernhard Zwißler. *Die Anästhesiologie*. Berlin: Springer; 2019.
47. Oriot D, Darrieux E, Boureau-Voultoury A, Ragot S, Scépi M. Validation of a performance assessment scale for simulated intraosseous access. *Simul Healthc*. 2012;7(3):171-5.
48. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention RKI. [Public health requirements in punctures and injections]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2011;54(9):1135-44.
49. Giacomino K, Caliesch R, Sattelmayer KM. The effectiveness of the Peyton's 4-step teaching approach on skill acquisition of procedures in health professions education: A systematic review and meta-analysis with integrated meta-regression. *PeerJ*. 2020;8:e10129.
50. Alphonso A, Pathy S, Bruno C, Boeras C, Emerson B, Crabtree J, et al. Shoulder Dystocia and Neonatal Resuscitation: An Integrated Obstetrics and Neonatology Simulation Case for Medical Students. *MedEdPORTAL*. 2017;13:10594.
51. Oser FS, Maria Lernen Ist Schmerzhaft: Zur Theorie Des Negativen Wissens Und Zur Praxis Der Fehlerkultur: Beltz; 2005.
52. Koornneef E, Loney T, Alsuwaidi A, Paulo M. Is there a difference between self-perceived performance and observed performance in an Objective Structured Clinical Examination (OSCE)? An exploratory study among medical students in the United Arab Emirates [version 1]. *MedEdPublish*. 2018;7(180).
53. Rosenthal MA, Sharpe BA, Haber LA. Using Peer Feedback to Promote Clinical Excellence in Hospital Medicine. *J Gen Intern Med*. 2020;35(12):3644-9.
54. Lavallard V, Cerutti B, AudÉtat-Voirol M, Broers B, Sader J, Galetto-Lacour A, et al. Formative assessments during COVID-19 pandemic: an observational study on performance and experiences of medical students [version 1; peer review: 1 approved with reservations]. *MedEdPublish*. 2023;13(7).
55. Brame CJ, Biel R. Test-enhanced learning: the potential for testing to promote greater learning in undergraduate science courses. *CBE Life Sci Educ*. 2015;14(2):14:es4.
56. Andrade HL. A Critical Review of Research on Student Self-Assessment. *Frontiers in Education*. 2019;4.
57. Vogel D, Harendza S. Basic practical skills teaching and learning in undergraduate medical education - a review on methodological evidence. *GMS J Med Educ*. 2016;33(4):Doc64.
58. Mainz JG-U. Studienordnung für den Studiengang Humanmedizin an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz. 18. Juli 2011.
59. Wiedenmann C, Wacker K, Böhringer D, Maier P, Reinhard T. [Online examination course instead of classroom teaching: adaptation of medical student teaching during the COVID-19 pandemic]. *Ophthalmologe*. 2022;119(Suppl 1):11-8.
60. Fabry G. Warum Hochschuldidaktik? Die Perspektive der Humanmedizin. *ZDRW Zeitschrift für Didaktik der Rechtswissenschaft*. 2016;3(2):136-51.
61. Geldhof GJ, Warner DA, Finders JK, Thogmartin AA, Clark A, Longway KA. Revisiting the utility of retrospective pre-post designs: The need for mixed-method pilot data. *Eval Program Plann*. 2018;70:83-9.
62. Hogle NJ, Liu Y, Ogden RT, Fowler DL. Evaluation of surgical fellows' laparoscopic performance using Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills (GOALS). *Surg Endosc*. 2014;28(4):1284-90.

