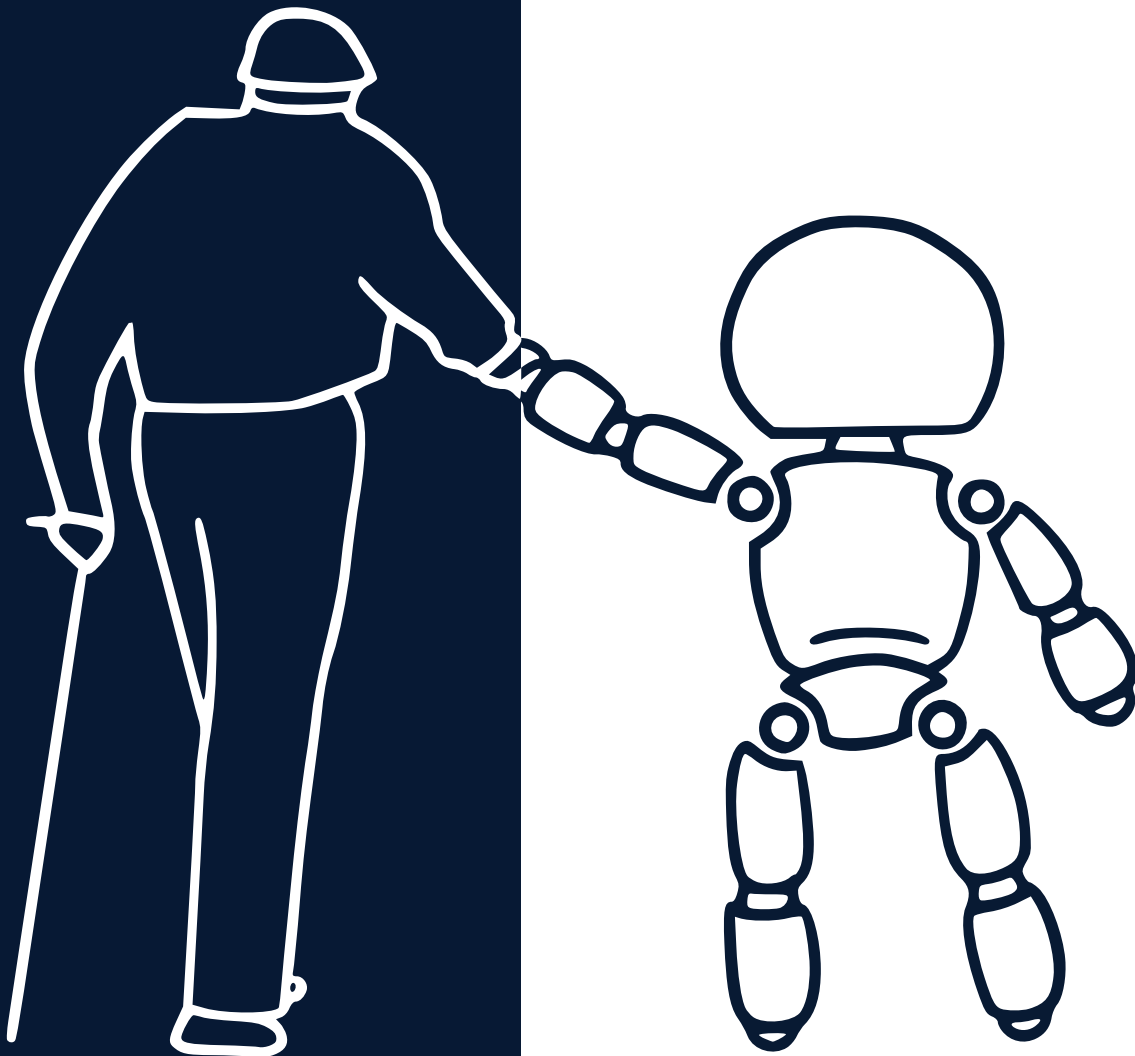


Roboter in der Pflege **Schulungshandbuch**

Sabina Navratil & Lorenz Kampschulte



Deutsches Museum

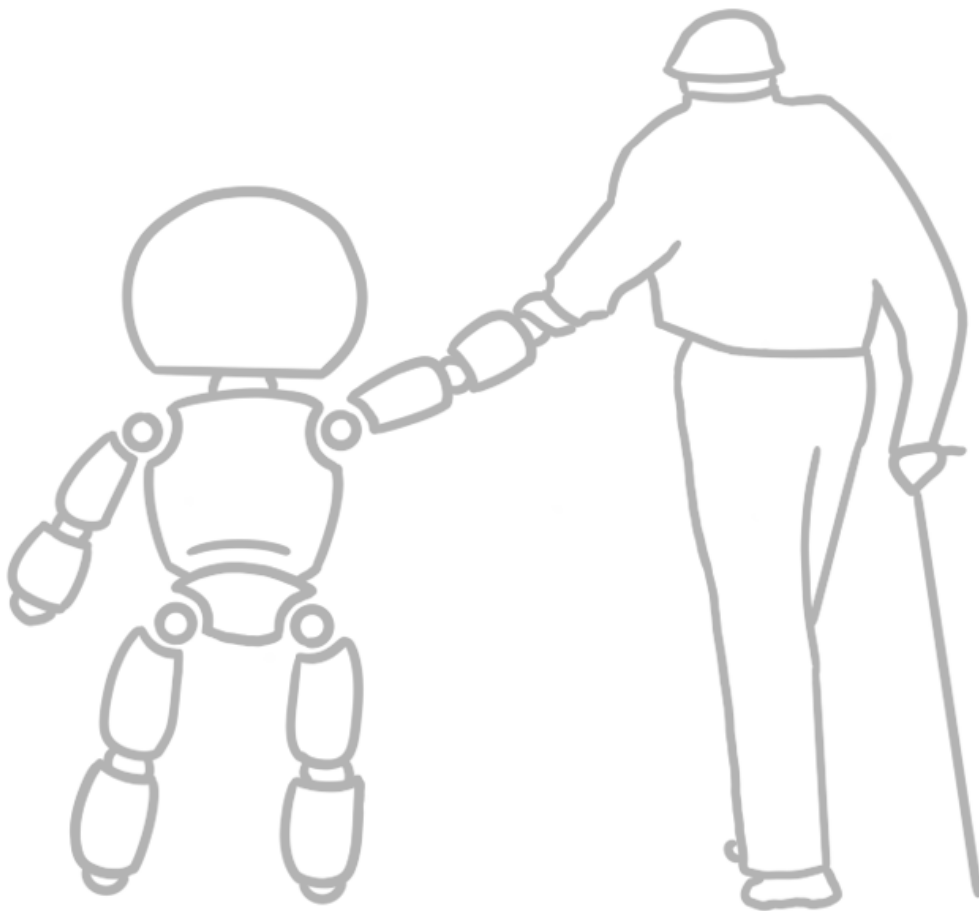




Roboter in der Pflege

Schulhandbuch

Sabina Navratil & Lorenz Kampschulte



Deutsches Museum 

Impressum

Autoren: S. Navratil, L. Kampschulte

Grafik Titelseite: A. Singeri

Deutsches Museum 

In Kooperation mit



Druck: Juni 2026

Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Attribution 4.0 International License. Elemente, die als Zitate gekennzeichnet sind, können anderen Lizenzen unterworfen sein.

Deutsches Museum, München

Gefördert durch:



Inhaltsverzeichnis

Einleitung	7
1 Die Robotersysteme	11
1.1 Das Robotersystem Franka Emika	12
1.1.1 Die Struktur des Systems	12
1.1.2 Die Apps	22
1.1.3 Eigenschaften des Roboterarms	26
1.1.4 Der Roboterarm in der Anwendung	28
1.2 Das SrNOCS System	31
1.3 Das Telemedizinssystem	34
1.4 Das Frühmobilisierungssystem	38
1.5 Klinische Robotersysteme	40
1.5.1 Das SASHA System	41
1.5.2 Das AURORA System	43
1.6 Soziale Robotersysteme	46
1.6.1 PARO	46
1.6.2 Pepper	48
2 Ethik	53
2.1 Klassifizierung von Richtlinien	56
2.2 Konzept: Ethische Richtlinien zu Pflegerobotern	62
2.2.1 Beispielsituation 1: Alltag	63
2.2.2 Beispielsituation 2: Kommunikation	66
2.2.3 Beispielsituation 3: Wohlbefinden	67
2.2.4 Ergebnisse der Analyse der Beispielsituationen	69
3 Didaktische Methoden	71
3.1 Einzelarbeit	73
3.2 Gruppenarbeit	76
3.2.1 Durchführung	77
3.2.2 Präsentation	78

INHALTSVERZEICHNIS

3.2.3	Nachbereitung	78
3.2.4	Bewertung	79
3.2.5	Methodenkompetenzen	79
3.3	Problemorientiertes Lernen	80
3.4	Stationenlernen	83
3.5	Das Arbeiten mit Fallbeispielen	87
3.6	Zukunftswerkstatt	89
3.7	Skills-Lab	91
4	Unterrichtsideen	93
4.1	Konzept 1: Roboterarm	98
4.2	Konzept 2: Frühmobilisierungssystem	100
4.3	Konzept 3: Telemedizinisches System	104
4.4	Konzept 4: AURORA System	106
4.5	Konzept 5: Assistenzsystem SASHA	110
4.6	Konzept 6: Systeme Pepper & Paro	112
4.7	Konzept 7: SrNOS System	114
5	Schlusswort	129
6	Danksagung	133

Abbildungsverzeichnis

1.1	Struktur des Roboterarms Franka Emika	13
1.2	Vergrößerte Ansicht der Komponenten des Roboterarms. . . .	14
1.3	Vergrößerte Ansicht des Endeffektors	15
1.4	Der Controller	16
1.5	Ansicht vom Desk und der sich darauf befindenden Komponenten.	17
1.6	Vergrößerte Ansicht des Guiding- und Pilot Modus.	18
1.7	Das geöffnete Einstellungsfensters für physikalische Größen mit der Ansicht für die Geschwindigkeitseinstellung.	19
1.8	Ansicht für die Einstellung <i>kartesische Nachgiebigkeit</i>	20
1.9	Ansicht für die Einstellung der <i>Nachgiebigkeit der einzelnen Gelenke (Achsen)</i>	20
1.10	Das Einstellen der Kraft abhängig vom gewählten Freiheitsgrad.	21
1.11	Das Einstellen des Drehmoments von einzelnen Achsen.	21
1.12	Erste Schritt in der Installierung des Systems.	28
1.13	Darstellung der einzelnen Phasen in der Bedienung des Roboterarms.	29
1.14	Überblick der einzelnen Farbsignale und derer Bedeutung. . . .	31
1.15	Einweisung in die Durchführung des Covid Tests	32
1.16	Die Teststation mit dem Roboterarm Franka Emika.	33
1.17	Diagnostik und Therapie auf Distanz	35
1.18	Telemedizinisches System	36
1.19	PARTI	37
1.20	VEMO [®] System kombiniert stufenlos einstellbare Vertikalisierung mit robotergestützter Beinbewegungstherapie in einer sicheren Umgebung. Quelle bereitgestellt von Reactive Robotics [©]	39
1.21	SASHA System	42
1.22	Das AURORA System in der Forschungseinrichtung im Klinikum rechts der Isar.	44
1.23	Die PARO Robbe soll Demenzzkranken Menschen helfen. . . .	47
1.24	Der Pepper im Forschungszentrum des Klinikum rechts der Isar.	49

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

2.1	Eine <i>allgemeine</i> Klassifizierung von ethischen Richtlinien. . . .	54
3.1	Zyklus der vollständigen Handlung	88
4.1	<i>Die Teilnehmer widmen sich gegenwärtig der Arbeit an Phase 2 des Roboterarmsystems.</i>	94
4.2	Teilnehmende bei Ausführung der Phase 2	96
4.3	<i>Teilnehmende, die an Phase 2 des telemedizinischen Systems arbeiten.</i>	97
4.4	<i>Die Teilnehmenden interagieren mit dem AURORA System und Pepper im Forschungszentrum des Klinikums rechts der Isar.</i>	97
4.5	<i>Präsentation der Unterrichtsidee zum Thema Roboterarm.</i> . .	99
4.6	<i>Präsentation der Unterrichtsidee zum Thema Frühmobilisierungssystem.</i>	102
4.7	<i>Präsentation der Unterrichtsidee zum Thema telemedizinisches System.</i>	105
4.8	Das entwickelte Konzept der Unterrichtsidee zum AURORA System.	109
4.9	Das entwickelte Konzept der Unterrichtsidee zum SASHA System.	111
4.10	Das entwickelte Konzept der Unterrichtsidee zu den Systemen Pepper & Paro.	113
4.11	Die Schüler nutzen das erworbene Wissen, um das SrNOCS-System anzuwenden.	121
4.12	Die Abfolge für die Demonstration der einfachen Aufgabe. . .	123
4.13	Die Abfolge für die Demonstration für die Ausgabe des Essens.	125

Einleitung

Die Implementierung der generalistischen Pflegeausbildung im Jahr 2020 markiert einen historischen Wendepunkt in der deutschen Pflegelandschaft. Das primäre Ziel dieser Reform bestand in der Zusammenführung der vormals divergierenden Ausbildungen der Alten-, Kranken- und Kinderkrankenpflege zu einem einheitlichen Berufsbild. Diese Umstellung wurde notwendig, um auf den demografischen Wandel und die zunehmende Multimorbidität der Patienten zu reagieren. Pflegekräfte benötigen heutzutage ein breites Wissen aber auch die berufliche Flexibilität, die geschaffen werden muss, um Menschen aller Altersstufen in diversen Kontexten – von der Klinik bis zur Langzeitpflege – kompetent versorgen zu können. Darüber hinaus trägt der EU-weit anerkannte Abschluss zur Steigerung der Attraktivität und Mobilität des Berufsfeldes bei.

Zudem bietet der neue Lehrplan mit seinem kompetenzorientierten Ansatz einen signifikanten Mehrwert. Er orientiert sich am Handeln der Lernenden und nicht, wie der alte Lehrplan, an einer fachsystematischen und in “Wissens-Silos” (wie Anatomie oder Rechtskunde) organisierten Wissensvermittlung. Die Auszubildenden erlernen in Lernfeldern die ganzheitliche Erfassung komplexer Pflegesituationen. Der Fokus liegt nicht mehr allein auf der Verrichtung von Tätigkeiten, sondern auf der Gestaltung des Pflegeprozesses über die gesamte Lebensspanne hinweg. Dies fördert die Transferfähigkeit, sodass Fachkräfte ihr Wissen flexibel von der Pädiatrie bis zur Geriatrie anwenden können.

Ein zentraler Unterschied zum vorherigen System liegt in der praktischen Ausbildung. Im Gegensatz zur früheren Praxis, bei der die Auszubildenden in einer festen Position in einem bestimmten Bereich tätig waren, durchlaufen sie heute obligatorische Einsätze in verschiedenen Bereichen der Pflege, einschließlich der stationären Akutpflege, der ambulanten Pflege, der Langzeitpflege sowie der Psychiatrie und Pädiatrie. Diese Vorgehensweise führt zum Aufbrechen traditioneller Strukturen und ermöglicht die Erlangung eines umfassenden Verständnisses für die gesamte Versorgungskette.

In dem neuen, modernen Curriculum, spielen die Digitalisierung und neuartige Technologien eine entscheidende Rolle. Sie sind nicht mehr nur ein technisches Hilfsmittel, sondern ein integraler Bestandteil der beruflichen Identität. Gemäß dem aktuellen Lehrplan werden angehende Pflegefachkräfte dazu verpflichtet, Kompetenzen im Umgang mit digitaler Pflegedokumentation, Telemedizin und assistiven Technologien (wie Robotik oder Sensorik) zu

erwerben. Ein Wandel vollzieht sich zudem in der Vermittlung von Wissen. Digitale Lernplattformen und Simulationstrainings (etwa mittels VR-Brillen) gehören zunehmend zum Standard, um die Medienkompetenz zu stärken und komplexe Szenarien systematisch und gefahrlos zu trainieren. Die Generalistik trägt somit zur Ausbildung von Fachkräften in einer Arbeitswelt bei, in der technologische Unterstützung und pflegerische Empathie eine symbiotische Beziehung eingehen.

Im Rahmen des Forschungsprojekts Geriatrie wurden Robotersysteme entwickelt, die die Arbeit der Ärzte oder der Ärztinnen, sowie der Pflegekräfte erleichtern soll. Diese Systeme fungieren lediglich als ergänzende Instrumente für das Pflegepersonal und stellen keinen Ersatz dar. Im Rahmen der Anwendung dieser Systeme wurden von uns Fortbildungen in Kooperation mit Pflegepädagogen durchgeführt. Die Lehrkräfte nehmen dabei eine zentrale Rolle ein, da ihre Expertise und ihre Erfahrungen die Entwicklung von Unterrichtskonzepten ermöglicht haben, die als Unterstützung für die Unterrichtsvorbereitungen zu den Themen dienen, die eng mit der Digitalisierung und der Einführung neuer Technologien zusammenhängen.

Das Fortbildungskonzept war darauf ausgerichtet, den Lehrkräften einen umfassenden Überblick über die praktische Anwendung der Systeme zu vermitteln. Im Rahmen dessen sollten sie eigenständig Konzepte entwickeln, die ihrer Meinung nach eine sinnvolle Struktur für den Unterricht geben. Die Schülerinnen und Schüler¹ sollen nicht nur lernen, dieses Systeme anzuwenden, sondern auch sie mit ihrem Arbeitsalltag zu verknüpfen. Daher erachteten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die angebotenen Fortbildungen als vorteilhaft, da sie die Möglichkeit boten, vielfältige Erfahrungen zu machen und sich darüber auszutauschen. Die teilnehmenden Lehrkräfte waren aus verschiedenen Pflegebereichen aus ganz Deutschland. Im Rahmen der Gruppenarbeit bestand die Möglichkeit, unterschiedliche Erfahrungen in die Konzepte einfließen zu lassen. Die erstellten Konzepte präsentieren konkrete Szenarien, in denen sich die SuS befinden könnten.

Im Rahmen des vorliegenden Schulungsmoduls werden die erarbeiteten Konzepte präsentiert. Als Einstieg starten wir mit einer kurzen inhaltlichen Übersicht über die Robotersysteme und ihre Anwendung. Darüber hinaus wird anhand der erstellten Konzepte ein inhaltlicher Input zu den ethischen Fragestellungen gegeben, die im Zusammenhang mit der Anwendung von solchen

¹Im weiteren Inhalt wird für Schülerinnen und Schüler die Abkürzung SuS verwendet, für Schülerinnen **oder** Schüler die Abkürzung SoS.

Systemen in der Medizin und der Pflege entstehen. Die Implementierung von Robotersystemen in einem Umfeld, in dem sich SuS bereits befinden, wird einen signifikanten Einfluss auf die Entwicklung von Empathie für Patienten und Patientinnen haben. Aus diesem Grund wird in diesem Abschnitt vorerst ein Überblick über allgemein betrachtete ethische Fragestellungen gegeben. Im Rahmen dessen haben Lehrkräfte die Möglichkeit, sich Wissen im Bereich der Robotikethik (KI-Ethik) anzueignen. In Anbetracht der spezifischen Lernumgebung erfolgt eine Verknüpfung dieses Bereichs mit Medizinethik und es erfolgt die Nennung von Beispielszenarien, die sich im Arbeitsalltag einer Pflegekraft abspielen könnten.

Nach einer detaillierten Auseinandersetzung mit den Inhalten, die vermittelt werden sollen, werden pädagogisch-didaktische Aspekte erörtert. Im Rahmen der Vorbereitung von Unterricht werden didaktische Methoden genannt, die in diesem Kontext der Wissensvermittlung Anwendung finden könnten. Die Entscheidung über die Anwendung dieser Methoden obliegt der Lehrkraft und ist von deren Erfahrung abhängig. Die Methoden können detailliert ausgeführt werden, ohne dass dies eine Einschränkung der Vermittlungsart darstellt. Die gewählten Methoden basieren dabei hauptsächlich auf den erarbeiteten Konzepten der Fortbildung. In diesem Kontext nimmt der Einsatz in den generalistischen Rahmenplänen eine zentrale Rolle ein. Es wird darauf geachtet, dass die Entwicklung von (Handlungs-)Kompetenzen gewährleistet und gefördert wird.

Schließlich werden Beispiele für die Unterrichtsvorbereitung präsentiert, die auf den Konzepten von Lehrkräften basieren, die mit den Robotersystemen arbeiten und interagieren konnten. Die Auswahl dieser Anwendungen erfolgte unter der Prämisse, dass sie in konkreten Beispielszenarien anwendbar sind. Es sei darauf hingewiesen, dass eine Anwendung dieser Methoden selbstverständlich auch in anderen Bereichen der Pflege sowie in diversen anderen Situationen möglich ist. Abhängig von dem Ausbildungsniveau der SuS werden auch andere Kompetenzen entwickelt und inhaltlich wird das Wissen unterschiedlicher Fachbereiche gefördert.

Das vorliegende Modul dient der Schaffung einer fundierten Grundlage für Lehrkräfte, die in der Pflegeausbildung tätig sind. Die Anwendung ermöglicht die Entwicklung neuer fachspezifischer Curricula. Es sei darauf hingewiesen, dass die Anwendung der hier gegebenen Einheiten nicht nur auf diesen Robotersystemen begrenzt ist. Es repräsentiert lediglich ein Orientierungsmuster, auf dessen Grundlage weitere Entwicklungen aufbauen können.

Kapitel 1

Die Robotersysteme

Die Anwendung von *neuen Technologien* in der Pflege und Medizin ist nichts neues. Bei der Einführung der sogenannten *Pflege 4.0* wurden bereits erste Schritte gegangen, um die Digitalisierung in dieser Branche zu fördern. Im Fokus standen Systeme wie die elektronische Dokumentation, Assistenzsysteme und Telemedizin. Die elektronische Dokumentation umfasst alle gesundheits- oder pflegerelevanten Informationen, Berichte und Formulare der Patientin oder des Patienten bzw. Pflegebedürftigen. Darüber hinaus beinhaltet sie die Unterstützung zur Weiterbehandlung und die Kooperation im Kollegium und mit anderen medizinisch-sozialen Berufsgruppen. In der Bundesrepublik Deutschland wurden telemedizinische Systeme bislang vornehmlich im Kontext der Intensivmedizin erprobt und implementiert. Das in diesem Modul präsentierte telemedizinische System zeichnet sich durch seine vielfältigen Einsatzmöglichkeiten aus, die auch den Bereich der Langzeitpflege (insbesondere in ländlichen Regionen) sowie Situationen wie sie sich während der Pandemie im Zusammenhang mit dem Coronavirus (SARS-CoV-2) ergeben haben, einschließen. In solchen Kontexten erlaubt es die Realisierung telemedizinischer Untersuchungen und Sprechstunden. Assistenzsysteme, die bislang Anwendung gefunden haben, dienen der Steigerung der Lebensqualität. Im Gegensatz zur therapiebezogenen Technologie sind Assistenzsysteme nicht nur zur Behandlung oder Überwachung spezifischer Erkrankungen vorgesehen, sondern auch zur Förderung der Gesundheit von Seniorinnen und Senioren, um ein längeres selbstbestimmtes Leben in den eigenen vier Wänden zu ermöglichen.

Das Projekt Geriatronik hat sich der Entwicklung von Robotersystemen gewidmet, die darauf abzielen, Pflegekräfte zu entlasten und Seniorinnen und Senioren zu unterstützen. Die Motivation ist in der demografischen Entwicklung der Gesellschaft begründet, die einen Anstieg des Anteils älterer Men-

schen verzeichnet. In den kommenden zehn Jahren wird ein Anstieg des Pflegebedarfs älterer Menschen prognostiziert. Gleichzeitig ist jedoch mit einer sinkenden Anzahl des Pflegepersonals zu rechnen. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Anzahl an Pflegekräften abnimmt, bietet z. B. das Frühmobilisierungssystem Unterstützung für das Pflegepersonal. Die Implementierung solcher Systeme ermöglicht es, dass sich eine Pflegekraft auf die Betreuung eines einzelnen Patienten bzw. einer einzelnen Patientin konzentriert, anstatt sich um mehrere Patienten gleichzeitig kümmern zu müssen.

Das Erlernen der Nutzung des Franka-Emika-Robotersystems dient in unserem Fall als “Basis-Robotersystem” und befähigt die SuS nicht nur zur Anwendung unterschiedlicher chirurgischer Instrumente, sondern auch zur Nutzung telemedizinischer Systeme. Natürlich eignen sich auch andere Systeme von anderen Herstellern. In der nachfolgenden Abhandlung werden die Struktur der Systeme, ihre Funktionen und die Anwendung detailliert erörtert. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass es sich hierbei lediglich um Schulungssysteme handelt.

1.1 Das Robotersystem Franka Emika

Der Franka Emika Roboter ist ein feinfühlig und vielseitiger Roboterarm. Er wurde von der Firma *Franka Emika* ursprünglich unter dem Namen *Panda* entwickelt. Der vorliegende kollaborative Roboterarm kann als ein Novum in der Mensch-Maschine-Interaktion betrachtet werden. Die Integration von Drehmomentsensoren in sämtlichen sieben Achsen gewährleistet eine präzise und sichere Funktionsweise des Systems, wobei das Risiko von Verletzungen ausgeschlossen werden kann. Der Anwender profitiert von einer direkten, intuitiven Handhabung, die trotz der technischen Komplexität eine schnelle und unkomplizierte Inbetriebnahme ermöglicht. In Kombination mit Apps kann der Roboterarm innerhalb von Minuten eingesetzt werden.

Um ein adäquates Wissen zu diesem Robotersystem sicherzustellen, werden zunächst die einzelnen Elemente und die wichtigsten Begriffe präsentiert. Dies ermöglicht ein fundierteres Verständnis der Eigenschaften und Funktionen der einzelnen Elemente.

1.1.1 Die Struktur des Systems

Das Robotersystem besteht aus zwei Komponenten: den Roboterarm mit Controller (Hardware) und dem *Desk* (Software). Das *Desk* ist ein Programm,

das mit dem Roboterarm synchronisiert ist. Die vorliegende Software, welche in Verbindung mit einem spezifischen Roboterarm genutzt werden kann, erfordert keine Internetverbindung und läuft in einem Browser Fenster. Der Aufbau und die einzelnen Bestandteile sind auf *Abbildung 1.1* dargestellt.

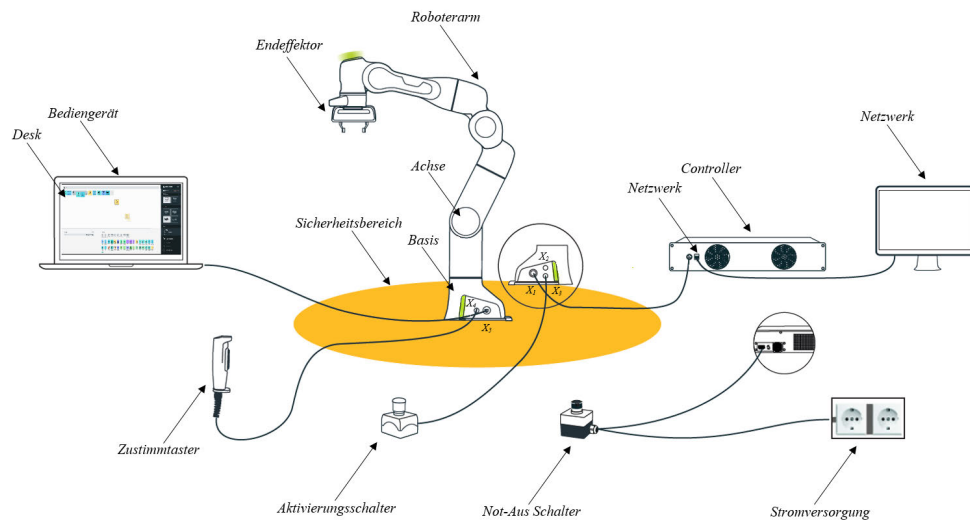


Abbildung 1.1: Die Struktur mit den einzelnen Elementen des Robotersystems Franka Emika.[1]

Das System besteht aus folgenden *Hardware* Elementen:

- **Roboterarm.** Der Roboterarm weist sieben Achsen auf, wobei sich eine Achse im sogenannten *Endeffektor* oder der Hand befindet. Um ein sicheres Bedienen des Systems zu gewährleisten, ist es empfehlenswert, den Roboterarm an der Basis zu befestigen. Der Roboterarm ist mit einem Bedienfeld ("Pilot") ausgestattet, welcher die direkte Steuerung des Arms ermöglicht. Eine Draufsicht vom Bedienungsfield auf dem Piloten ist in *Abbildung 1.2* dargestellt. Die Bedienoberfläche Desk sowie die Hand des Roboters können über den Piloten bedient werden. Am Griff des Piloten sind rechts und links zwei graue Taster angebracht, die durch Drücken ein Führen des Arms ermöglichen (Guiding Taster). Durch Loslassen der Taste wird die Bewegung des Roboterarms unterbunden.
- **Endeffektor.** Der Endeffektor, auch Hand genannt, kommuniziert direkt über einen Anschluss am Griff des Roboterarms und wird dadurch

mit Energie versorgt. Es besteht die Möglichkeit, sowohl die Fingerspitzen als auch die Finger zu tauschen. Dies gewährleistet eine optimale Anpassung des Greifens an die spezifischen Eigenschaften der Objekte. Eine vergrößerte Darstellung des Endeffektors ist auf der *Abbildung 1.3* zu sehen[1].

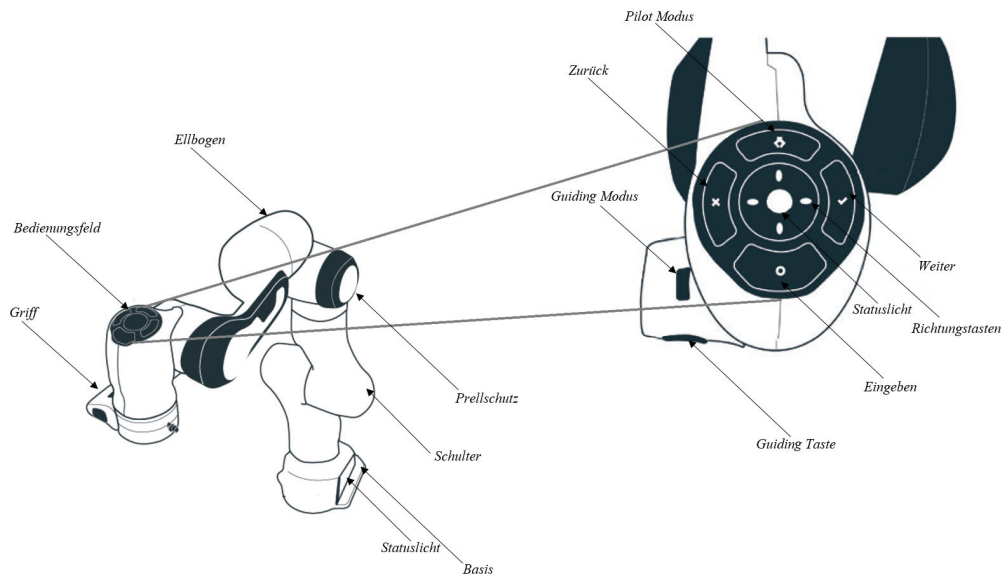


Abbildung 1.2: Die einzelnen Komponenten des Roboterarms mit einer vergrößerten Ansicht vom *Piloten* und des sich darauf befindenden Bedienungsfeld.[1]

- **Controller.** Es erfolgt keine direkte Anbindung des Roboters an das Stromnetz, sondern an den Controller, *Abbildung 1.4*. Die Übertragung der Stromversorgung auf dem Roboterarm wird durch den Controller realisiert. Der Controller selbst ist für die Bedienung nicht konzipiert, es sei denn, das verwendete System ist ebenfalls für die FCI-Programmierung vorgesehen.¹.
- **Aktivierungsschalter.** Die Aktivierung eines spezifischen Modus des Systems erfolgt durch die Betätigung des Schalters. Der Roboterarm

¹Das ist das *research* Paket von Franka Emika, welches ermöglicht eine echtzeitfähige, bidirektionale Verbindung mit dem Arm und der Hand. Diese Schnittstelle (FCI) lässt den Nutzer eigene Programmierungen vom Regler und den Anwendungen mit dem Roboter umsetzen.

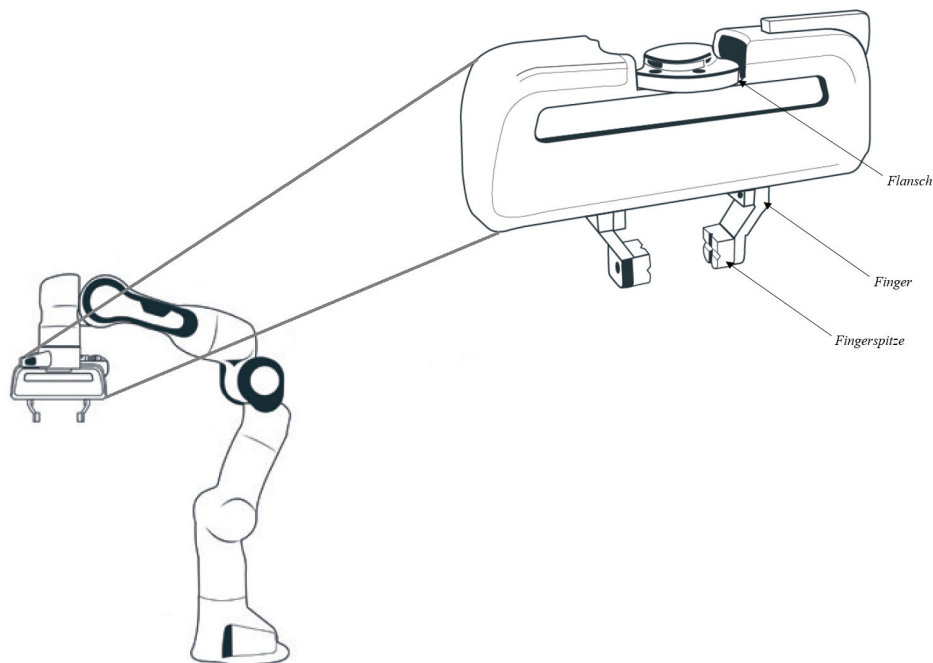


Abbildung 1.3: Vergrößerte Darstellung des Endeffektors.[1]

ist entweder in der Ausführung der Aufgabe (Task) oder im Bedienungsmodus. Eine detaillierte Erläuterung erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt im Rahmen des vorliegenden Abschnitts.

- **Zustimmtaster.** Es handelt sich um eine alternative Variante zum Aktivierungsschalter[1].

Zwischen dem Controller und der Netzversorgung ist ein Not-Aus-Schalter installiert, der es ermöglicht, im Falle einer Notfallsituation die Energieversorgung des Roboterarms zu unterbrechen. Fünf Anschlüsse sind in der Basis des Arms zu verorten. Die vorstehend genannten Anschlüsse sind für die Netzverbindung sowie die externen Steuerungsschalter vorgesehen. Der Anschluss, der mit X_4 gekennzeichnet ist, stellt die Verbindung zum *externen Zustimmtaster* her. Am Anschlusspunkt X_3 ist der *externe Aktivierungsschalter* angeschlossen. Der Roboterarm steht in direkter Verbindung mit dem Controller. Zusätzlich wird an der Basis des Arms, am Anschluss X_5 , das Bediengerät (Notebook, Touchscreen o.Ä.) mit einem installiertem Web-Browser angebracht, um das Interface des Roboterarms (*Desk*) bedienen zu können[1].

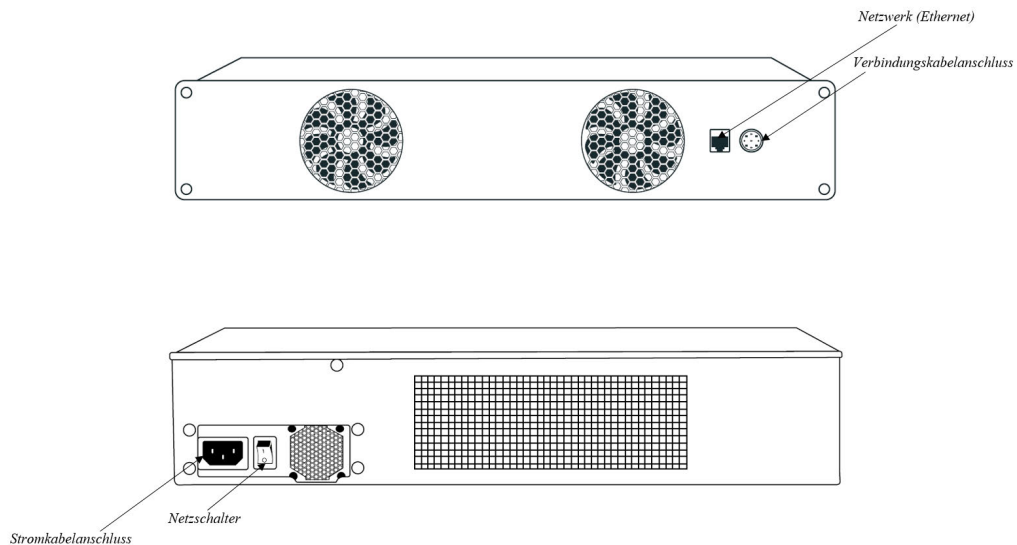


Abbildung 1.4: Integrierte Anschlüsse im Controller.[1]

Der Roboterarm wird mit dem Desk programmiert (die *Software*). Diese wird durch Eingabe der URL <https://robot.franka.de> geöffnet, wenn sich der Rechner im selben Netz befindet, also direkt am Arm angesteckt ist. Der Desk ermöglicht das Erstellen von Aufgaben oder sogenannten *Tasks*. Programmbeschreibungen bezeichnen Tasks als Programmabläufe, welche sich aus einer zeitlichen Abfolge von Applikationen konstituieren. Demgegenüber konstituieren Applikationen die Bausteine der Aufgabe und definieren die Basisfunktionen des Roboterarms, wie beispielsweise Greifen und Ablegen. Damit die Applikationen innerhalb eines Tasks parametrisiert werden können, bedarf es der Einstellung spezifischer Parameter. Diese Parameter umfassen unter anderem die Positionen der Achsen, die Orientierungen sowie die Geschwindigkeiten. Dieser Vorgang wird als Teaching bezeichnet.

Der Desk besteht aus vier Hauptbereichen (*Abbildung 1.5*). Die Zeitablauffleiste oder *Timeline* ist der Bereich in dem Apps per *Drag and Drop* aneinandergereiht werden können. Diese Aneinanderreihung beschreibt den Verlauf der Aufgabe, die zu programmieren ist. Im sogenannten *Task-Bereich* können programmierte Aufgaben oder Tasks abgespeichert, verwaltet oder bereits programmierte Tasks angeklickt werden, um sie damit zur Ausführung aktivieren zu können. Auf der rechten Seite von diesem Bereich befindet sich die *App Sammlung*. Das ist die Sammlung von installierten Apps die zur Pro-

grammierung zur Verfügung stehen und die sich abhängig von dem benutzten Paket des Systems unterscheiden. Auf der rechten Seite von der Timeline, befindet sich die *Sidebar*, die anzeigt, in welchem Guiding-Modus sich der Roboterarm aktuell befindet. Darunter befinden sich wichtige Hinweise zum Roboterstatus, wie zum Beispiel, ob der externe Aktivierungsschalter an oder aus ist oder ob gegebenenfalls ein Fehler im Ablauf vorliegt.

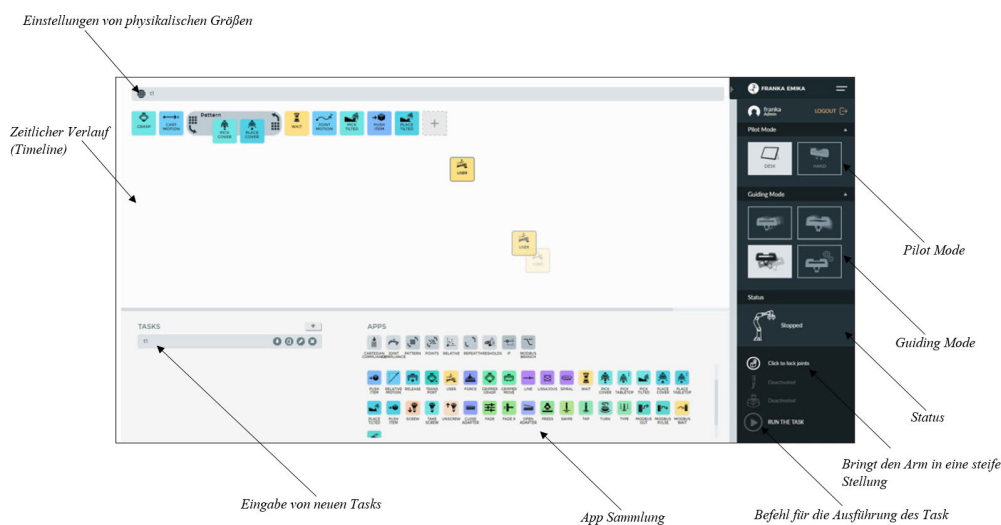


Abbildung 1.5: Ansicht vom Desk und der sich darauf befindenden Komponenten.