-
63. Kötter T, Steinhäuser J. [Experiences with Video-Based Assessment under Pandemic-Related Contact Restrictions]. ZFA (Stuttgart). 2022;98(11):386-9.
64. Fröhlich S, Obertacke U, Rüsseler M, Walcher F, Seemann R. [Not Available]. Z Orthop Unfall. 2023;161(2):121-6.
65. Piatek S, Altmann S, Haß HJ, Werwick K, Winkler-Stuck K, Zardo P, et al. [Chances and Potential of a Modern Surgical Skills Lab as Substantial Practical Part of the Study of Human Medicine - "The Magdeburg Model"]. Zentralbl Chir. 2017;142(1):54-60.
66. Straub BK, Gerber TS, Buggenhagen H, Jäger B, Sommer C, Roth W. [Digital teaching in pathology: experiences from Mainz]. Pathologe. 2021;42(Suppl 2):142-8.
67. Krauss F, Giesler M, Offergeld C. [On the effectiveness of digital teaching of practical skills in curricular ENT education]. Hno. 2022;70(4):287-94.
68. Peters M, Jürgensen A. [Examination in times of Corona: A cross-sectional study on the use of digital media and the implementation of examinations in nursing education]. Pflege. 2022;35(3):189-97.
69. Hempel G, Weissenbacher A, Stehr SN. [COVID-19: a chance for digitalization of teaching? : Report of experiences and results of a survey on digitalized teaching in the fields of anesthesiology, intensive care, emergency, pain and palliative medicine at the University of Leipzig]. Anaesthesist. 2022;71(5):340-9.
70. AMBOSS bleibt das mit Abstand meistgenutzte Lernprogramm für Medizinstudenten 2014 [14.06.2023]. Available from: <https://www.amboss.com/de/presse/amboss-bleibt-das-mit-abstand-meistgenutzte-lernprogramm-fuer-medizinstudenten-ueber-90-der-zukuenftigen-aerzte-bereiteten-sich-mit-amboss-auf-das-2-staatsexamen-im-herbst-2014-vor#:~:text=%C3%9Cber%20MIAMED&text=Mittlerweile%20wird%20AMBOSS%20von%20%C3%BCber%2050.000%20Medizinstudenten%20und%20%C3%84rzten%20genutzt>.
71. Trentzsch H, Urban B, Sandmeyer B, Hammer T, Strohm PC, Lazarovici M. Verbessern simulatorbasierte Teamtrainings die Patientensicherheit? Der Unfallchirurg. 2013;116(10):900-8.
72. Baschnegger H, Meyer O, Zech A, Urban B, Rall M, Breuer G, et al. [Full-scale simulation in German medical schools and anesthesia residency programs : Status quo]. Anaesthesist. 2017;66(1):11-20.
73. Cheng A, Palaganas J, Eppich W, Rudolph J, Robinson T, Grant V. Co-debriefing for Simulation-based Education: A Primer for Facilitators. Simulation in Healthcare. 2015;10(2):69-75.
74. Abulebda K, Auerbach M, Limaiem F. Debriefing Techniques Utilized in Medical Simulation. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing
- Copyright © 2024, StatPearls Publishing LLC.; 2024.
75. Saeger HD, Konopke R. [Impact of morbidity and mortality conferences (M & M) on continuing surgical education]. Zentralbl Chir. 2012;137(2):155-9.
76. Sawyer T, Eppich W, Brett-Fleegler M, Grant V, Cheng A. More Than One Way to Debrief: A Critical Review of Healthcare Simulation Debriefing Methods. Simulation in Healthcare. 2016;11(3):209-17.

8 Anhang

8.1 Bewertungsbogen

| Minerva | Bewertungsbogen |
|----------------------------------------------|-----------------|
| 1. Allen Test | |
| Nicht durchgeführt | 0 |
| durchgeführt | 1 |
| 2. Lagerung | |
| unangemessen | 0 |
| Unterlage, Außenrotation, Dorsalextension | 1 |
| 3. Auffinden der Punktionsstelle (Palpation) | |
| nicht korrekt | 0 |
| korrekt | 1 |
| 4. Händedesinfektion | |
| Nicht durchgeführt | 0 |
| Hände desinfiziert | 1 |
| 5. Handschuhe | |
| keine | 0 |
| Handschuhe benutzt | 1 |
| 6. Punktionsstelle desinfiziert | |
| Nicht benutzt | 0 |
| Punktionsstelle desinfiziert | 1 |
| 7. Lokalanästhesie | |
| Keine benutzt (wacher Patient) | 0 |
| Lokalanästhesie durchgeführt | 1 |
| 8. Punktion: Winkel | |
| Nicht korrekt | 0 |
| Im 30°-60° Winkel nach proximal | 1 |
| 9. Punktion: Nadelschliff | |
| Nicht korrekt | 0 |
| Nach oben zeigend | 1 |

Minerva

Bewertungsbogen

10. Vorschieben der Kanüle

| | |
|------------------------------------------------------------|---|
| Nadel nicht zurückgezogen, Kanüle wurde nicht vorgeschoben | 0 |
| Nadel zurückziehen, Kanüle soweit es geht vorgeschoben | 1 |

11. Fixierung und Anbringen Druckmesssystem

| | |
|-----------------------------------------------------------------|---|
| Nicht durchgeführt | 0 |
| Pflaster korrekt benutzt, Druckmesssystem korrekt implementiert | 1 |