Die *Sidebar* beinhaltet zwei Modi - den *Guiding Modus* und den *Pilot Modus*. Der *Pilot Modus* bezieht sich auf die Handhabung des Roboterarms. Das bedeutet, hier kann entschieden werden, mit welcher Methode der Roboterarm programmiert bzw. *geteacht* werden soll. Auf den *Pilot Modus* sind zwei Möglichkeiten gegeben - der Desk- und der Hand Modus.

Wird der Handmodus ausgewählt, so ist eine Steuerung des Roboterarms über den Piloten möglich, wodurch eine simultane Steuerung des Roboters erfolgt. Die Draufsicht in *Abbildung 1.2* zeigt die Anordnung der vier Richtungstasten, welche zur Steuerung des Pilot-Bedienfelds dienen:

- die *nach links-Taste* öffnet die Finger des Endeffektors langsam;
- die *nach rechts-Taste* schließt die Finger des Endeffektors langsam;

- die *nach unten-Taste* öffnet die Finger auf volle Breite;
- die *nach oben-Taste* ermöglicht das Greifen eines Objekts mit einer Haltekraft.

Der Desk-Modus gestattet die Navigation des Bedienfeldes des Piloten durch Desk und die Kontextmenüs der Applikationen in der Timeline.

Im Guiding Modus erfolgt das Bewegen des Arms entsprechend der eingestellten *Guiding-Konfiguration*, die auch auf der *Sidebar* dargestellt ist. Die Guiding-Konfiguration kann auch durch das Drücken der Guiding Modus Taste auf der Oberseite des Griffs gewechselt werden. Wie auf der *Abbildung 1.6* dargestellt ist, bietet der Guiding Modus vier mögliche Konfigurationen:

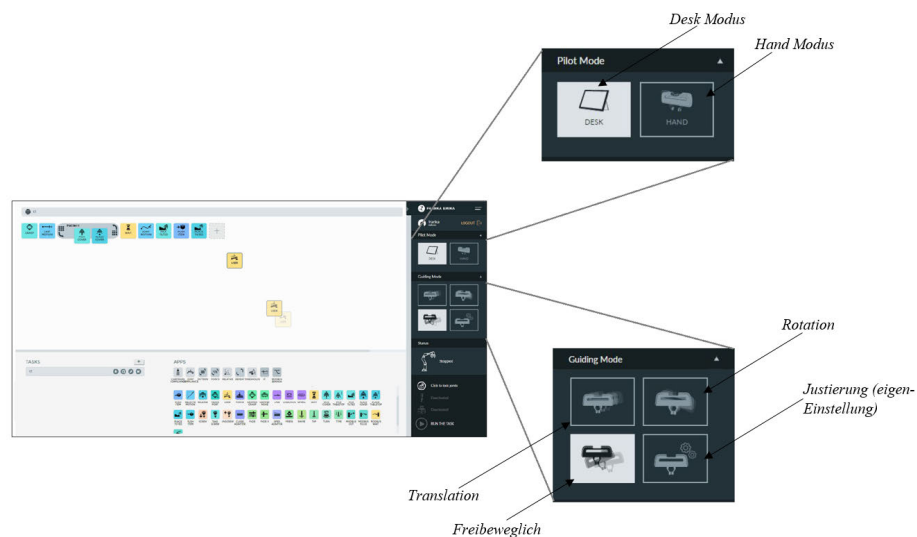


Abbildung 1.6: Vergrößerte Ansicht des Guiding- und Pilot Modus.

- **Translation:** Die Bewegung des Arms während des Führens (Teachings) ist auf eine Änderung der kartesischen Position des Endeffiziers beschränkt, wobei dessen Orientierung konstant bleibt. Das bedeutet, der Endeffektor lässt sich nur in xy Richtungen bewegen. Der vorliegende Modus erweist sich als sinnvoll, sofern exakte linear-kinematische Bewegungen durchgeführt werden sollen.

- **Rotation:** Die Bewegung des Arms während der Führung ist auf eine Änderung der kartesischen Orientierung des Endeffektors beschränkt, wobei dessen Position konstant bleibt. Für die Rotation wird das aktuell eingestellte Endeffektor-Koordinatensystem als Referenz-Koordinatensystem verwendet. Die Implementierung dieses Modus könnte sich als vorteilhaft erweisen, um bspw. eine Schraube zu lösen, wobei die Position während des Drehens konstant bleibt.
- **Frei:** In diesem Modus ist eine vollständige Freibeweglichkeit des Arms gegeben. Dies impliziert, dass eine vollständige Bewegungsfreiheit aller sieben Gelenke gewährleistet ist.
- **Justierung:** Gemäß dieser Konfiguration besteht für die Anwenderin bzw. den Anwender die Möglichkeit, das Verhalten des Führens in diesem Modus frei zu definieren. Es besteht die Möglichkeit, jede einzelne kartesische Translations- und Rotationsachse zu selektieren[1].

Die Einstellung der physikalischen Größen erfolgt durch die Auswahl des Kreissymbols in der oberen Leiste links (*Abbildung 1.5*). Bei der Initialisierung des Prozesses wird die Konfiguration der Geschwindigkeit des Roboters angezeigt. Der gewählte Prozentsatz wird in Bezug auf die maximale Geschwindigkeit des Systems analysiert. Das würde z.B. bedeuten, bei einer maximalen kartesischen Geschwindigkeit von $2 \frac{m}{s}$ wäre 50%-ige Anteil $1 \frac{m}{s}$.

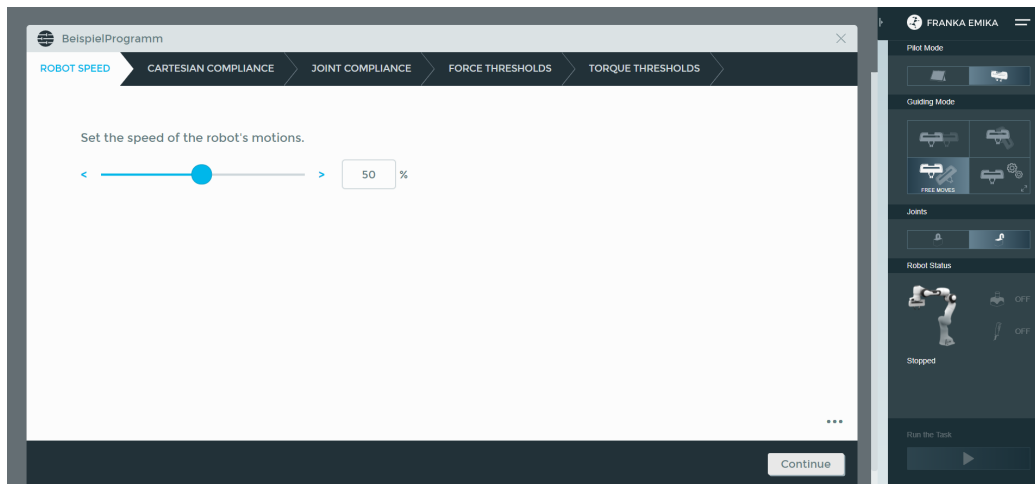


Abbildung 1.7: Das geöffnete Einstellungsfensters für physikalische Größen mit der Ansicht für die Geschwindigkeitseinstellung.

Wird im Einstellungsfenster *Cartesian Compliance* gewählt, soll die Nachgiebigkeit rund und um jede kartesische Achse eingestellt werden (*Abbildung*

KAPITEL 1. DIE ROBOTERSYSTEME

1.8). Es konnte festgestellt werden, dass eine größere Nachgiebigkeit durch kleinere Werte gegeben ist. Die Fähigkeit zur Veränderung dieser Nachgiebigkeit kann mit der menschlichen Armkraft verglichen werden. Im Prozess der Entspannung und Anspannung der Muskulatur kann eine Veränderung der Steifigkeit erfolgen, die eine Adaption an die Gegebenheiten der jeweiligen Situation ermöglicht. Dies trägt zur Steigerung der Robustheit bei, was wiederum die Effektivität bei der Ausführung einer bestimmten Aufgabe erhöht[1].

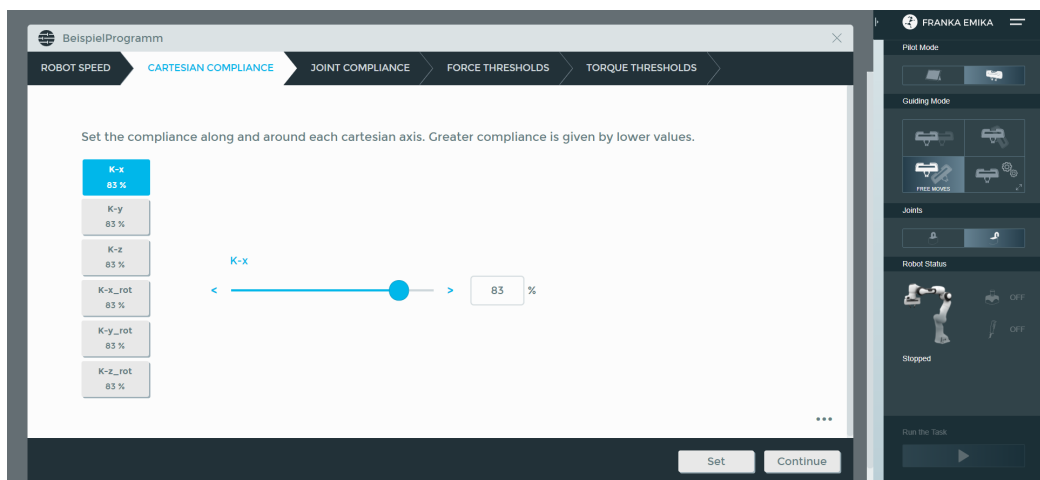


Abbildung 1.8: Ansicht für die Einstellung *kartesische Nachgiebigkeit*.

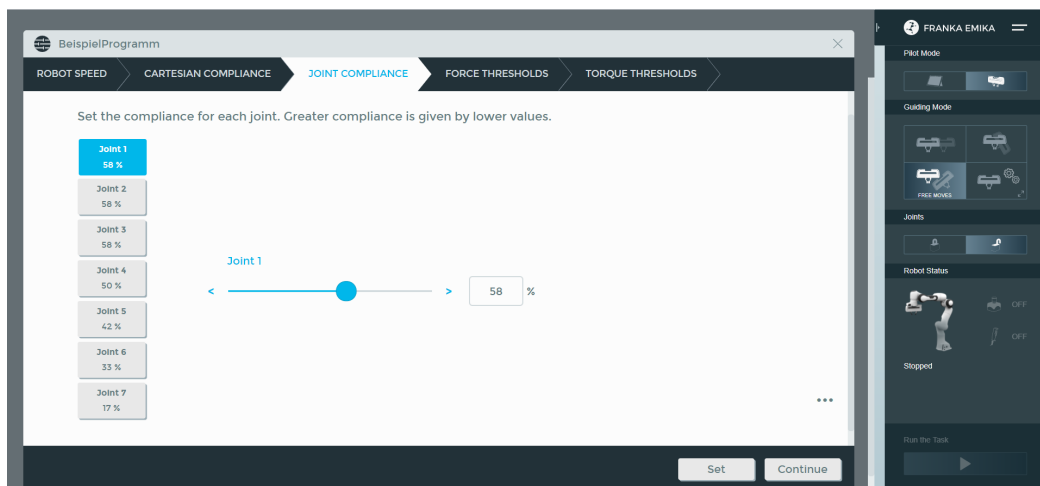


Abbildung 1.9: Ansicht für die Einstellung der *Nachgiebigkeit der einzelnen Gelenke (Achsen)*.

Im Fenster als nächstes in der Reihe der Parameter *Joint Compliance*. Mit diesem Parameter wird die Nachgiebigkeit der einzelnen Armgelenke (Achsen) eingestellt (Abbildung 1.9).

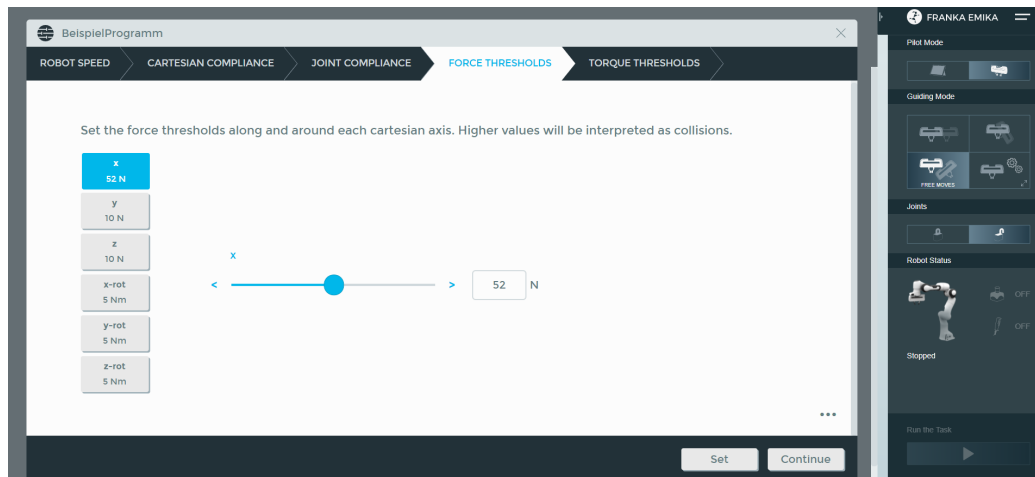


Abbildung 1.10: Das Einstellen der Kraft abhängig vom gewählten Freiheitsgrad.

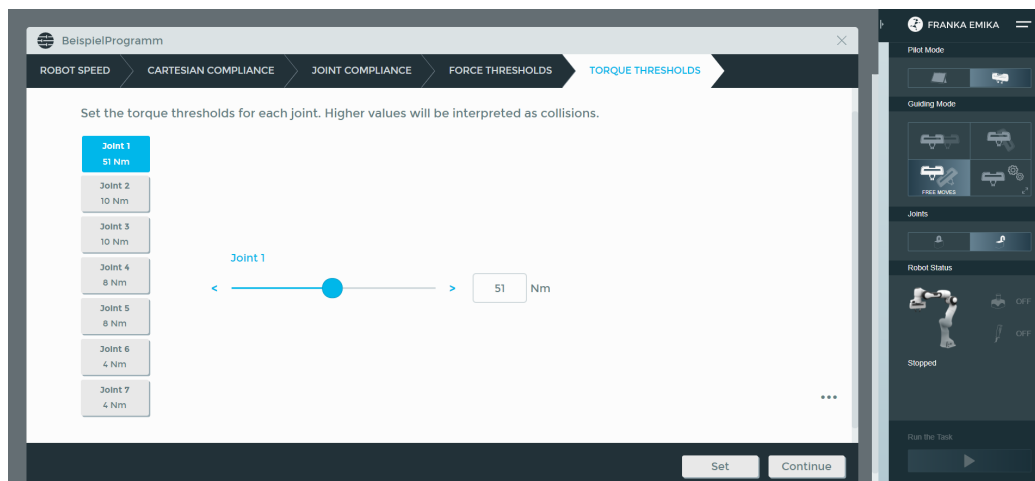


Abbildung 1.11: Das Einstellen des Drehmoments von einzelnen Achsen.

Bei der Ausführung des Roboterarms spielen die letzten beiden Parameter eine entscheidende Rolle. Diese Parameter sind voneinander abhängig. Die *Force* und *Torque* Thresholds beziehen sich auf die physikalischen Größen Kraft und Drehmoment.

Die sechs Freiheitsgrade des Roboters ermöglichen die Wahl der Kräfte in Abhängigkeit von den kartesischen Achsen. In diesem Kontext symbolisiert *rot* die Rotation. Die gewählte Kraft muss im Nachhinein mit dem Drehmoment der besagten Achse abgestimmt sein bzw. die Werte sollten nah beieinander liegen. In vielen Fällen manifestiert sich eine Fehlermeldung während der Ausführung, deren Zuordnung zu einem bestimmten Problem nicht unmittelbar ersichtlich ist. Die vorliegende Problematik ist in der Regel auf die Einstellung der beiden Parameter zurückzuführen. Daher wird im Vorfeld empfohlen, die Herausforderung der Aufgabe für die einzelnen Achsen zu evaluieren und die potenziellen Auswirkungen der gewählten Parameter darauf zu analysieren[1].

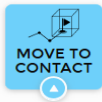
1.1.2 Die Apps

Apps sind modulare Roboterprogramme, die jeweils einen Teilschritt einer Roboter Aufgabe (Task) darstellen. Abhängig vom gewünschten Paket, enthält das Desk unterschiedliche Apps. Jede App hat die Eigenschaft, dass beim Öffnen ein Kontextmenü dargestellt wird, in dem Parameter abfragt werden. Das Kontextmenü einer App besteht dabei aus einem oder mehreren Schritten. Es besteht die Möglichkeit, jeden Schritt zusätzlich in weitere Teilschritte zu unterteilen. Für eine Vielzahl von Anwendungen, die eine spezifische Position des Roboterarms erfordern, werden in der Regel zwei Posen trainiert. Die initiale Stellung, in welcher eine Aktion ausgeführt werden soll, sowie die Transitstellung, die dazu genutzt wird, sich kollisionsfrei im Arbeitsraum zu bewegen, sind von entscheidender Bedeutung. Die Vermittlung dieser Kompetenz erfolgt in der Regel in einem einzigen Schritt, wobei es sich jedoch um eine Unterteilung in einzelne Teilschritte handelt. In der *Tabelle 1.1* ist eine Liste, von den am häufigsten verwendeten Apps und deren Bedeutung dargestellt.

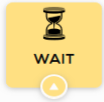
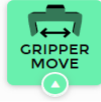
Anhand der *Tabelle 1.1* lässt sich erkennen, dass die Apps in Farben gruppiert sind. So sind bspw. Apps die mit Position zu tun haben blau, das Greifen ist grün und die sogenannten *Gruppierungapps* sind grau. *Gruppierungapps* wie z.B. *Pattern*, *Repeat* oder *Relative* sind Apps, die eine bestimmte Funktionalität (die eine andere App ausführt) modifiziert. Eine bestimmte *Gruppierungapp* wird in den Timeline Bereich gezogen. Danach können andere Apps (wie bspw. *Cart Motion*) in diese gezogen werden. Die *Repeat*-Gruppe führt z.B. alle in ihr enthaltenen Apps wiederholt, entsprechend der Gruppeneinstellungen, aus. *Gruppierungapps* wie *Pattern* oder *Points* erlauben das Ausführen der Funktion einer App wiederholt an verschiedenen Punkten, *Tabelle 1.2*. Diese Apps bieten sich gut für Aufgaben an, die wiederholt ausgeführt werden

sollen. Bei der grauen Gruppe von Apps können auch zusätzliche Parameter eingestellt werden. Wenn die Einstellung geöffnet wird, stehen folgende Parameter zur Auswahl: *Exit*, *Repeat*, *User* und *Wait*.

Tabelle 1.1: Symbole der Apps und ihre Bedeutung

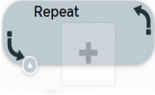
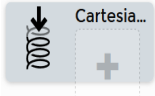
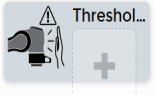
Symbol	Bedeutung
	Es werden verschiedene Stellungen, welche der Roboterarm im Raum einnimmt eingespeichert. Es können zusätzlich Geschwindigkeit und Beschleunigung für den Arm eingestellt werden. Die einzelnen Punkte werden dabei auf dem räumlich kürzesten Weg angefahren.
	Es werden verschiedene Stellungen, welche der Roboterarm im Raum einnimmt eingespeichert. Es können zusätzlich Geschwindigkeit und Beschleunigung für den Arm eingestellt werden. Die einzelnen Punkte werden dabei auf dem Weg angefahren, welche die wenigsten Bewegungen der Gelenke benötigt. Achtung, der Roboterarm kann dabei unerwartete Kurven machen!
	Es wird eine Stellung des Roboterarm einprogrammiert, bei der ein Kontakt / eine Kollision des Arms mit einem anderen Objekt erwartet und erwünscht wird. Dazu wird eine Position und ein Raum eingespeichert. In diesem Raum wird bei Kollision nicht gestoppt.
	Es wird eine Bewegung relativ zur aktuellen Position einprogrammiert. Dazu können x-, y- und z-Wert eingestellt werden. Es kann ausgewählt werden, ob das (Endeffektor-)Greiferkoordinatensystem oder das globale Koordinatensystem verwendet werden soll. Es können zusätzlich Geschwindigkeit und Beschleunigung für die Bewegung eingestellt werden.