12. Versuche

| | |
|---|---|
| 3 | 1 |
| 2 | 2 |
| 1 | 3 |

8.2 Einstiegsfragebogen

1. Geschlecht *

weiblich

männlich

divers

2. Haben Sie bereits einen der folgenden Berufe gelernt? *

Rettungs-/Notfallsanitäter

Krankenpflege

Physiotherapie

Anästhesiepflege

OP-Pflege

sonstiges

keine Vorausbildung

3. Wie alt sind Sie aktuell (bitte in Zahlen angeben, z.B. 26) *


Ihre Antwort eingeben

4. Wie lautet Ihr Teilnehmercode (Nummer auf dem ReTest Zettel)? *

Ihre Antwort eingeben

5. Vorerfahrung bei der Punktion von Arterien/Venen (Anzahl Punktionen) * 

| | 0 | 1 | 1-3 | 3-5 | >5 |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Ich habe bereits arterielle Punktionen durchgeführt | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Ich habe zugesehen, wie arterielle Punktionen durchgeführt wurden | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Ich habe bereits zuvor an einem arteriellen Punktionsarm geübt (Simulation) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Ich habe bereits venöse Zugänge gelegt | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

6. Wie sicher fühlen Sie sich im Umgang mit Punktionen am Patienten (arterielles Messsystem und "Braunüle")? * 

| | sehr unsicher | unsicher | ok | sicher | sehr sicher |
|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Arterie | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Vene | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

8.3 Evaluationsbogen

1. Wie sinnvoll halten Sie das Üben der Funktionen an Simulatoren? *



2. Wie schätzen Sie ihre Gesamtleistung ein (Schulnoten)? *

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| vor dem 1. Termin (T0) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| nach dem 1. Termin (T1) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| nach dem 2. Termin (T2) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

3. Dem Simulationstraining (Video + Übung am Punktionsarm) gebe ich die Schulnote? *

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|

8.4 SOP Arterieller Katheter Universitätsmedizin Mainz

Anästhesiologie/Bereichsübergreifende Dokumente
arterieller Katheter (D49623)
 Es gilt die aktuelle elektronische Version!



Arterieller Katheter

| | |
|-------------------------|-----------------------------------------------------|
| Ziel / Zweck: | Beschreibung der Anlage eines arteriellen Katheters |
| Geltungsbereich: | Klinik für Anästhesiologie |
| Ablaufbeschreibung: | siehe unten |
| Dokumentation: | Anästhesieprotokoll und/ oder COPRA |
| Hinweise / Anmerkungen: | siehe unten |

1. Allgemeines

Die Aufklärung und Einwilligung sollte im Rahmen der Narkoseaufklärung erfolgen.

Indikationen (Auswahl):

- Hämodynamische Instabilität, hoher Volumenumsatz
- Kardiale Vorerkrankungen
- Notwendigkeit häufiger arterieller Blutgasanalysen
- Erhöhter Hirndruck, intrakranielle Eingriffe
- Eingriffe unter extrakorporaler Zirkulation
- Gefäß- und thoraxchirurgische Eingriffe

Kontraindikationen (Auswahl):

- Thrombose des zu punktierenden Gefäßes
- Infektion, Wunde im Punktionsbereich
- Anatomische Besonderheiten/ Fehlbildungen
- Shuntarm (z. B. bei dialysepflichtigen Patienten)
- Allergien gegen Inhaltsstoffe des Katheters

Bevorzugte Punktionsorte (Priorität in absteigender Reihenfolge):

- Arteria radialis
 - zuvor Allen-Test durchführen zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Hohlhandbogens, Dokumentation auf dem Narkoseprotokoll
- Arteria femoralis
- Arteriae brachialis, ulnaris, dorsalis pedis
 - Falls andere Zugänge unmöglich, da diverse Nachteile (u.a. kleine Gefäßlumina)

Komplikationen (Auswahl):

- Hämatom
- Infektion
- Arterielle Fehlinjektion
- Extremitätenverlust
- Nervenverletzung
- Fehllage
- Thrombosierung

2. Vorbereitung

- Etablierung des Basismonitorings
- optimale Lagerung zur Punktion:
 - Extension im Handgelenk z. B. durch Unterpolsterung mit „grüner Rolle“, Abduktion des Daumens
 - Leichte Außenrotation der zu punktierenden unteren Extremität
- 1. Möglichkeit: arterielle Punktionskanüle (z. B. Jelco 20 G, 22 G)
- 2. Möglichkeit: Anlage in Seldinger-Technik
 - Equipment:
 - Haube, Mundschutz, sterile Handschuhe
 - arterielles Lege-Set
 - falls Annahrt zusätzlich Faden, Nadelhalter, Skalpell

- o ggf. sterile Schutzhülle Ultraschallsonde
- o arterieller Katheter mit Seldingerdraht (Länge je nach Punktionsort)

3. Durchführung

1. Katheterset vorbereiten, ggf. Lokalanästhetikum steril aufziehen
2. Desinfektion der Punktionsstelle gemäß RKI-Empfehlungen/ Hygieneplan
3. bei wacher Punktion: lokale Infiltration mit Mepivacain 1% 2-3 ml sofern keine Kontraindikationen
4. ggf. Darstellung des arteriellen Gefäßes mittels Ultraschall
5. Punktion des Gefäßes, ggf. Anlage des Katheters in Seldinger Technik und Annaht (s. u.)
6. Aspiration und erneute Entlüftung des Schlauchsystems

4. Exemplarische Bilddokumentation zur Durchführung



Abb. 1: Lagerung



Abb. 2: Punktion mit Punktionskanüle

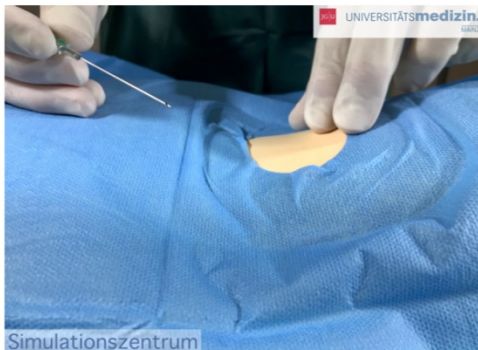


Abb. 3: Sterile Abdeckung, Seldinger Technik



Abb. 4: erfolgreiche Punktion



Abb. 5: Drahtvorschub über die Kanüle



Abb. 6: Entfernen der Punktionskanüle



Abb. 7: Vorschieben des Katheters

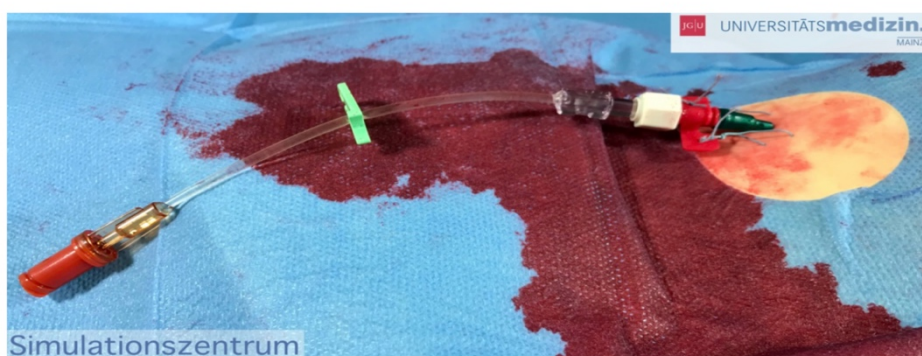


Abb. 8: Entfernen des Drahtes, Konnektieren des Schlauches, Annaht

9 Danksagung

Besonders danken möchte ich meinem Ehemann Maximilian und meinen Eltern für ihre wertvolle Unterstützung während meiner Promotion. Ihr Vertrauen und ihre Wertschätzung haben mir geholfen, dieses Kapitel erfolgreich abzuschließen.

Meinen Eltern gilt mein herzlicher Dank. Ihr habt mich ermutigt, meinen Träumen zu folgen, und mich während meiner akademischen Reise unterstützt. Durch euch war es mir möglich Herausforderungen zu meistern und meine Ziele zu erreichen. Ohne euch wäre ich nicht da, wo ich heute bin, und dafür bin ich sehr dankbar.

Auch meinem Ehemann Maximilian möchte ich meinen tiefen Dank aussprechen. Du warst mein treuer Begleiter und Stütze während der Promotionszeit. Deine Liebe hat mich gestärkt und mir das Vertrauen gegeben, dass ich erfolgreich sein kann.

10 Tabellarischer Lebenslauf

Anna Moos, geb. Winkler

Studium

| | |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| April 2017 – September 2023 | Studium im Fachbereich Humanmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz 1. Staatsexamen 03/2019, Note 2 2. Staatsexamen 04/2022, Note 2 3. Staatsexamen 05/2023, Note 1 |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Beruflicher Werdegang

| | |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Seit August 2023 | Tätigkeit als Ärztin in Weiterbildung der Anästhesiologie in der Diakonie Bad-Kreuznach |
| April 2020 – August 2023 | Tätigkeit als Hilfswissenschaftlerin im Projekt „UM-connect“ (Digitalisierung der universitären Lehre, Bereich: Leitung) |
| April 2020 – März 2022 | Leitung des studentischen Kurses „BGA“ im Mainzer Skills-Lab |
| Oktober 2014 – Juni 2023 | Tätigkeit als Gesundheits- und Kinderkrankenpflegerin im Bereich Anästhesie der Universitätsmedizin Mainz |

Berufsausbildung

| | |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Oktober 2011 – Oktober 2014 | Ausbildung zur Gesundheits- und Kinderkrankenpflegerin an der Universitätsmedizin Mainz |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|

Schulbildung

| | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| August 2003 - März 2011 | Theresianum Mainz Abiturnote: 2,1 |
|-------------------------|--------------------------------------|