KAPITEL 1. DIE ROBOTERSYSTEME

Symbol	Bedeutung
	Wartet einen bestimmten Zeitraum oder bis zur nächsten Benutzereingabe (je nach Einstellung).
	Der Roboter wartet auf User-Eingabe am Arm. Es kann eingestellt werden von welcher Richtung der Druck kommen soll.
	Es wird das Greifen eines Gegenstandes einprogrammiert. Dazu werden die benötigte Greiferweite beim Zugreifen, die Geschwindigkeit des Greifers beim Zugreifen, die gewünschte Griffkraft, sowie das Gewicht des zu greifenden Gegenstandes eingestellt.
	Es wird eine Bewegung des Greifers einprogrammiert. Dazu werden die gewünschte Greiferweite und die Geschwindigkeit des Greifers beim Zugreifen (Loslassen) eingestellt.
	Es wird, wie zuvor bereits in <i>Cart Motion</i> und <i>Joint Motion</i> beschrieben, eine Bewegung einprogrammiert. Diese Bewegung ist speziell dafür ausgelegt, dass sich ein Gegenstand im Greifer befindet.

Symbol	Bedeutung
	Eine lineare Bewegung wird einprogrammiert. Dabei wird die Richtung dadurch festgelegt, dass zwei Positionen im Raum angegeben werden. Es werden weiter die Dauer der Bewegung, die Geschwindigkeit und die Distanz eingestellt. Es kann auch eingestellt werden, ob bei der Bewegung Kraft (und wenn ja, wieviel) aufgebracht wird.
	Eine Spiralbewegung wird einprogrammiert, wobei die Dauer der Bewegung, die Steigung bzw. Weite der Spirale, sowie die Geschwindigkeit und die Kraft eingestellt werden können (Bewegungsrichtung und Ebene können auch festgelegt werden).
	Eine Bewegung entsprechend eines Lissajous-Muster wird einprogrammiert. Dabei wird die Dauer der Bewegung eingestellt. Des Weiteren wird die Form des Musters gewählt und die Ebene, in der die Bewegung durchgeführt werden soll, festgelegt. Es kann auch eingestellt werden, ob bei der Bewegung Kraft (und wenn ja, wieviel) aufgebracht wird.
	Es wird eine Kraft, welche der Roboter aufbringt einprogrammiert. Dazu wird die Zeitdauer angegeben, in welcher die Kraft aufgebracht wird. Des Weiteren soll die gewünschte Kraft eingestellt werden. Außerdem ist ein Sicherheitsbereich einzustellen, welcher die maximale Bewegungsfreiheit des Roboterarms beschreibt.

Tabelle 1.2: *Gruppierungsapps*

Symbol	Bedeutung
	Die Aufgabe / Task innerhalb des Repeat-Feldes wird wiederholt. Es kann eine Anzahl an Wiederholungen oder unendliche Wiederholungen eingestellt werden. Es können auch mehrere Tasks in die Schleife gegeben werden.
	Eine oder mehrere Aufgaben / Tasks werden mit einer bestimmten angepassten kartesischen Nachgiebigkeit ausgeführt. Dazu kann die Nachgiebigkeit in Raum angepasst werden.
	Eine oder mehrere Aufgaben / Tasks werden mit einer bestimmten angepassten Gelenknachgiebigkeit ausgeführt werden. Dazu kann die Nachgiebigkeit der Gelenke angepasst werden.
	Eine oder mehrere Aufgaben / Tasks werden mit bestimmten angepassten Kraft- und Torsions-Grenzwerten ausgeführt.

Mit diesen Eigenschaften kann die Teilaufgabe entweder beim ersten aufhören stoppen, sich wiederholen, bei dem Anstoßen des Roboters wieder ausgelöst werden und zwischen dem Wiederholen oder Ausführen eine bestimmte Wartezeit anlegen. Diese Einstellungen hängen natürlich davon ab, in welchem Rhythmus diese Teilaufgabe ausgeführt werden soll.

1.1.3 Eigenschaften des Roboterarms

Der Franka Emika Roboterarm weist eine Vielzahl von Funktionen auf, die die Arbeit mit SuS erleichtern. Die einfache Handhabung des Systems kann beispielsweise zu einer schnelleren Akzeptanz führen. Die sieben Achsen des Modells ermöglichen eine außerordentlich hohe Beweglichkeit. Fahrten im so-

genannten *Gelenkraum*¹ bewegen alle Gelenke gleichzeitig von der aktuellen Position zu einer gewünschten oder vorgegebenen Zielposition.

Der kartesische Raum erlaubt eine alternative Beschreibung der Roboterstellung, wie in der Fachliteratur ausführlich dargelegt wird. Der Fokus liegt dabei auf der Position und Orientierung des Endeffektors. Die Visualisierung kartesischer Stellungen im dreidimensionalen Raum erfolgt in der Regel anhand dreier Positionswerte (in Metern) sowie dreier Orientierungswerte (in Grad) des Endeffektors. Bei einem Roboter mit sieben Achsen (Gelenken) ist diese Darstellung nicht eindeutig genug, um eine bestimmte Roboterstellung klar zu definieren. Die Änderung der Position wird *Translation* genannt, während die Änderung der Orientierung eine *Rotation* ist[1].

Ein weiterer Faktor, der eine Veränderung der Stellung des Roboterarms ermöglicht, ist die Gelenkkonfiguration. Diese Fähigkeit wird *Redundanz* genannt. Bei dem Roboterarm Panda wird diese zusätzliche Bewegungsmöglichkeit auch *Ellbogen* genannt, da sie mit der Bewegungsfähigkeit des menschlichen Ellbogens vergleichbar ist. Die *Redundanz* wird zum Beispiel dazu genutzt, um ein Hindernis zu umfahren, damit bspw. ein dahinter stehendes Objekt gegriffen werden kann.

Die implementierten Drehmomentsensoren ermöglichen die Erkennung und Reaktion auf minimale auf den Arm einwirkende Kräfte. Diese *Sensitivität* erlaubt eine Vielzahl von Funktionen, wie zum Beispiel Veränderung der Nachgiebigkeit oder Kollisionserkennung. Es sollte jedoch bedacht werden, dass es notwendig ist, um die maximale *Sensitivität* zu erlangen, dass zusätzliche, auf den Roboter einwirkende Kräfte bestmöglich kompensiert werden. Die Nachgiebigkeit oder *Impedanz* ist ein Verhalten des Roboterarms, das die Fähigkeit einer Spiralfeder wiedergibt. Dieses Verhalten kann dazu genutzt werden, *sanft* mit der Umgebung zu interagieren, um bspw. zerbrechliche Objekte nicht zu beschädigen. Die Fähigkeit zur Veränderung dieser Nachgiebigkeit kann mit der menschlichen Armkraft verglichen werden. Durch die Entspannung und Anspannung von Muskeln kann die Steifigkeit des Körpers verändert werden. Diese Anpassung kann je nach Situation erfolgen, um die Robustheit des Körpers bei der Ausführung einer Aufgabe zu erhöhen[1].

Die Drehmomentsensoren übermitteln zu jedem Zeitpunkt eine Information zum aktuell anliegenden Drehmoment pro Achse. Gemäß dem Modell basiert

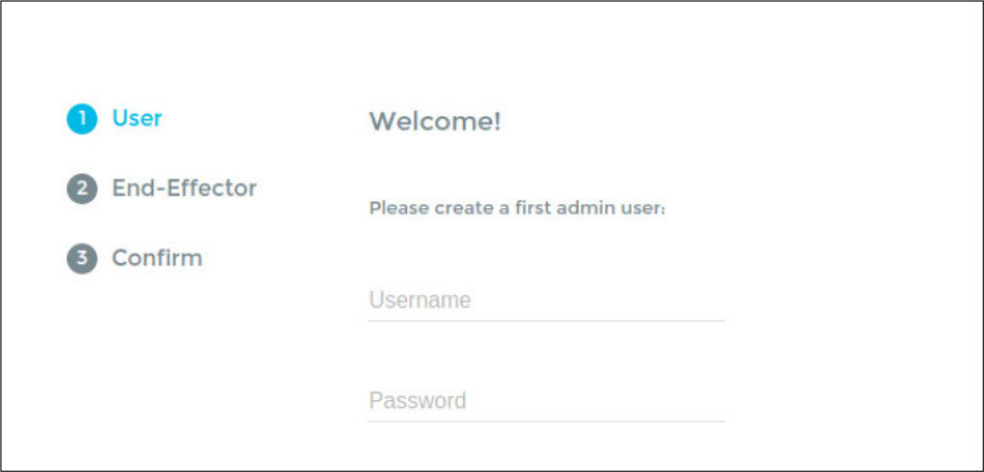
¹Mit dem Begriff *Gelenkraum* wird die Beschreibung der Roboterstellung mit Hilfe der Drehwinkel der einzelnen Gelenke des Roboters bezeichnet.

die Regelung auf der Ermittlung einer Abweichung zwischen dem erwarteten und dem tatsächlichen Drehmoment. In der Folge ist eine Reaktion des Roboters möglich. Im Falle einer unerwarteten Interaktion des Roboterarms mit der Umgebung wird dies in Echtzeit in einem oder mehreren Drehmomentensignalen angezeigt. Eine Drehmomentenüberhöhung wird als Kollision klassifiziert und führt beispielsweise zum Stopp der Roboterbewegung. Befindet sich der Roboterarm hingegen in gewolltem Kontakt mit der Umgebung, können die Sensorsignale dazu genutzt werden, eine vorher definierte Kraft im Kontaktpunkt zu erzeugen[1].

Weitere technischen Eigenschaften und die Sicherheitseinweisung befinden sich Franka-Emika Handbuch.[1]

1.1.4 Der Roboterarm in der Anwendung

Durch die Aktivierung des Controllers wird die Energieversorgung des Roboterarms initialisiert. Während des Hochfahrens des Systems erfolgt die Aktivierung des Sicherheitsblockiersystems, wodurch Bewegungen mechanisch unterbunden werden. Die Signalleuchten an der Basis und am Piloten blinken gelb. Beim ersten Start vom Roboterarm oder nach einem Zurücksetzen des Controllers, wird nach Eingabe der URL `robot.franka.de` in den Web-Browser eine Konfigurationsmaske für die initiale Konfiguration angezeigt (*Abbildung 1.12*)



The screenshot displays a web interface for the initial configuration of a Franka Emika robot system. On the left side, there is a vertical list of three steps: '1 User' (highlighted in blue), '2 End-Effector', and '3 Confirm'. The main content area on the right is titled 'Welcome!' and contains the instruction 'Please create a first admin user:'. Below this instruction are two input fields: 'Username' and 'Password', each followed by a horizontal line for text entry.

Abbildung 1.12: Erste Schritt in der Installierung des Systems.

Zu Beginn des Prozesses ist es empfehlenswert, einen Nutzer oder eine Nutzerin als Administrator oder Administratorin anzulegen. Für die Authentifizierung ist die Eingabe eines Benutzernamens und eines Passworts erforderlich. Es ist von essentieller Wichtigkeit, sichere Passwörter zu verwenden, um den unberechtigten Zugriff durch Dritte zu verhindern. Die Administrationsoberfläche wird durch Auswahl von Menü-Einstellungen-Benutzer in der rechten oberen Ecke des Desktops geöffnet. An dieser Stelle besteht beispielsweise die Möglichkeit, das Passwort zu bearbeiten. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, neue Anwender oder Anwenderinnen hinzuzufügen. Dabei ist zu beachten, dass zu jeder Zeit mindestens ein Administrator oder eine Administratorin existieren muss, d. h. der letzte Nutzer oder die letzte Nutzerin kann nicht gelöscht werden. Die Zuordnung einer Rolle zu einem Anwender oder einer Anwenderin erfolgt dabei in der Regel individuell. In einigen Fällen können jedoch auch mehrere Anwender oder Anwenderinnen dieselbe Rolle innehaben.

Nun kann über das Desk das Sicherheitsblockiersystem mit dem Knopf (*unlock joints*) in der *Sidebar* von Desk geöffnet werden. Die Signalleuchten leuchten nun kontinuierlich weiß. Dabei wird in der *Sidebar joints unlocked* angezeigt. Der Roboterarm ist nun in einem Zustand, der sich *überwacher Halt* nennt. Das Bedienen vom Roboterarm kann in drei Phasen dargestellt werden:

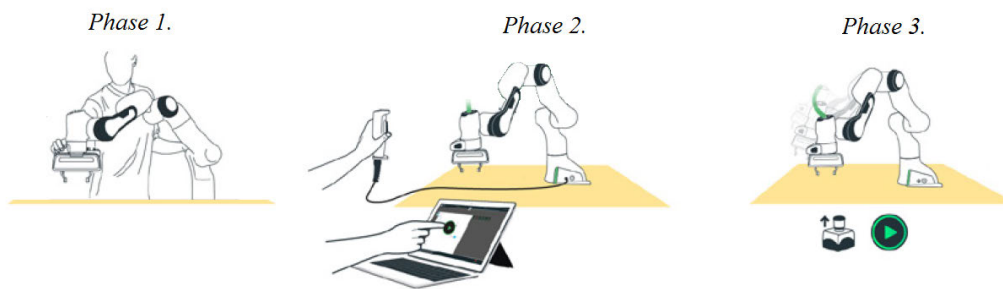


Abbildung 1.13: Darstellung der einzelnen Phasen in der Bedienung des Roboterarms.[1]

1. **Das Erlernen einer Aufgabe.** Damit der Roboter eine Aufgabe ausführen kann, ist es zunächst erforderlich, dass er die entsprechende Aufgabe erlernt. Zunächst sollte der Nutzer oder die Nutzerin die Aufgabe analysieren und sich überlegen, wie diese am besten durch

den Roboter ausgeführt werden könnte. Die Speicherung jedes einzelnen Schrittes erfolgt analog zum Vorgehen bei der Interaktion mit einem Kind. Durch gleichzeitige Betätigung des Zustimmungstasters und des Guiding-Tasters am Griff des Arms ist eine manuelle Führung des Arms möglich (Guiding), wodurch beispielsweise Positionen abgespeichert werden können (Teaching). Während des Teachings zeigt das Modell eine kontinuierliches weißes Leuchten. Werden die Tasten wieder losgelassen befindet sich der Arm erneut im Zustand *überwachter Halt* und leuchtet auch hierbei kontinuierlich weiß.

2. **Abstand nehmen und Prüfen.** Nach Ausführung und Abspeicherung der Aufgabe ist ein Sicherheitsabstand zum Roboterarm einzuhalten. In dieser Phase soll überprüft werden, ob die *eingelernte* Aufgabe korrekt ausgeführt wird. Wird der externe Zustimmungstaster halb gedrückt, wird der Roboter aktiviert und leuchtet blau. Im vorliegenden Kontext besteht nun beispielsweise die Möglichkeit, die Play-Taste am Gerät gedrückt zu halten und ein entsprechendes Automatikprogramm zu starten. Beim Ablauf des Programms leuchtet der Roboter grün, im Fall eines Fehlers leuchten die Signal-LEDs rot.
3. **Aufgabe wird ausgeführt.** Sobald die fehlerhaften Schritte behoben sind, wird der Roboterarm die Aufgabe selbstständig ausführen.

Auf beiden Seiten der Basis befinden sich Statuslichter, die einen situationenabhängigen Signalfarbtönen annehmen. Während des Hochfahrens blinken diese Statuslichter, ansonsten zeigen die Basis kontinuierliche Farben und damit die Hauptzustände des Roboterarms an. Bei Interaktion mit dem Arm wird die mittlere Statusleuchte des Piloten aus Gründen der besseren Bedienbarkeit deaktiviert. In spezifischen Situationen, insbesondere bei Bedarf an Aufmerksamkeit oder Interaktion durch den Benutzer, wird auf dem Pilot ein entsprechendes Farbsignal erzeugt. Ein Überblick der Bedeutung der Farbsignale ist in der *Abbildung 1.14* gegeben.

Um eine zielführende Vermittlung zu gewährleisten, wird die Etablierung eines Erstkontakts empfohlen. Eine signifikante Anzahl von SuS in der Pflegeausbildung sowie bereits ausgebildete Pflegekräfte hegen eine gewisse Skepsis gegenüber derartigen Systemen. Jeder SoS sollte genug Zeitraum für das Angewöhnen und die richtige Handhabung des Roboterarms bekommen, bevor sie zu konkreten Aufgaben kommen. Es ist essenziell, dass jeder SoS zumindest einmal durch alle Statusmöglichkeiten während der Durchführung des Ausprobierens durchgeht, um Unklarheiten bei der Ausführung konkre-

weiß	Interaktiv	Es kann sicher mit Panda interagiert werden
blau	Achtung! Aktiviert	Achtung: Panda ist für automatische Bewegungen freigegeben und kann jeden Moment starten
grün	Automatische Ausführung	Panda führt ein Automatik-Programm aus und bewegt sich dabei selbstständig
gelb	Gesperrt	Panda ist mechanisch gesperrt oder nicht benutzbar
pink	Widerspruch	Panda erhält widersprüchliche Freigabesignale
rot	Fehler	Panda ist in einem Fehlerzustand

Abbildung 1.14: Überblick der einzelnen Farbsignale und derer Bedeutung.

ter Aufgaben zu vermeiden. Diese Fähigkeit befähigt sie dazu, unerwartete Probleme eigenständig zu bewältigen.

1.2 Das SrNOCS System

Die Entwicklung der Geriatrie wurde auch durch die Herausforderungen der Pandemie 2020 inspiriert, und die Entwickler des Projekts suchten Möglichkeiten, wie sie in dieser schwierigen Zeit einen gesellschaftlichen Beitrag leisten konnten. Das resultierende Produkt ist eine Teststation für das Coronavirus, im Volksmund auch als “Covid-19-Test” bezeichnet. Die Teststation besteht aus einem Gehäuse, in das ein Roboterarm integriert ist. Die Kontrolle erfolgt seitens des Betreuungspersonals. Für die Durchführung der Teststationen wurde der Roboterarm Franka Emika verwendet. Hierbei ist ein kontaktloser Testvorgang gewährleistet.

Dieser Prozess wird folgendermaßen ausgeführt: Der Roboterarm greift eine sterile Plastikschiene (Maske), die eine gewölbte Öffnung aufweist, und platziert sie in eine viereckige Öffnung des Gehäuses. Die Maske passt sich dieser Öffnung direkt an, sodass ein Verrutschen ausgeschlossen werden kann.

Nach Anbringung der Maske am Gehäuse ist die gewölbte Öffnung der Maske vom Patienten bzw. der Patientin zu umschließen. Der Patient oder die Patientin betätigt auf der rechten Seite ein Pedal, um anzuzeigen, dass er oder sie für den Abstrich bereit ist. Mittels langsamer Bewegung führt der Roboterarm ein Teststäbchen in den Mund des Patienten oder der Patientin ein. Sollte der Abstrich nicht tief genug eindringen oder der Patient oder die Patientin das Gefühl haben, dass es nicht richtig durchgeführt wurde, kann zur Wiederholung ein zweites Pedal auf der linken Seite gedrückt werden. Nach erfolgter Durchführung des Abstriches ist das Betätigen des rechten Pedals erforderlich, um den Prozess zu finalisieren.

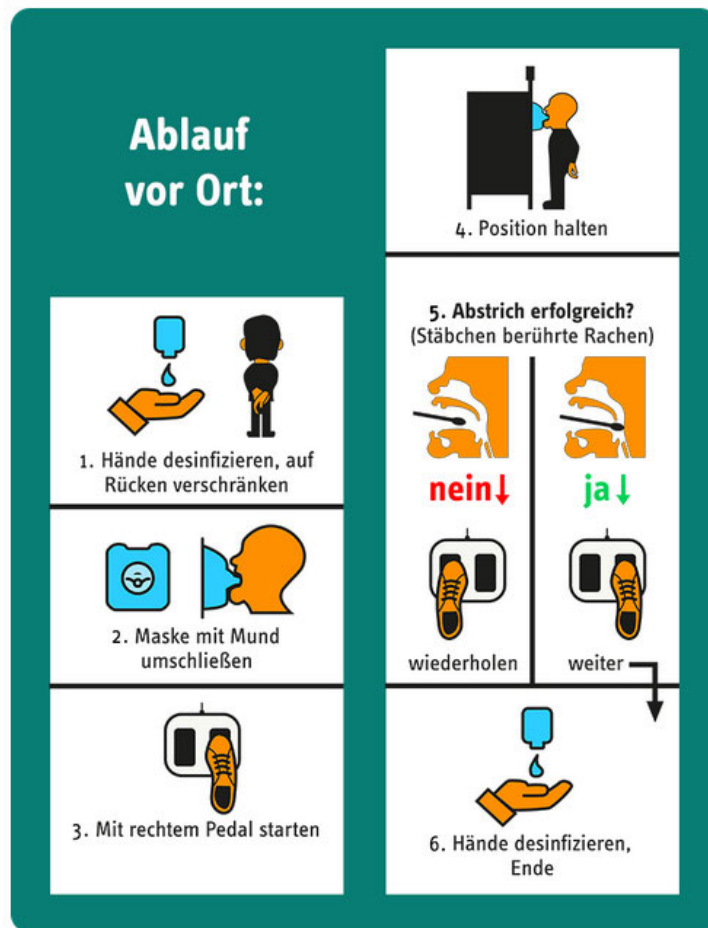


Abbildung 1.15: Einweisung in die Durchführung des Covid Tests.[2]

Das System ist mit dem einfachen Franka-Emika-System vergleichbar. Der Master Controller ist in dem Gehäuse der Teststation untergebracht. Hierdurch wird sichergestellt, dass sowohl der Patient bzw. die Patientin als auch

die betreuende Pflegekraft während des Prozesses vor einer Gefährdung durch Kabel bewahrt werden. Das System ist lediglich mit einem Kabel ausgestattet, das für die Verbindung mit einem Personal Computer oder Laptop vorgesehen ist. Durch die Verwendung dieses Kabels wird der Prozess initialisiert. Im Gegensatz zum Roboterarm im Kapitel 1.1, der für verschiedene Prozesse konzipiert ist, ist dieses System ausschließlich für diesen spezifischen Prozess ausgelegt. Dies impliziert, dass das Gerät so konfiguriert wurde, dass der Anwender lediglich das System starten, die Probe des Patienten oder der Patientin entnehmen und den Schnelltest durchführen muss.



Abbildung 1.16: Die Teststation mit dem Roboterarm Franka Emika.

Der Roboterarm selbst befindet sich hinter einer Vergitterung (*Abbildung 1.16*). Es besteht die Möglichkeit, die vorliegende Vergitterung zu öffnen. Diese Vorgehensweise ermöglicht die Reinigung des Systems. Es wird empfohlen, das System täglich vor dem Betrieb einer Reinigung und Desinfektion zu unterziehen. Die Pinzette, welche der Panda zur Aufnahme der Teststäbchen und der Maske verwendet, wird vor jedem Test in einem Ultraschallbad gereinigt. Der Prozess, welcher durch den Roboterarm autonom durchgeführt wird, ist in das Programm integriert. Dies impliziert, dass die betreuende Pflegekraft keine zusätzlichen Aufgaben übernehmen muss. Die Initialisierung der Teststation erfolgt durch die Aktivierung des An-/Aus-Schalters, welcher sich unter der Arbeitsfläche befindet (*Abbildung 1.16* außen rechts im Bild). Der hier vorliegende Aktivierungsschalter ist als der entsprechende An-/Aus-Schalter beim Controller zu identifizieren. Des Weiteren befinden sich an der Außenseite dieses Arbeitsraums ein Notausschalter, ein weiterer Aktivierungsschalter und ein Schlüsselschalter. Der blaue Schalter fungiert als Notausschalter für Notfälle, während der blaue Schalter unmittelbar daneben für den Start des einzelnen Tests vorgesehen ist. Der Schlüsselschalter dient dem Start des gesamten Systems. Auf dem Boden, unter der Arbeitsfläche, befinden sich Pedale, die spezifische Teilaufgaben aktivieren. Zu den

Teilaufgaben zählen etwa das Entnehmen des Teststäbchens oder der Maske. Nach dem Start des Systems wird die Aufgabe zunächst gescannt. Die Bewegung des Roboterarms nimmt ihren Anfang. Zunächst wird die Desinfektion durchgeführt. Im vorliegenden Kontext steht es der betreuenden Person (Pflegekraft) frei, sich die notwendige Zeit zu nehmen, um die Maske zu desinfizieren und sie in die Öffnung unter der Arbeitsfläche zu legen. Die Maske ist so einzulegen, dass die Wölbungen nach unten gerichtet sind. Des Weiteren sind seitliche Schlitzte vorhanden, in welche die Maske eingelegt werden kann. Die Aktivierungspedale veranlasst den Roboterarm dazu, die Maske zu holen und sie in die Öffnung zu legen, die sich in Richtung des Patienten bzw. der Patientin befindet. Parallel dazu wird das Stäbchen durch die Pflegekraft vorbereitet. Bei Befestigung der Maske an der Öffnung wird durch Druck auf die Aktivierungspedale das Abholen des Stäbchens initiiert.

Wenn das Stäbchen beim Patienten oder Patientin angekommen ist, übernimmt dieses Testperson auch den weiteren Testvorgang (*Abbildung 1.15*). Nach Durchführung des Tests steuert der Roboterarm das Stäbchen zurück zur Pflegekraft. Das Entnehmen des Stäbchens erfolgt wiederum durch Betätigung der Pedale. Der Testvorgang mit dem Robotersystem ist somit abgeschlossen. Im Anschluss wird die Stäbchenprobe von der Pflegekraft bearbeitet und ausgewertet. Die verwendete Maske wird in diesem Fall entsorgt und der Prozess kann mit einem neuen Patienten oder einer neuen Patientin neu begonnen werden. Bei eventuellen Fehlermeldungen oder anderen Störungen des Prozesses, startet das System den Prozess vom Anfang.

1.3 Das Telemedizinssystem

Insbesondere in Pandemien ist das medizinische Personal bei der Behandlung potenzieller Infizierter Patienten hohen Risiken ausgesetzt. Im Rahmen des Projekts ProteCT erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler robotergestützte Lösungen für Behandlungen aus Distanz. Ein Roboterarm, der über eine hohe Sensibilität verfügt und ferngesteuert wird, unterstützt die Messung der Vitalfunktionen wie Temperatur, Blutdruck und Puls. Zudem wird es Ärztinnen und Ärzten ermöglicht, den Mund- und Rachenraum ihrer Patientinnen und Patienten aus sicherer Entfernung zu untersuchen. Der Einsatz solcher Lösungen der Tediagnostik gewährleistet in Krisensituationen mit hohem Infektionsgeschehen die Stabilität des Gesundheitssystems.



Abbildung 1.17: Diagnostik und Therapie aus Distanz.[3]

Es erfolgte bereits eine Untersuchung zur Klärung der Frage, ob das System dazu in der Lage ist, die gestellten Aufgaben zu bewältigen, und wie hoch die Zuverlässigkeit der erzielten Ergebnisse ist. Zu diesem Zweck wurden zehn gesunde Probandinnen und Probanden im Universitätsklinikum rechts der Isar untersucht. Die Testpersonen unterzogen sich dazu in einer großflächig mit Hightech-Geräten ausgestatteten Kabine einer umfangreichen Diagnostik, wobei sie keinen direkten Kontakt zu Medizinerinnen und Medizinern hatten. Die Untersuchung folgte dabei einem festen Ablauf: Ein Arzt führte zunächst per Videoschleife ein Anamnesegespräch mit den TestpatientInnen. Die ProbandInnen führen einfache Untersuchungen selbst durch, wobei sie von Videoanleitungen unterstützt werden. Die Untersuchungen umfassen das Messen von Körpertemperatur, Blutdruck und Sauerstoffsättigung.

Im Anschluss an die Basisdiagnostik erfolgte die Untersuchung der TestpatientInnen im Stehen und Liegen durch einen der beiden Hightech-Roboterarme. Es sei darauf hingewiesen, dass die vorliegende Untersuchung nicht automatisiert durchgeführt wurde. Die Steuerung der Roboterarme erfolgt durch Ärzte und Ärztinnen, die dazu eine Steuerungskonsole in einem Kontrollraum verwenden. Dank der Kameras, die in der Kabine installiert sind und Livebilder auf zwei Monitore in dem Steuerungsraum übertragen, hat der Untersuchen-

de die Testperson dabei stets gut im Blick und kann sie auch hören. Um einen natürlichen Klangeindruck zu erzeugen, sind Raummikrofone an der Decke der Kabine angebracht.

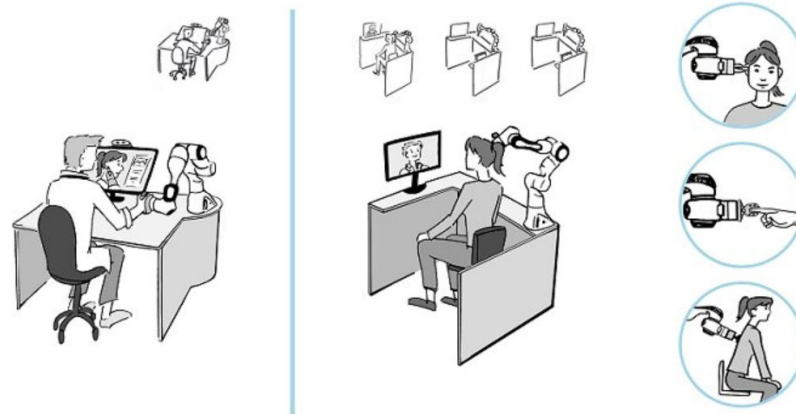


Abbildung 1.18: Telemedizinisches System [4]

Der Roboterarm ist mit drei Aufsätzen ausgestattet, die es ihm ermöglichen, Herzschläge aufzuzeichnen, den Bauch zu ertasten und die Brust zu klopfen und abzuheören. Letzteres ist eine einfache Methode, um Anzeichen einer Lungenentzündung zu erkennen. Die Aufsätze sind mit Membranen, in einigen Fällen mit Minimikrofonen und insbesondere mit sensiblen Kraftsensoren ausgestattet. Es wird verhindert, dass die Roboterfinger eine übermäßige Kraft aufbauen. Bei der Bewegung des Untersuchenden in Richtung der Steuerungskonsole wird ein zunehmender Widerstand spürbar. Die Stärke des Widerstands kann dabei präzise eingestellt und angepasst werden.

Selbst eine kontaktarme Blutabnahme in der Kabine ist möglich. Zur Durchführung des Experiments ist in der Glaswand eine Schleuse integriert, in welche die Testperson ihren Arm einführt. Die Untersuchung von Mund und Rachen sowie der Corona-Abstrich erfolgten schließlich mit dem zweiten Roboterarm. Die Testperson nimmt dabei auf einem Hocker Platz, der es ihr jederzeit erlaubt, sich nach hinten wegzudrehen, sollte sie während der Untersuchung Angst oder Schreck verspüren. Zudem liegt die Entscheidung, wann der Roboter seine Arbeit aufnimmt, beim Menschen. Durch Betätigung eines Pedals wird der Roboter in Bewegung gesetzt. Im Anschluss wird ein Abstrichtupfer in den offenen Mund der Testperson eingeführt und ein Rachenabstrich in kreisenden Bewegungen durchgeführt.

In der Fortbildung für Lehrkräfte wurde das System PARTI vorgestellt.

Das PARTI-System (Platform for Advanced Remote Tele-Interaction) stellt das technologische Gegenstück zum Assistenzroboter GARMI dar und fungiert als hochmoderne Teleoperationszentrale der Technischen Universität München (TUM). Entwickelt am Munich Institute of Robotics and Machine Intelligence (MIRMI), dient es primär dazu, eine Verbindung zwischen menschlicher Expertise und robotergestützter Assistenz zu etablieren. Mithilfe einer Internetverbindung wird es medizinischen Fachkräften oder Pflegepersonal ermöglicht, den Roboter aus der Distanz zu kontrollieren, sofern die autonome Funktionalität der Maschine die Anforderungen in der spezifischen Situation übersteigt.

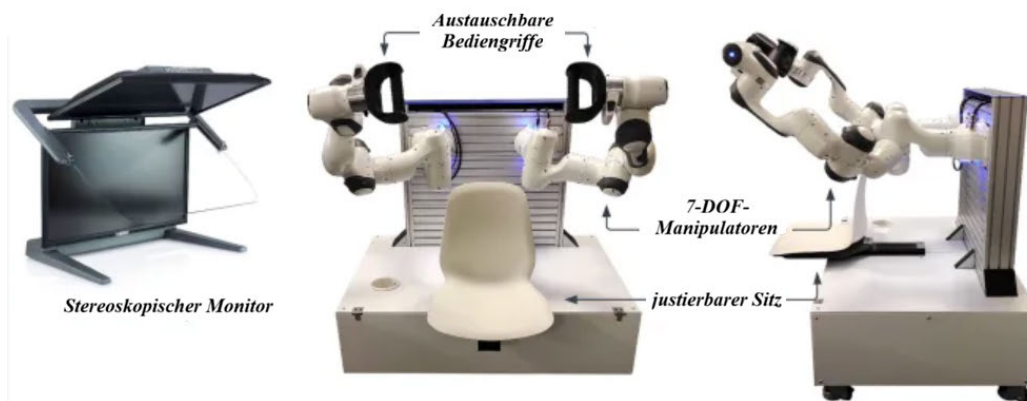


Abbildung 1.19: Die Aufbaustruktur des PARTI Systems.[5]

Ein zentrales Merkmal des Systems ist seine multimodale Schnittstelle, die eine besonders feinfühlig Interaktion erlaubt. Der Einsatz von Force-Feedback-Technologie ermöglicht es der steuernden Person, die Widerstände und Kräfte, die der Roboter vor Ort erfährt, physisch zu spüren. Diese haptische Rückkopplung ist von essenzieller Bedeutung für die Sicherheit und Präzision medizinischer Untersuchungen, wie sie etwa bei Ultraschalluntersuchungen durchgeführt werden, oder für die direkte Anreicherung von Gegenständen an einen Menschen.

Im Kontext der Geriatrie zielt das PARTI-System darauf ab, die pflegerische Versorgung im ländlichen Raum oder im häuslichen Umfeld zu sichern. Es ermöglicht eine Telepräsenz, bei der die Distanz zwischen Arzt und Patient technisch überbrückt wird, ohne dabei auf die notwendige menschliche Intuition und Entscheidungsfähigkeit zu verzichten. Das System leistet somit einen signifikanten Beitrag zur Förderung der Autonomie älterer Menschen und zur Entlastung des Pflegepersonals durch effiziente, standortunabhängige Einsatzmöglichkeiten.

1.4 Das Frühmobilisierungssystem

In diesem Kontext wird die Relevanz der Frühmobilisierung explizit dargelegt. Die vorliegende Untersuchung befasst sich mit den Auswirkungen, die ein längerer Klinikaufenthalt mit Bettruhe für die Gesundheit und das Wohlbefinden von Patientinnen und Patienten haben kann. Eine ausgedehnte Bettlägerigkeit sowie Immobilisierung können gravierende Konsequenzen für das Herz-Kreislauf-System, das Gehirn und den Bewegungsapparat nach sich ziehen. Hierzu zählen unter anderem der Verlust von Muskelmasse und -kraft. Es sei darauf hingewiesen, dass derartige Komplikationen die Körperfunktionen des Patienten oder der Patientin nach der Entlassung maßgeblich beeinträchtigen können. Frühmobilisierung bei intensivpflichtigen Patienten hat einen positiven Einfluss auf deren Bewusstsein, motorische und kognitive Leistungsfähigkeit und die langfristige Prognose des Rehabilitationsergebnisses. Im Rahmen der Frühmobilisierung sind die Lagerung und der Transfer in den Sitz an der Bettkante, den Stand oder den Gang sowie passive und aktive Bewegungsübungen von essentieller Bedeutung.

Die Durchführung dieser Art der Mobilisierung erfolgt mittels spezieller Geräte. In der Regel ist jedoch ein Transfer des Patienten auf ein anderes Therapiegerät erforderlich. Dieser ist mit einem erhöhten Zeit- und Ressourcenbedarf sowie zusätzlichen Risiken für den Patienten und das Pflegepersonal verbunden. Das hier präsentierte System ermöglicht die Bereitstellung der Therapie unmittelbar am Bett des Patienten, wodurch das Problem des Transfers umgangen werden kann. Sowohl die Mobilisierungstherapie als auch die Vertikalisierung werden am Patientenbett durchgeführt. Das System erweist sich somit als eine wirksame Mobilisierungsmaßnahme, mit der folgende Effekte erzielt werden können:

- Verringerung des Dekubitusrisikos
- Erhalt von Muskelmasse und Knochendichte
- Verbesserung der Atemfunktion
- Verbesserung der Verdauung
- Förderung der Vigilanz durch Lageveränderung
- Anregung des kardiovaskulären Systems
- Reduktion des Deliriumrisikos auf der Intensivstation
- Verringerung des Thromboserisikos

Ein wesentliches Ziel, das mit diesem System verfolgt wird, ist die Unterstützung von Pflegefachkräften bei der Betreuung ihrer Patienten. Die Auszubildenden, die als künftige Nutzer solcher Systeme fungieren, erlernen im Seminar den ergänzenden Einsatz dieser Systeme zur manuellen Therapie. Dadurch wird es möglich, mehrere Therapieziele simultan zu verfolgen. Dabei ist es essenziell, dass den Beteiligten bewusst wird, dass derartige Systeme lediglich als Unterstützung und nicht als Ersatz für ihre Funktion dienen sollen.

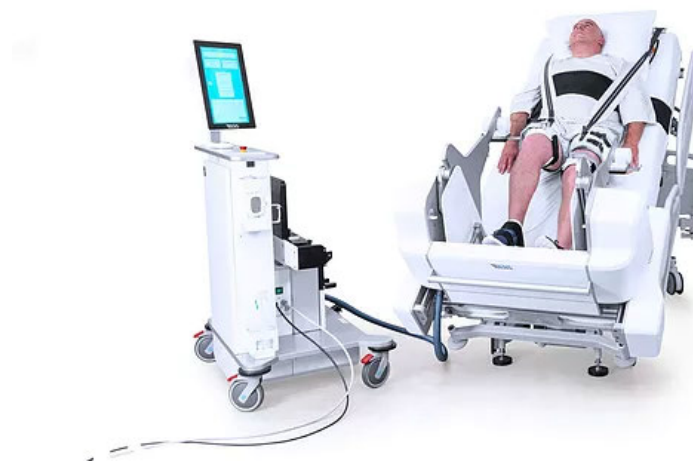


Abbildung 1.20: VEMO[®] System kombiniert stufenlos einstellbare Vertikalisierung mit robotergestützter Beinbewegungstherapie in einer sicheren Umgebung. Quelle bereitgestellt von Reactive Robotics[©]

Das System ist eine mobile *Docking Station*, die an das Krankenbett ange-dockt werden kann. Somit ist es für den Patienten oder die Patientin nicht notwendig, das Bett zu verlassen. Diese Vorgehensweise erleichtert die Prozedur, da der Patient oder die Patientin nicht gehoben werden muss. An den Seiten des Bettes befinden sich Öffnungen, in die Schienen eingeführt werden können, die eine Verbindung zwischen dem System und dem Bett ermöglichen. Die Steuerung des Systems erfolgt mittels eines Touchscreens. Die Software ist so konzipiert, dass sie schrittweise Anweisungen gibt, die explizieren, welche Schritte zu unternehmen sind. Dies sorgt für eine hohe intuitive Benutzerfreundlichkeit.

Die Vorbereitung des Patienten für die Behandlung erfolgt durch das An-bringen von an die Oberschenkel angrenzenden Andockschlaufen, die eine

ähnliche Funktion wie Bandagen erfüllen. Die Bandage wird von zwei Fingerbreiten über dem Kniegelenk des Patienten angebracht. Nach Anbindung des Systems an das Bett können die Greifer des Robotersystems manuell an die Bandagen angebracht werden. An den Seiten der Greifer ist eine Skala angebracht. Die Werte geben dem System an, wie die stationäre Liegeposition des Patienten (vollständig ausgestreckt) definiert ist. Die Verbindung zwischen dem System und dem Bett ermöglicht dem System die Erfassung der Bettposition und damit die Steuerung des Bettes. Darüber hinaus werden Stützpolster unter dem Patienten angebracht, die die Kraft nach unten zusätzlich dämpfen, wenn das System vertikal hochgefahren wird. An den Füßen werden Schnallen angebracht, die den Druck auf die Pedale des Systems zu dämpfen.

Wenn der Patient oder die Patientin in Behandlungsposition ist, kann das System gestartet werden. Abhängig von der gewünschten Behandlung wird die Zeit, der Positionswinkel und die Kraft eingestellt. Hierbei ist der maximale Winkel der Ausrichtung des Betts 70° . Die Unterstützungskraft lässt sich zwischen 0 und 100% einstellen, wobei bei 0% der Patient/die Patientin die Bewegung komplett alleine durchgeföhrt.

Im Falle eines Notfalls besteht die Möglichkeit, das System innerhalb weniger Sekunden zu deaktivieren, um den Patienten oder die Patientin unverzüglich adäquat versorgen zu können. Wird seitens des Patienten oder der Patientin die Wirkung des Systems abgelehnt, meldet das System einen Fehler. Dieser befindet sich auf dem Touchscreen und informiert die Pflegekraft über die erforderlichen Maßnahmen, um den Prozess fortzusetzen oder zu unterbrechen. Die intuitive Software ermöglicht eine effiziente Vor- und Nachbereitung des Systems innerhalb weniger Minuten.

1.5 Klinische Robotersysteme

Klinische Robotersysteme haben den Sprung aus der Theorie in die Praxis geschafft und revolutionieren heute den Gesundheitssektor. Durch ihre enorme Präzision entlasten diese Systeme das Fachpersonal bei komplexen oder körperlich anstrengenden Aufgaben erheblich. Der technologische Fortschritt fungiert in diesem Kontext als Instrument zur Arbeitserleichterung: Roboter übernehmen die grundlegenden und administrativen Aufgaben, während der Mensch die zentrale Rolle in der Pflege behält. Das Resultat ist eine effizientere Versorgung, die dem Personal wieder Raum für echte Empathie und individuelle Patientenbetreuung gibt.

Im Rahmen der Lehrerfortbildung wurden zwei Systeme präsentiert, die ihre Anwendung im klinischen Bereich finden. Zu einem späteren Zeitpunkt wird zu erörtern sein, ob sich die Systeme unmittelbar vorteilhaft für das Pflegepersonal auswirken oder ob sie lediglich als kostspieliges Instrument in der Chirurgie betrachtet werden können.

1.5.1 Das SASHA System

Das am Fachbereich für Chirurgie der TUM entwickelte System, das den Namen SASHA-OR-System trägt und die Abkürzung für *Situation Aware Sterile Handling Arm for the Operating Room* darstellt, ist ein Forschungsroboter, der als intelligenter OP-Assistent fungiert. Das Projekt, das von der Forschungsgruppe MITI am Klinikum rechts der Isar koordiniert wird, zielt darauf ab, das chirurgische Team zu entlasten, indem es die Funktion eines instrumentierenden Assistenten übernimmt.

Die Besonderheit von SASHA liegt in seiner Fähigkeit zur antizipativen Zusammenarbeit. Mithilfe von künstlicher Intelligenz und Computer Vision analysiert der Roboter den aktuellen Operationsfortschritt und kann das benötigte Instrument oft schon bereitstellen, bevor der Chirurg danach greift. Das System weist gegenwärtig eine Vorhersagegenauigkeit von circa 70% auf und trägt zur Optimierung des Arbeitsflusses sowie zur Gewährleistung eines beruhigten Operationsumfelds bei. Sollte die KI den nächsten Schritt nicht korrekt vorhersehen, lässt sich SASHA flexibel per Sprachsteuerung dirigieren.

Aus technischer Perspektive verbindet das System modernste Sensorik mit spezieller Hardware für den Einsatz im Sterilbereich, um eine unmittelbare Anwendung am Operationstisch zu ermöglichen. SASHA wurde speziell für den Einsatz in sterilen Umgebungen konzipiert. Ein wesentlicher Aspekt seiner Funktionalität besteht darin, dass er Instrumente nicht nur anreicht, sondern nach dem Gebrauch auch wieder entgegennimmt und sicher ablegt. Der Fokus auf Embodied AI – also KI, die physisch mit ihrer Umwelt interagiert – markiert einen bedeutenden Fortschritt hinsichtlich der Automatisierung unterstützender Tätigkeiten in der Hochleistungsmedizin.

Im Zentrum des Systems steht der Roboterarm Franka Emika, der an einer mobilen Basis oder direkt am OP-Tisch befestigt wird. Das Herzstück des Systems bildet ein eigens konstruierter Greifer, welcher dazu konzipiert wurde, eine Vielzahl unterschiedlicher chirurgischer Instrumente – von feinen

KAPITEL 1. DIE ROBOTERSYSTEME

Klemmen bis hin zu Scheren – präzise und sicher zu greifen. Da der Roboter direkt im sterilen Bereich am Patienten arbeitet, ist der gesamte Arm in ein spezielles, steriles Cover (Drape) gehüllt. Der Greifer selbst ist entweder autoklavierbar (hitzesterilisierbar) oder verfügt über Einweg-Komponenten, um den strengen Hygienevorschriften zu entsprechen. Der Roboter ist mit Kraft-Momenten-Sensoren in den Gelenken ausgestattet. Diese Sensoren erkennen, wenn der Roboter auf ein Hindernis oder einen Menschen trifft. In diesem Fall stoppt der Roboter die Bewegung sanft ab, um Verletzungen oder Beschädigungen zu vermeiden.



Abbildung 1.21: Das SASHA System in der Anwendung.[7]

Um dem System die Wahrnehmung der Vorgänge im Operationssaal zu ermöglichen, bedarf es der Bereitstellung entsprechender *Sinne*. Die Realisierung erfolgt durch eine Kombination aus Kameras und Sensoren. Der Roboter identifiziert die auf dem Ablagetisch befindlichen Instrumente mittels eines Kamerasystems, das auf der Technologie der Computer Vision basiert. Hierdurch wird die Position der Instrumente bestimmt. Das System überwacht den Fortschritt der Operation, wobei häufig die Analyse des Videostreams von Endoskopen oder externen Raumkameras erfolgt. Die KI erwirbt auf die-

se Weise Kenntnis über die jeweilige Phase des chirurgischen Eingriffs (beispielsweise Präparieren, Nähen oder Klammern). Die Erfassung der Sprachbefehle des Chirurgen erfolgt durch ein Mikrofon, welches die Befehle an eine Spracherkennungssoftware weiterleitet. Die Software verarbeitet die Befehle, um manuelle Korrekturen oder spezifische Wünsche des Chirurgen entgegenzunehmen.

Das System SASHA fungiert als eine Art zusätzlicher Assistent, der durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen in der Lage ist, Bewegungen zu erkennen und zu verstehen, welche Aktionen in welcher Reihenfolge ausgeführt werden müssen.

1.5.2 Das AURORA System

Das AURORA-System (Auto-navigierende Robotische Operations-Assistenz) ist ein zukunftsweisendes Forschungsprojekt der TUM, das darauf abzielt, die Effizienz im Operationssaal durch automatisierte Assistenz zu steigern. Unmittelbar im Fokus steht dabei die Unterstützung des Personals, das nicht in der sterilen Umgebung arbeitet, sondern als sogenannte *Springer* Material bereitstellt. Der mobile Serviceroboter ist darauf spezialisiert, eigenständig sterile Materialien aus Lagerräumen zu beschaffen, diese zum OP-Tisch zu transportieren und die Verpackungen dort fachgerecht bereitzustellen.

Die technologische Grundlage von AURORA bildet eine Kombination aus einem feinfühligen Roboterarm, der bereits im Kapitel 1.1 beschrieben wurde. Ein besonderes Merkmal ist die intuitive Interaktion zwischen Mensch und Maschine: Durch eine fortschrittliche Gestensteuerung kann das OP-Team den Roboter kontaktlos und unter Wahrung der Sterilitätsregeln dirigieren. Das übergeordnete Ziel des Munich Institute of Robotics and Machine Intelligence (MIRMI) besteht in der Entwicklung eines Roboters, der in der Lage ist, operative Prozesse vorauszusehen und Material proaktiv bereitzustellen, bevor es explizit angefordert wird.

Im Klinikum rechts der Isar wurden bereits erste erfolgreiche Praxistests durchgeführt. In simulierten Eingriffen, wie etwa einer Gallenblasenentfernung, konnte nachgewiesen werden, dass das System das medizinische Fachpersonal spürbar von Laufwegen und logistischen Routinetätigkeiten entlasten kann. Damit leistet AURORA einen wesentlichen Beitrag zur Vision des *OPs der Zukunft*, in dem Mensch und Technik in einer hochdynamischen Umgebung synergetisch zusammenwirken.



Abbildung 1.22: Das AURORA System in der Forschungseinrichtung im Klinikum rechts der Isar.

Der Aufbau und die Funktionsweise des AURORA-Systems veranschaulichen die Integration mechatronischer Komponenten in einem komplexen System, das speziell auf die hohen Anforderungen einer sterilen Krankenhausumgebung zugeschnitten ist. Eine grobe Klassifizierung des Systems ergibt eine Dreiteilung in drei funktionale Einheiten.

1. Hardware

Das System zeichnet sich durch einen modularen Aufbau aus, der eine optimale Bewegungsfreiheit im oft beengten Operationssaal ermöglicht.

- **Mobile Basis:** Der Roboter ist auf einer omnidirektionalen Plattform montiert, die in der Regel mit sogenannten Mecanum-Rädern ausgestattet ist. Diese Fähigkeit ermöglicht dem System seitliche Bewegungen oder eine Rotation um die Längsachse, was für die Navigation zwischen Operationstisch, Anästhesiegeräten und Personal von essenzieller Bedeutung ist.

-
- **Roboterarm:** Hierbei handelt es sich um den Roboterarm Franka Emika, der im Kapitel 1.1 ausführlich beschrieben wurde.
 - **Greifsystem:** Am Ende des Arms befindet sich ein spezialisierter Greifer, der sowohl starre Gegenstände (wie Instrumenten-Siebe) als auch nachgiebige Materialien (wie eingeschweißte sterile Kompressen) sicher greifen und öffnen kann.

2. Wahrnehmung und Navigation (Sensorik)

Um eine autonome Bewegung zu gewährleisten, die Kollisionen mit dem Personal oder wertvollem Equipment verhindert, bedient sich AURO-RA einer komplexen Sensorik.

- **Laserscanner (LiDAR):** Diese erfassen die Umgebung in Echtzeit und erstellen eine Karte des Raums. Der Roboter ist mit einer Hinderniserkennung ausgestattet, die es ihm ermöglicht, den Weg zum Zielobjekt und zurück zu finden.
- **Kamerasysteme (RGB-D):** Tiefenkameras sind ein System, das es ermöglicht, Personen im Raum zu identifizieren und – ein wesentlicher Aspekt – deren Gesten zu erfassen. Der Roboter ist mit der Fähigkeit ausgestattet, eine Handhebung durch eine Pflegekraft zu erkennen, um Material anzufordern.

3. Funktionsweise im Prozess (Software)

Die Arbeitsweise von AURORA folgt einer logischen Kette von Schritten, die darauf abzielt, die Sterilkette zu wahren.

- **Auftragserteilung:** Per Gestensteuerung oder Sprachbefehl erhält der Roboter den Befehl, ein bestimmtes Material (z. B. ein Nahtset) zu holen.
- **Autonome Logistik:** Der Roboter verlässt den OP-Saal, navigiert zum Sterillager, identifiziert das korrekte Material (oft unterstützt durch Barcode- oder RFID-Scanner) und nimmt es auf.
- **Steriles Anreichen:** Zurück im OP öffnet AURORA die äußere Schutzverpackung so, dass die sterile Innenseite für das Personal zugänglich wird, ohne dass der unsterile Roboter den Inhalt berührt.
- **Vorausplanendes Handeln:** Durch die Anbindung an das chirurgische Workflow-Management lernt das System mit der Zeit, zu welchem Zeitpunkt eines Eingriffs welches Material benötigt wird, und stellt dieses proaktiv bereit.

AURORA ist ein Assistenzsystem, das auf dem Prinzip der künstlichen Intelligenz basiert und als *mitdenkende* Instanz agiert. Die Kombination von präziser Feinmotorik und intelligenter Navigation ermöglicht die Automatisierung der Logistik innerhalb der Sterilzone, ohne die Sicherheit des Patienten oder die Konzentration des Chirurgen zu beeinträchtigen.

1.6 Soziale Robotersysteme

Soziale Robotersysteme markieren einen fundamentalen Wandel im Bereich der Robotik, bei dem der Fokus von der rein mechanischen Aufgabenbewältigung hin zur direkten Interaktion mit dem Menschen verschoben wird. Klassische Roboter sind darauf programmiert, in isolierten Umgebungen präzise Abläufe zu wiederholen. Soziale Roboter hingegen sind darauf ausgelegt, im menschlichen Umfeld zu agieren, soziale Signale zu interpretieren und angemessen darauf zu reagieren.

Diese Systeme agieren als kollaborative Partner, indem sie durch Wahrnehmungsfähigkeit und adaptive Algorithmen eine Verbindung zwischen digitaler Logik und menschlichem Verhalten schaffen. Der Einsatz von künstlicher Intelligenz ermöglicht die kontextbezogene Bewertung von Situationen, die Antizipation von Bedürfnissen sowie die Lösung von Aufgaben in enger Kooperation mit dem Nutzer. Der Fokus liegt demnach weniger auf dem Ersatz des Menschen, sondern vielmehr auf einer synergetischen Unterstützung, die eine Entlastung in komplexen Arbeits- oder Alltagsprozessen bewirken und die Akzeptanz von Technologie durch intuitive Bedienbarkeit erhöhen soll.

Im folgenden Abschnitt werden zwei Systeme beschrieben, mit denen die Lehrkräfte interagieren konnten.

1.6.1 PARO

Der Roboter PARO (steht für Personal Robot, was im japanischen Pa-sonal Robotto ausgesprochen wird), der in seinem Erscheinungsbild eine Sattelrobbe imitiert, zählt zu den weltweit bekanntesten Beispielen für bio-inspirierte soziale Robotersysteme. Sein Einsatzgebiet liegt primär in der pflegerischen und therapeutischen Begleitung. Das System wurde vom japanischen Forschungsinstitut AIST (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology) entwickelt, um die positiven Effekte der tiergestützten Therapie in Umgebungen nutzbar zu machen, in denen echte Tiere aus hygienischen oder organisatorischen Gründen nicht gehalten werden können.

Aus technischer Perspektive ist PARO ein hochkomplexes System, das unter seinem antibakteriellen Kunstfell mit einer Vielzahl von Sensoren ausgestattet ist. Diese können Berührungen, Licht, Audio und die Position/Lage erkennen. Dadurch ist es in der Lage, seine Umgebung wahrzunehmen und mit dem Menschen zu interagieren. PARO kann zwischen verschiedenen Formen der Interaktion zu unterscheiden, indem er sowohl taktile Reize, wie Berührungen, als auch akustische Reize, wie Rufe, erkennt. Zudem zeigt er eine emotionale Reaktion, die durch Bewegungen der Flossen sowie durch die Erzeugung realistischer Laute gekennzeichnet ist. Eine integrierte künstliche Intelligenz gewährleistet, dass der Roboter sein Verhalten sukzessive an die Präferenzen des Nutzers anpasst und somit eine individuelle Bindung etabliert.

In der praktischen Anwendung, insbesondere im Kontext der Arbeit mit Demenzerkrankten, fokussiert sich PARO auf die Reduktion von Stress, die Förderung der Kommunikation und die Steigerung des Wohlbefindens. Die Robbe fungiert als sozialer Katalysator, der Erinnerungen evoziert und Patienten dazu motiviert, wieder stärker mit ihrer Umwelt zu interagieren. Der Fokus auf psychologische und soziale Unterstützung hat dazu beigetragen, dass sich PARO international als anerkanntes medizinisches Hilfsmittel etabliert hat. Es verbindet technische Innovation und menschliche Empathie.

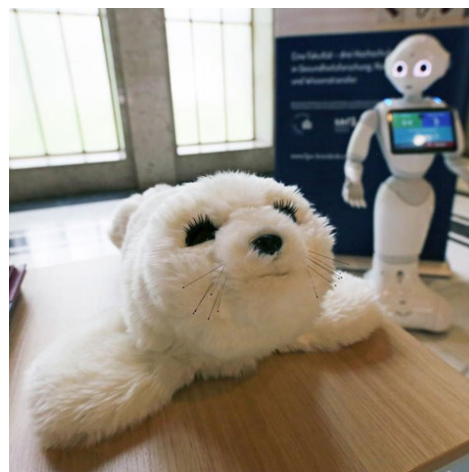


Abbildung 1.23: Die PARO Robbe soll Demenzerkrankten Menschen helfen.

1.6.2 Pepper

Pepper ist ein humanoider Roboter, der ursprünglich von der französischen Firma Aldebaran Robotics entwickelt und später durch den japanischen Konzern SoftBank Robotics weltweit bekannt wurde. Das markanteste Merkmal von Pepper ist die Fähigkeit zur Emotionserkennung. Diese resultiert aus einer Kombination von Kameras, Sensoren und künstlicher Intelligenz. Mithilfe dieser Technologie ist Pepper in der Lage, die Mimik, Gestik und Tonlage seines Gegenübers zu analysieren und seine Reaktion entsprechend anzupassen.

Im Gegensatz zu funktionalen Industrierobotern ist Pepper als Interaktionsroboter konzipiert. Pepper ist in der Lage, sich auf Rollen fortzubewegen, verfügt über bewegliche Extremitäten und ein Tablet auf der Brust zu tragen, das der Informationsdarstellung dient. Er wird in einer Vielzahl von Kontexten eingesetzt, die eine hohe soziale und kommunikative Kompetenz erfordern. Dazu zählen beispielsweise die Hotellerie, Einkaufszentren oder Bildungseinrichtungen. Dort ist er für die Betreuung und Unterhaltung der Gäste oder der Kundschaft zuständig oder er unterstützt Lehrkräfte in pädagogischen Einrichtungen. Trotz des freundlichen Designs und der kommunikativen Art des Produkts wurde Pepper 2021 eingestellt, da die Nachfrage hinter den hohen Erwartungen zurückblieb. Dennoch stellt Pepper einen Meilenstein der Service-Robotik dar, da mit kaum einem anderen System die Akzeptanz von Robotern im öffentlichen Raum so umfassend getestet wurden.

Pepper ist so konstruiert, dass er freundlich und harmlos wirkt. Der Kopf enthält das *Gehirn* (Prozessor) sowie die wichtigsten visuellen Sensoren. Er ist zur Bewegung in zwei Achsen befähigt, wobei es eine Rotation um die vertikale Achse (Nicken) sowie eine Rotation um die horizontale Achse (Drehen) ausführt. Die Arme verfügen über insgesamt 20 Freiheitsgrade (Gelenke). Die Hände sind mit berührungsempfindlichen Sensoren ausgestattet, jedoch nicht für das Heben schwerer Lasten konzipiert. Ihre primäre Funktion besteht in der Steuerung der Gestik. Auf der Brust befindet sich ein 10,1-Zoll-Touchscreen, welcher als Schnittstelle für Menüs, Bilder oder Videos dient. Anstelle von Beinen kommt bei Pepper eine omnidirektionale Basis mit drei Rollen zum Einsatz. Diese Eigenschaft bedingt eine hohe Wendigkeit, da eine Drehung in jede Richtung ohne eine mühsame Ausrichtung des Körpers möglich ist.

Die Sensorik von Pepper ist als komplexes, multimodales System konzipiert,

das es dem Gerät ermöglicht, seine Umgebung fast wie ein Mensch wahrzunehmen. Im Inneren des Roboters befinden sich zwei 2D-Kameras und eine 3D-Kamera (ASUS Xtion), welche Gesichter, Entfernungen und Bewegungen im Raum erfassen. Vier Mikrofone im Kopf des Roboters können Schallquellen orten und die menschliche Stimme isolieren.

Um eine sichere Navigation durch belebte Räume zu gewährleisten, ist der Unterkörper des Roboters mit einem Sicherheitsnetz aus Laserscannern (LiDAR) und Ultraschallsensoren ausgestattet. Diese scannen permanent das Umfeld in allen Richtungen, um Hindernisse wie Tischbeine oder Füße bereits in drei Metern Entfernung zu erkennen und Kollisionen zu vermeiden.



Abbildung 1.24: Der Pepper im Forschungszentrum des Klinikum rechts der Isar.

Für die soziale Interaktion spielen die taktilen Fähigkeiten eine besonders wichtige Rolle. In seinem Kopf und seinen Händen sind kapazitive Berührungssensoren verbaut, die es ihm erlauben, auf physischen Kontakt wie Streicheln oder Händeschütteln zu reagieren. Das System wird durch Gyroskope und Beschleunigungssensoren in seinem Inneren abgerundet, die dafür sorgen, dass

das Gleichgewicht stets erhalten bleibt und die Position im Raum präzise eingeschätzt werden kann. Die Daten werden in das NAOqi-Betriebssystem eingespeist und in Echtzeit verarbeitet, um eine natürliche und sichere Reaktion von Pepper auf sein Umfeld zu gewährleisten.

Das Betriebssystem NAOqi OS bildet das Herzstück von Pepper. Die Funktionsweise lässt sich in drei Schritte unterteilen:

1. Im Rahmen der **Wahrnehmung** (Perception) analysiert die KI mittels einer Cloud-Anbindung sowie lokaler Algorithmen die Stimmung des Gegenübers. Die Fähigkeit, Emotionen wie Freude, Traurigkeit oder Verärgerung in der Stimme eines Menschen zu erkennen, ist ein wesentlicher Aspekt der nonverbalen Kommunikation.
2. Die **Software** trifft basierend auf der Programmierung Entscheidungen bezüglich der Handlung des Avatars: Soll er einen Witz erzählen, eine Information auf dem Tablet anzeigen oder den Weg weisen?
3. Pepper verbindet Sprache mit **Körperbewegungen**. Hierbei kommt eine Technologie zum Einsatz, die den Namen *Life-Mode* trägt. Diese ermöglicht es dem Avatar, sich auch im Stand leicht zu bewegen, wodurch er lebendig und nicht wie eine Statue wirkt.

Um menschliche Emotionen zu deuten, bedient sich Pepper eines Systems namens Emotion Engine, das auf der Kombination diverser Sensordaten basiert. Der Roboter analysiert primär zwei Kanäle: die visuelle Mimik und die akustische Tonalität. Mittels seiner HD-Kameras scannt Pepper die Position von Augenbrauen, Mundwinkeln und Augenpartien, um diese mit einer internen Datenbank für Gesichtsausdrücke wie Freude, Trauer, Wut oder Überraschung abzugleichen. Parallel dazu werten die Mikrofone nicht nur die Worte aus, sondern analysieren über Algorithmen die Stimmlage, Sprechgeschwindigkeit und Lautstärke des Gegenübers, um die emotionale Intensität einzustufen. In der Software-Umgebung *Choregraphie* werden diese Informationen zusammengeführt und fließen in die Berechnung eines *Confidence Score* ein, wobei es sich um einen Wahrscheinlichkeitswert für eine bestimmte Emotion handelt. Pepper ist programmiert, dass er bei einer hohen Wahrscheinlichkeit für Trauer seine Körpersprache anpasst, z. B. so etwa durch Senken der Stimme oder das Starten eines aufmunternden Dialogs. Das Ziel dieser Technik besteht darin, eine *affektive Bindung* zu etablieren, um die Interaktion für den Menschen natürlicher und weniger maschinell erscheinen zu lassen.

Es ist von essentieller Bedeutung, sich vor Augen zu führen, dass die hier beschriebenen Robotersysteme lediglich exemplarische Meilensteine verkörpern. Ein bedeutender Anteil dieser Konzepte befindet sich derzeit noch in der Erprobungsphase oder wird in begrenzten Pilotprojekten evaluiert. Zusätzlich erschweren technische Herausforderungen, hohe Anschaffungskosten und ungeklärte ethische Fragen eine flächendeckende Anwendung im Alltag. Die Transformation eines vielversprechenden Prototyps in ein ausgereiftes und zuverlässiges Produkt, das in Krankenhäusern und Privathaushalten Anwendung findet, ist ein komplexer Prozess. Hier sieht man deutlich, dass das Ende der Produktentwicklung noch lange nicht erreicht ist, sondern ein dynamisches Forschungsfeld vorliegt, dessen wahres Potenzial sich erst in den kommenden Jahrzehnten im Zuge der Langzeiterprobung vollständig entfalten wird.

Kapitel 2

Ethik

Die Entwicklung von Künstlicher Intelligenz (KI) eröffnet ein großes neues Feld für ethische Reflektionen und Risikobewertungen. Mit zunehmender Anzahl der Anwendungsmöglichkeiten der KI werden gleichzeitig auch die ethischen Hürden erhöhen. Um einen Überblick darüber zu verschaffen, welche Kernfragen die Ethiker bei der Rechtsprechung oder Gesetzgebung bedenken sollte, wird in der Forschung häufig auf Asimovs Gesetze Bezug genommen. Diese Gesetze werden als Robotergesetze bezeichnet und sind in den Romanen des Science-Fiction-Autors enthalten[8, 9]. Diese Robotergesetze lauten:

0. Ein Roboter darf die Menschheit nicht verletzen oder durch Passivität zulassen, dass die Menschheit zu Schaden kommt.
1. Ein Roboter darf keinen Menschen verletzen oder durch Untätigkeit zu Schaden kommen lassen, außer er verstieße damit gegen das Nullte Gesetz.
2. Ein Roboter muss den Befehlen der Menschen gehorchen - es sei denn, solche Befehle stehen im Widerspruch zum Nullten oder Ersten Gesetz.
3. Ein Roboter muss seine eigene Existenz schützen, solange sein Handeln nicht dem Nullten, Ersten oder Zweiten Gesetz widerspricht[9].

Eine Betrachtung dieser Gesetze in ihrer Gesamtheit offenbart, dass ihr primärer Fokus auf dem Schutz des Lebens der Menschen liegt. Diese Gesetze sollen ausschließlich diesen Aspekt garantieren. Diese Gesetze bilden demnach den Grundstein für das ethische Anstreben der Entwicklung von Robotern und KI. [10]

Die Problematik besteht darin, dass die Implementierung solcher Systeme im Alltag nicht ausreichend ist. Betrachten wir die folgende Situation: Herr

Müller (80) ist im Besitz eines Pflegeroboters, der ihm im Alltag Unterstützung leisten soll. Der Roboter gewährleistet das Wohlbefinden und die Gesundheit von Herrn Müller, da er aufgrund seiner eingeschränkten Mobilität nur für kurze Zeit stehen kann. Eines Tages wurde in das Haus von Herrn Müller eingebrochen. Zum einen soll der Roboter Herrn Müller beschützen und seinen Anweisungen Folge leisten, zum anderen könnte es sich als unabdingbar erweisen, den Dieb im Zuge dessen bewusstlos zu schlagen, um Herrn Müller zu beschützen. Demzufolge ist festzustellen, dass durch das Handeln des Roboters ein Schaden für einen anderen Menschen verursacht wurde. Dies kann als Verstoß gegen das Erste Gesetz gewertet werden.

Der Aufbau ethischer Richtlinien im Bereich der Künstlichen Intelligenz ist ein äußerst komplexes Unterfangen. Um eine Diskussion über das Konzept der moralischen Maschine zu eröffnen, ist es erforderlich, eine Vielzahl von Aspekten zu berücksichtigen. Bei der Betrachtung der Richtlinien sollten zwei Aspekte berücksichtigt werden: der menschliche Aspekt und der Aspekt des Roboters (KI). Im Rahmen der Entwicklung von Robotersystemen, deren Implementierung im Alltag vorgesehen ist, findet die menschliche Seite eine umfassendere Berücksichtigung als die der Maschinen. Diese Schlussfolgerung erscheint evident. Die Entwicklung von Robotersystemen erfolgt mit der Intention der Unterstützung des Menschen, nicht umgekehrt. Dennoch empfiehlt es sich im Allgemeinen, auch diese Seite in die Überlegungen miteinzubeziehen[11].

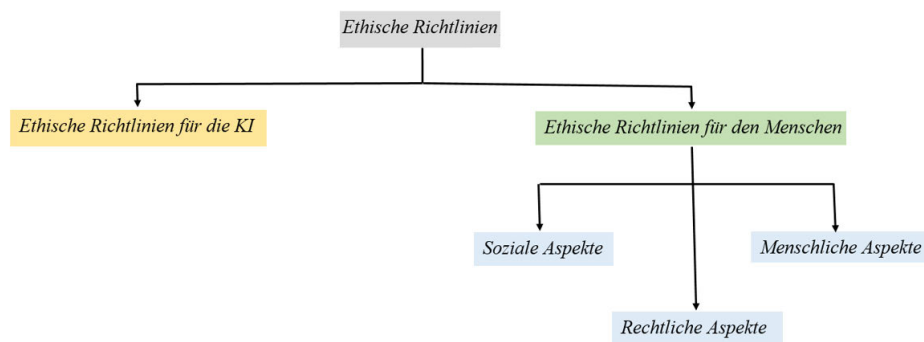


Abbildung 2.1: Eine *allgemeine* Klassifizierung von ethischen Richtlinien.

Die vorliegenden ethischen Richtlinien in Bezug auf das Wohlbefinden der Menschen lassen sich zudem unterteilen. Aus der vorliegenden Evidenz geht hervor, dass die Aspekte sozial, menschlich und rechtlich von signifikanter

Relevanz sind, siehe *Abbildung 2.1*. Soziale Aspekte berücksichtigen das gesellschaftliche Umfeld des Menschen. Dies kann beispielsweise die berufliche Tätigkeit des Subjekts bezeichnen. Die vorliegende Untersuchung befasst sich mit den Gründen, die von vielen Menschen genannt werden, wenn es um die Entwicklung von KI und Robotersystemen geht. Obwohl eine gewisse Entlastung in bestimmten Arbeitsbereichen oder sogar mehr Sicherheit zu erwarten wäre, überwiegt bei den Menschen die Angst vor Arbeitslosigkeit. Diese ist natürlich eng mit ihren existenziellen Ängsten verbunden [11].

Die rechtlichen Aspekte beziehen sich auf ethische Richtlinien, deren Ziel die gesetzliche Absicherung des Schutzes des Menschen ist. Der Schwerpunkt der Untersuchung wird dabei von der spezifischen Anwendung des Systems abhängig sein. Im Rahmen der zuvor genannten Aspekte sind insbesondere die Richtlinien wie bspw. Haftung, Verantwortung und Datenschutz von Relevanz.

Dennoch kommt den menschlichen Aspekten eine weitaus wichtigere Rolle zu. In Anbetracht der bereits vor Jahren von Asimov definierten und vorgesehenen Robotergesetze sollte eine konkrete ethische Betreuung oder Unterstützung des Menschen durch die Implementierung spezifischer Richtlinien erfolgen. Die vorstehend angeführten Aspekte beinhalten Richtlinien, zu welchen unter anderem die Aspekte Privatsphäre, Diskriminierung und Sicherheit zählen.

Generell betrachtet, umfasst diese Richtlinienkatalog alle Aspekte, die für den Menschen von essentieller Bedeutung sind. Dennoch sind derartige Richtlinien allein nicht klar genug definiert, um von einer moralisch alltäglich implementierbaren Maschine zu sprechen.

In der Entwicklung von Robotersystemen lassen sich folgende Kategorien finden, die in Zukunft zum üblichen Alltag gehören sollen:

1. Industrieroboter
2. Medizinroboter
3. Assistenz- und Pflegeroboter
4. Autonomes Fahren
5. Sozioroboter
6. Kriegeroboter

7. Cyborgs

Beide Sphären, dargestellt in *Abbildung 2.1*, sind eng mit dieser Unterteilung der Systeme verbunden. Die spezifische Ausgestaltung der Richtlinien ist dabei abhängig von der jeweiligen Anwendung. Dies ist auf unterschiedliche Regelungen, Aufgaben, Fokusgruppen, Auswirkungen und Ausführungen zurückzuführen. Demnach sollte es sechs Klassen der Unterteilung von Richtlinien geben, die in der Entwicklung eines robotischen Systems bedacht werden sollten. Es wird davon ausgegangen, dass eine Trennung der Klassen in Hinblick auf die Behandlung einzelner Aspekte vorteilhaft ist, da diese ansonsten in Widerspruch zueinander geraten könnten. Anhand von Fallbeispielen wird demonstriert, wie sich ethische Problemstellungen trotz klar definierter Richtlinien herausbilden können[11].

Im Rahmen der Pflegeausbildung wird der Fokus auf den Einsatz von Pflege- und Soziorobotern gelegt.

2.1 Klassifizierung von Richtlinien

Die Differenzierung der Richtlinien durch Klassen von Robotersystemen kann am besten mit Hilfe von Beispielsituationen behandelt werden. Die Verwendung allgemeiner Richtlinien erweist sich als problematisch, da der Aspekt der Diskriminierung beispielsweise unterschiedlich zu behandeln wäre, wenn ein Kriegs- und ein Sozioroboter in einem Vergleich zueinander betrachtet werden. Im nachfolgenden Abschnitt werden die ethischen Aspekte der einzelnen Robotersysteme einer eingehenden Betrachtung unterzogen[12].

Die medizinische Betreuung und Behandlung von Menschen unterliegt spezifischen ethischen Richtlinien. In diesem Bereich existieren bereits komplexe ethische Richtlinien, die sich mit Themen wie Schweigepflicht, Sterbehilfe und Fehldiagnosen befassen. Auch ohne den Einsatz von KI ist die Befolgung dieser Richtlinien eine Herausforderung. In der modernen Medizin werden inzwischen relativ ausgereifte Behandlungsmethoden angewandt, die auch den Einsatz bestimmter Robotersysteme umfassen[14]. In Betracht von medizinischen Aspekten gibt es einige Kernpunkte, die in ethischen Fragen bedacht werden sollten:

- **Autonomie.** Der Patient oder die Patientin hat das Recht eine Behandlung abzulehnen oder zu akzeptieren.
- **Wohlbefinden.** Der Arzt oder die Ärztin sollte im besten Interesse des Patienten oder der Patientin handeln.

-
- **Nicht schaden.** Der Arzt oder die Ärztin sollte als wichtigstes Ziel haben: *keinen Schaden zuzufügen*.
 - **Gerechtigkeit.** Die Verteilung der knappen Gesundheitsressourcen und die Entscheidung, wer die Behandlung erhält, sollte gerecht sein.
 - **Vertrauen.** Der Patient oder die Patientin sollte nicht belogen werden und hat das Recht, die ganze Wahrheit zu erfahren.
 - **Würde.** Der Patient oder die Patientin hat das Recht auf Würde[14].

Weiterhin sollte bei der Lösung jeder dieser ethischen Fragen das öffentliche, private, zivilrechtliche, Delikts-, Vertrags-, Familien- und Strafrecht miteinbezogen werden.

Es sei darauf hingewiesen, dass selbst bei dieser geringen Anzahl an Regeln, die situationsbezogen sind, Widersprüche auftreten können. So kann etwa eine hohe Autonomie mit einem geringen Wohlbefinden einhergehen. Es wird die Hypothese aufgestellt, dass für die Genesung eines Patienten oder einer Patientin eine Behandlung von essenzieller Bedeutung wäre. Der Patient oder die Patientin lehnt die Behandlung jedoch ab. Es stellt sich die Frage, welche Maßnahmen ein Arzt oder eine Ärztin ergreifen sollte, um eine Verletzung des Wohlbefindens zu vermeiden. Bereits an dieser Stelle manifestieren sich Dilemmata. In Situationen, in denen Menschen nicht wissen, wie sie handeln sollen, ist es fraglich, wie dies bei einem Roboter (KI) der Fall sein könnte[14].

Im Rahmen von Entscheidungsfindungen in den Bereichen Medizin und Pflege sind vier Kriterien zu berücksichtigen:

1. Die Tat selbst muss moralisch gut oder mindestens neutral sein.
2. Das Ziel muss eine gute Folge (Konsequenz) sein, während eine schlechte Folge nur eine Nebenwirkung sein sollte.
3. Die gute Konsequenz oder Folge darf nicht über das Schlechte erreicht werden, sondern muss aus derselben Tat resultieren.
4. Das schlechte Ergebnis darf nicht so schwerwiegend sein, dass es den Vorteil eines guten Ergebnisses aufwiegt.

Die erfolgreiche Umsetzung der Richtlinien setzt voraus, dass diese in ihrer Gesamtheit und im Detail verstanden werden. Aus diesem Grund ist es von

essentieller Bedeutung, die vorliegenden Punkte näher zu erläutern.

Das Prinzip der *Autonomie* wird als persönliche *Selbstherrschaft* definiert, die frei ist sowohl von kontrollierenden Einflüssen durch andere als auch von persönlichen Einschränkungen, die eine sinnvolle Wahl verhindern. Das Prinzip der Autonomie wird durch die Respektierung und Bewahrung der Fähigkeit von Menschen, eigenständig Entscheidungen zu treffen, aufrechterhalten. Das Prinzip der Autonomie wird demgegenüber missachtet, wenn die Fähigkeit der Menschen, eigenständig zu handeln, unnötig eingeschränkt wird[14].

Das *Wohlbefinden* konstituiert sich demnach durch die Verpflichtung, anderen bei der Förderung ihrer wichtigen oder legitimen Interessen zu assistieren. Das Konzept des Wohlbefindens lässt sich demnach in seiner Allgemeinheit als die Bereitschaft definieren, anderen zu helfen. Im Bereich der Pflege ist das Interesse der Menschen an guter Gesundheit und dem Ausschluss von Krankheiten evident. Darüber hinaus existieren jedoch weitere signifikante Interessen, wie beispielsweise die Bewahrung der Würde und eine respektvolle Behandlung[14].

Man darf weder Böses tun noch Schaden zufügen, ist die beste Beschreibung vom dritten Prinzip - *Nicht schaden*. Dies sollte das Wohlbefinden nicht als gleichbedeutend erscheinen lassen, da es subtil anders ist. Beim Wohlbefinden geht es darum, den Menschen zu helfen, während es beim *Nicht schaden* darum geht, keinen Schaden zuzufügen. In der Pflegeethik ist das Prinzip des *Nicht schaden* in der Regel strenger als das Wohlbefinden, weil es wichtiger ist, jemandem nicht zu schaden als ihm zu helfen[14].

Eine faire, gerechte und angemessene Behandlung, in dem Umfang, die der Person zusteht. *Gerechtigkeit* in diesem Sinne bedeutet also, dass die Menschen bekommen, was sie verdienen. Menschen können alles Mögliche verdienen (Belohnung, Bestrafung, Behandlung, Entschädigung, Information usw.). Das Prinzip der *Gerechtigkeit* ist also dann gewährleistet, wenn jemandem das gegeben wird, was ihm oder ihr zusteht[14].

Das Prinzip des *Vertrauens* ist, im Gegensatz zu den bisherigen Punkten, etwas komplexer. Die gesetzliche Pflicht, das Vertrauen im klinischen Umfeld zu schützen, ist gut verankert. Vertrauen impliziert die Hingabe persönlicher und privater Informationen an eine andere Person. Im Falle der Weitergabe von Informationen an eine Pflegekraft oder ein anderes Mitglied des medizinischen Personals hat der Patient oder die Patientin das Recht, an die Erwar-

tung zu glauben, dass diese Informationen ausschließlich für den ursprünglich genannten Zweck verwendet werden und nicht ohne die explizite Zustimmung des Patienten oder der Patientin an Dritte weitergegeben werden. In diesem Kontext ist es essenziell, das Vertrauen der Patienten durch adäquate Pflege zu wahren. Informationen, die im Rahmen einer beruflichen Beziehung erlangt wurden, werden außerhalb des Gesundheitspflegeteams nur mit den Patienten oder gemäß der gesetzlichen Bestimmungen ausgetauscht[14].

Wenn es um *Würde* geht, werden vier Typen unterschieden:

- Die *Menschenwürde* bezieht sich auf alle Menschen in gleichem Maße und sie kann nicht verloren gehen, solange die Person existiert.
- Die *Würde des Verdienstes* hängt vom sozialen Rang und den formalen Positionen ab. Es gibt viele verschiedene Ausprägungen von Würde des Verdienstes und sie ist unter den Menschen ungleichmäßig verteilt. Die Würde des Verdienstes existiert in vielen Abstufungen und sie ist temporär fluide.
- Die *Würde der moralischen Statur* ist das Ergebnis der moralischen Taten einer Person. Sie kann ebenfalls durch sittenwidrige Handlungen der Person gemindert werden oder verloren gehen. Diese Art von Würde ist mit der Idee eines würdevollen Charakters und der Würde als Tugend verbunden. Die Würde der sittlichen Statur ist eine Würde, die auch in Graden gemessen werden kann und sie ist auch unter den Menschen ungleich verteilt.
- Die *Würde der Identität* ist an die Integrität von Körper und Geist der Person gebunden und hängt in vielen Fällen, wenn auch nicht immer, auch vom Selbstbild der Person ab. Diese Würde kann als Folge der Handlungen von Mitmenschen kommen und gehen, aber auch als Folge von Veränderungen vom Körper und Geist der Person.

Abhängig von der Situation, in der sich die besagte Person befindet, kann ein Typ dominieren. Im Bereich der Medizin und Pflege bezieht sich dieses Prinzip der *Würde* hauptsächlich auf den ersten Typ - Menschenwürde. Natürlich können Spezialfälle auftreten, wobei die anderen Typen zusätzlich dominieren.

Im Bereich der Assistenz- und Pflegeroboter werden assistierende Technologien eingesetzt, die dem Nutzer oder der Nutzerin dabei helfen, Aktivitäten auszuführen, die dieser oder diese nicht mehr selbst ausführen kann. Die

Verwendung dieser Technologie sollte ausschließlich unter der Prämisse erfolgen, dass die Freiheit und Privatsphäre der Person gewahrt bleiben. Die Gewährleistung der Sicherheit während der Anwendung ist dabei von oberster Priorität. Die Entwicklung von Assistenzrobotern stellt einen schnell wachsenden Forschungsbereich dar, der darauf abzielt, Pflegekräfte in Krankenhäusern, Rehabilitationszentren und Kindergärten zu unterstützen und Menschen mit eingeschränkter Mobilität zu Hause zu befähigen, ihre täglichen Aktivitäten selbstständig zu erledigen. Die Notwendigkeit, in dynamischen, auf den Menschen ausgerichteten Umgebungen zu funktionieren, stellt die Forschung vor neue Herausforderungen. Assistenzroboter sollten nach dem Prinzip der Benutzerfreundlichkeit gestaltet sein, eine hohe Anpassungsfähigkeit aufweisen, eine hohe Nachgiebigkeit gewährleisten und für den Menschen sicher sein. [14, 16, 17, 18]

Die Frage, inwiefern sich Selbstbestimmung und Würde in diesem Fall bemerkbar machen, kann nur nach einer Diskussion, z. B. in einer Fokusgruppe und deren Erfahrungen präzise formuliert werden. Im Falle der Priorisierung der Gesundheit des zu betreuenden Menschen durch einen Assistenzroboter stellt sich die Frage, welche Auswirkungen dies auf die Selbstbestimmung hat. Betrachten wir hierzu ein Beispiel: Frau Freitag zeigt eine Präferenz für scharfes und sehr würziges Essen. Ihr Arzt legte ihr jedoch nahe, auf diese Art der Ernährung zu verzichten. Dennoch ist der Appetit stärker und Frau Freitag bittet ihren Roboter, ihr dieses Essen zu bestellen (bringen). Im Falle der Verweigerung des Wunsches durch den Roboter stellt sich die Frage, wo in diesem Szenario Selbstbestimmung möglich ist. Im Falle einer derartigen Handlung würde er jedoch seiner Verpflichtung, die Gesundheit der Person zu schützen, nicht nachkommen. Selbstbestimmung wird höher bewertet als der Schutz der anvertrauten Person.

In den meisten Fällen befindet sich der Roboter innerhalb der sozialen Interaktionsdomäne des Nutzers oder der Nutzerin, in der eine direkte Interaktion über Sprache, Gestik und Körperbewegung stattfindet. Der Einsatz von Soziorobotern wirft eine Reihe ethischer Fragen auf, die in den psychologischen, emotionalen und sozialen Bereich fallen. Da Sozioroboter eine Kategorie von Medizinrobotern darstellen, werden in dieser Arbeit unter anderem die Prinzipien der Medizinroboter mit einbezogen. Die ethischen Implikationen sind in diesem Kontext als hochkomplex zu erachten[13]. Die folgenden Punkte sind in diesem Zusammenhang von Relevanz[15]:

- **Verbundenheit.** In diesem Zusammenhang ist es von Relevanz, dass eine emotionale Bindung zwischen Nutzer:in und Roboter besteht. Die

Abwesenheit eines Roboters kann beispielsweise im Falle von Demenz oder Autismus zu Verzweiflung führen. Dennoch finden Roboter in ebenjenen Bereichen häufig Anwendung.

- **Täuschung.** Dieser Effekt kann durch den Einsatz von Robotern entstehen, wenn der Roboter bspw. das Verhalten von Haustieren nachahmt (wie zum Beispiel die Robbe *Paro*).
- **Vorsicht.** Das Problem betrifft sowohl die Nutzer als auch die Betreuer, da beide über die Risiken und Gefahren im Zusammenhang mit dem Einsatz von Robotern informiert werden müssen. Die Transparenz, die vorgibt, dass zum jeweiligen Zeitpunkt der Anwendung der Nutzer oder die Nutzerin darüber informiert sein muss, wo die Grenzen des Roboters liegen, steht damit in enger Verbindung.
- **Roboterautorität.** Ein Sozioroboter, der z. B. als *Therapeut* fungiert, erhält die gleiche Autorität, die er auf den Patienten oder die Patientin ausüben kann. Die ethische Fragestellung, die sich in diesem Kontext stellt, ist demnach, wer die Art, das Niveau und die Dauer der Interaktion kontrolliert. Im Falle einer von Müdigkeit oder Schmerzen bedingten Unfähigkeit zur Fortführung einer Übung durch den Patienten oder die Patientin, wäre ein menschlicher Therapeut dazu geneigt, die Einstellung der Übung zu akzeptieren. Ein Roboter hingegen wäre möglicherweise nicht in der Lage, eine derartige Einstellung zu erkennen. Die vorliegende Untersuchung kommt zu dem Schluss, dass eine solche Eigenschaft auch bei einem Roboter vorliegen sollte.
- **Autonomie.** Eine psychisch gesunde Person hat das Recht, informierte Entscheidungen über ihre Behandlung zu treffen. Bei kognitiven Problemen werden diese Autonomierechte an die Person übertragen, die rechtlich und ethisch für die Therapie des Patienten oder der Patientin verantwortlich ist.
- **Privatsphäre.** Die Sicherheit der Privatsphäre während robotergestützter Interaktion und Pflege sollte stets eine primäre Anforderung sein.
- **Gerechtigkeit und Verantwortung.** Dies ist von primärer ethischer Bedeutung, um die Standardfragen der *gerechten Verteilung knapper Ressourcen und Verantwortungszuweisung* zu beachten.
- **Mensch-Mensch Bindung.** Die Roboter werden als Mittel zur Verbesserung oder Ergänzung der von den Betreuern bzw. Betreuerinnen verabreichten Therapie eingesetzt, nicht als deren Ersatz[15].

Selbst diese Richtlinien können bei der Anwendung nicht immer eine ethische Aussage hervorbringen. Auch hier ist es eine Frage der besagten Fokusgruppe und deren Prioritäten ein Situation passendes Ergebnis zu finden. Es hat bspw. sich gezeigt, dass sich die sozialen Aspekte bei autistischen Kindern besser weiterentwickeln, wenn sie mit Robotersystemen zusammenarbeiten als wenn sie mit Menschen zusammenarbeiten. Die Kinder finden einen besseren Zugang zu der Maschine und ihrer Gestik als zu der von Menschen. Doch was passiert, wenn sich die Kinder zu sehr an die Maschine gewöhnen und sich sogar emotional an sie binden?

2.2 Konzept: Ethische Richtlinien zu Pflegerobotern

Bei der Formulierung der relevantesten ethischen Richtlinien für die Anwendung von Robotersystemen sind mehrere Faktoren zu berücksichtigen. Im Folgenden wird ein *universeller Wegweiser* skizziert, der zu den wichtigsten ethischen Richtlinien beim Einsatz von Pflegerobotern helfen kann, die richtigen Fragen zu stellen:

1. Die Aufklärung des persönlichen Kontextes

- (a) Emotionale Reaktionen erkennen
- (b) Persönliche Vorurteile untersuchen
- (c) Kulturelle Werte untersuchen
- (d) Offene Kommunikation

2. Problem formulieren

- (a) Wer ist alles in das Problem involviert?
- (b) Was steht alles auf dem Spiel?
- (c) Welche zusätzlichen Informationen sind nötig?
 - i. biologische
 - ii. psychologische
 - iii. soziale
 - iv. ökonomische
 - v. rechtliche
 - vi. historische
 - vii. philosophische

viii. Pflegestandards

3. Alternative Vorschläge zum Problem

4. Evaluierung der Alternativen

- (a) Die Auswirkungen und die Durchführbarkeit jeder Alternative sollte geprüft werden.
- (b) Literaturrecherche.
 - i. Herleiten von Mustern und Prinzipien.
 - ii. Relevante Schlüsselbegriffe für das Problem suchen.
 - iii. Positive Konsequenzen und Kommentare zur besagtem Problem suchen.
 - iv. Untersuchung von Kontexten, um die Relevanz zu bestimmen.
- (c) Konsultation mit anderen.
- (d) Erkennen welche Alternative die bestmögliche ist für die Involvierten.

5. Entwicklung von einem Lösungsplan[11]

Ein Beispiel für ethische Hinterfragungen ist der Hilfsroboter GARMi¹. Seine Hauptfunktion ist die Unterstützung älterer Menschen, damit diese ein längeres, selbstbestimmtes Leben in den eigenen vier Wänden führen können. Um ethische Richtlinien für ein solches Robotersystem zu entwickeln, scheint es relevant, die Aufgaben zu untersuchen, die GARMi in Zukunft ausführen soll. Dafür werden durch Beispiele Situationen erarbeitet, die ethische Richtlinien ergeben sollten, die in solchen Bedingungen gegeben (erfüllt) sein sollten. Anhand des Promovideos *Geriatronic* soll GARMi drei Hauptfunktionen haben: Bewältigen des Alltags, Kommunikation ermöglichen und für das Wohlbefinden sorgen.

2.2.1 Beispielsituation 1: Alltag

Abhängig von ihrem Körperzustand haben ältere Menschen individuelle Bedürfnisse. Häufige Hürden im Alltag älterer Menschen sind Aufgaben wie Aufstehen, Essen zubereiten, Gegenstände aufheben usw. Oft sind es auch zeitaufwendige Aufgaben, für die eine gute Ausdauer notwendig ist. Im Video werden Alltagssituationen wie das Holen der Post, das Zubereiten von Essen,

¹Das entsprechende Video kann auf YouTube gefunden werden: <https://www.youtube.com/watch?v=vqq7S31FGFc>

das Binden von Schuhen und das Aufstehen gezeigt.

GARMI holt die Post und liest sie vor. Der ethische Schwerpunkt kann hierbei beispielsweise im Lesen des Briefes liegen. Der Inhalt des Briefes ist privat und enthält möglicherweise Daten, die nicht öffentlich sein sollten. Das bedeutet, dass die *Privatsphäre* geschützt werden sollte. Daten, die der Brief möglicherweise enthält, wie beispielsweise Sozialversicherungsnummern oder Bankverbindungen abgelegt, sollten entweder schnellstmöglich aus dem Speicher gelöscht oder gesichert werden. Deshalb sollte den Nutzern und Nutzerinnen transparent gemacht werden, dass bei der Steuerung von GARMI niemand sitzt, der sich die Daten aufschreibt oder sie in irgendeiner Form missbraucht. Dennoch sollte auch verständlich gemacht werden, dass es spezielle Fälle gibt, in denen der Zugriff Dritter nicht vorhersehbar oder eventuell nicht zu verhindern ist. Durch diese *Transparenz* können ethische Aspekte wie *Haftung* und *Verantwortung* klar formuliert werden.

Bei einem Roboter, der Essen zubereiten kann, ist die *Sicherheit* ein wichtiges Thema. Wie bei jedem anderen Gerät auch sollten hier klare Sicherheitseinweisungen formuliert werden. Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen ermöglichen eine leichtere Kontrolle des Systems. Dadurch werden sowohl der Roboter als auch der Mensch geschützt. Wenn eine solche Einweisung nicht sichergestellt wird, könnten Asimovs Gesetze gebrochen werden. Auch bei Menschen können bei Prozessen wie Essen zubereiten und Tisch (ab)decken Unfälle passieren. Laut vieler Studien passieren die meisten Unfälle im Haushalt. Dabei stellt sich die Frage: Wer übernimmt die *Haftung*, wenn einem Roboter ein Unfall im Haushalt passiert? Der Roboter sollte demnach versichert sein. Die einzelnen Punkte der Haftpflichtversicherung sollten in diesem Fall präzise dargestellt und formuliert werden. Sachbeschädigungen, wie beispielsweise Geschirr fallen zu lassen, könnten auch unter diese Unfälle fallen, da dadurch der Senior oder die Seniorin Schäden erleiden könnte (beispielsweise Schnittverletzungen durch ein zerbrochenes Glas).

Das Binden der Schuhe und das Aufstehen gehören zu den Aufgaben, die ethisch weniger angreifbar sind als andere. Dabei sollte die Sicherheit wieder im Vordergrund stehen. Zusätzlich wäre es sinnvoll zu wissen, inwiefern das Aufstehen z. B. eine tägliche Übung für die Seniorin oder den Senior darstellt. In Umfragen wird die Sorge geäußert, was passieren würde, wenn sich der Senior oder die Seniorin mit der Anwesenheit des Roboters zu sehr gehen lässt. Damit ist gemeint, dass den Robotern die Möglichkeit gegeben werden sollte, zu erkennen, ob eine Person tatsächlich Schwierigkeiten hat, eine Aufgabe auszuführen, oder ob es sich um pure Faulheit handelt. Ältere Men-

schen, die sich bewegen, bleiben länger gesund. In einer Situation der Faulheit würde die Funktion des Roboters missbraucht werden, wodurch auch beide Sphären der allgemeinen ethischen Richtlinien verletzt würden (und Asimovs Gesetze, wenn in Betracht genommen wird, dass der Mensch sich durch seine Faulheit schadet). Das bedeutet, auf der einen Seite sollte der Roboter auch Autonomie haben, die ihn entscheiden lässt ob in einem besagten Augenblick die Gesundheit oder der Wille des Nutzers oder der Nutzerin die Priorität hat. Dabei sollte jedoch berücksichtigt werden, dass die Selbstbestimmung der Nutzerin oder des Nutzers nicht beeinträchtigt wird. In dieser Situation gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder verfügt GARMI über eine so weit entwickelte künstliche Intelligenz, dass er zwischen Faulheit und einem tatsächlichen Problem unterscheiden kann. Oder die ethischen Richtlinien, die die KI schützen, definieren dies klar, wobei auch zusätzliche Faktoren der Interaktion Mensch-Maschine wie Vertrauen und Autonomie bedacht werden sollten. Die Komplexität liegt hierbei im zweiten Punkt, da die Formulierung von *Vertrauen* und *Autonomie* höchstwahrscheinlich Folgen für den Menschen und den Roboter mit sich bringen könnte. Der Grat zwischen Gut und Schlecht ist in diesem Beispiel ziemlich schmal.

Unabhängig von den dargestellten Situationen können bei dieser Anwendung von GARMI andere Umstände gegeben sein. Bei der Aufgabe „Essen machen“ können bedingte Situationen auftreten, die auch andere ethische Fragen aufwerfen. Nehmen wir an, Herr Müller (80) ist Diabetiker. Es gibt Tage, an denen er ein starkes Verlangen nach Süßigkeiten hat. Nach dem Essen möchte er ein Stück Kuchen, das ihm die Nachbarin vorbeigebracht hat. Sie hat keine Kenntnis von Herrn Müllers Zustand. In dieser Situation hätte GARMI zwei Möglichkeiten: Er befolgt den Wunsch von Herrn Müller und bringt ihn ggf. in Gefahr. Oder er verweigert den Wunsch, wobei die Autonomie von Herrn Müller eindeutig angegriffen würde. Diese Situation ist selbst für einen Menschen schwer, da er zusätzlich von seinen Emotionen geleitet werden könnte. Dennoch sollte bei der Entwicklung auch darauf geachtet werden, welche Eigenschaften die zu betreuende Person hat. In diesem Fall könnte eine transparente Aufklärung und eine im Voraus besprochene Einstellung des Systems vorteilhaft sein. Das bedeutet, dass GARMI beispielsweise maximal einen Wunsch dreimal ablehnen könnte und ihn anschließend trotzdem ausführen würde, wobei gleichzeitig der Arzt oder die Ärztin oder die Familie informiert würde. Dadurch wäre GARMI von dem Dilemma befreit, eine (lebens-)wichtige Entscheidung treffen zu müssen.

Die Komplexität der ethischen Richtlinien bei der Entwicklung von Robotersystemen wird hier deutlich. Sie ist eng mit der Individualität des Menschen

verbunden. Das Spektrum der Anwendung multipliziert sich demnach mit den Eigenschaften dieser Individualitäten.

2.2.2 Beispielsituation 2: Kommunikation

Im Alter ist die Kommunikation ein wichtiger Faktor für das psychische Wohlbefinden des Menschen. Oft mangelt es jedoch am sozialen Umfeld. Die Gründe dafür sind unterschiedlich. Meistens sind die Kinder bereits aus dem Haus und wohnen möglicherweise weit weg, die meisten Freunde sind entweder bereits gestorben oder zu schwach, um Besuche zu machen, oder sie wohnen selbst abgeschnitten von der Großstadt. Deshalb ist es wichtig, diesen Menschen die Möglichkeit zu geben, die Kommunikation besser zu pflegen. GARMI bietet ihnen nicht nur die Möglichkeit zu skypen oder zu telefonieren, sondern auch Telepräsenz.

Die Telepräsenz ermöglicht es Senioren, mit Freunden Schach zu spielen. Dadurch sind nicht nur Kommunikation, sondern auch Unterhaltung möglich. Die bei einer Telepräsenz geführte Unterhaltung sollte geschützt sein. Demnach steht der *Datenschutz* im Vordergrund. Weitere Faktoren sind Sicherheit und Autonomie. Diese Faktoren könnten sich in äußerst extremen Fällen widersprechen. Es sollte bedacht werden, dass ein autonomes Verhalten des Nutzers dazu führen könnte, dass GARMI als Waffe eingesetzt wird. Laut dem Hersteller muss die Person, die durch Telepräsenz anwesend ist, auch einen GARMI besitzen, um die andere Person steuern zu können, die dann die Schachzüge ausführt. Durch diese gegebene Möglichkeit könnte die Sicherheit der anderen Person gefährdet werden. Die Komplexität dieser Situation liegt in der doppelten Betrachtung der Systeme. Einerseits ist der autonome GARMI vorhanden und andererseits der ferngesteuerte GARMI, der die Züge ausführt.

Das Öffnen der Tür kann viele Situationen hervorrufen. Im Promovideo öffnet GARMI die Tür für die Familie. Wie sollte die Situation jedoch behandelt werden, wenn es sich um eine unbekannte Person handelt? In diesem Fall könnte das Öffnen der Tür schwerwiegende Folgen haben. Es wäre schwer, dem Senior oder der Seniorin in dieser Situation das Türöffnen zu verweigern. Das Problem könnte natürlich dadurch gelöst werden, dass GARMI alle bekannten Personen im System abspeichert. Was aber, wenn Herr Müller jemanden neuen kennenlernt oder sich der Postbote ändert? Der Schwerpunkt liegt also zusätzlich auf der Sicherheit. Eine mögliche Lösung wäre, dass GARMI durch die Eigenschaften der KI die Möglichkeit besitzt, mit dem Senior oder der Seniorin zu klären, wer hereingelassen werden kann und wer

nicht. Nach der Absprache und Identifizierung kann die Tür geöffnet werden oder geschlossen bleiben. Wenn die Tür nicht geöffnet wird, ist die Autonomie des Seniors oder der Seniorin beeinträchtigt. Dieses Problem könnte behoben werden, wenn vorab geklärt werden könnte, dass jemand zu Besuch kommt. Das wäre der sicherste Weg. Dennoch gäbe es Situationen, in denen überraschender Besuch auftaucht. Damit verbunden sind auch unvorhergesehene Situationen, wie beispielsweise das Ausbrechen eines Feuers im Wohnhaus, weswegen eine Räumung angeordnet wurde, oder das Absetzen eines Notrufs, weil Herr Müller schwindlig wurde und bewusstlos auf dem Boden liegt. Solche Situationen würden die Identifizierung zu einer schlechten Lösung des Problems machen, da die Mitarbeiter des Notdienstes oder der Feuerwehr nicht im GARMI-Speicher vorhanden sind.

2.2.3 Beispielsituation 3: Wohlbefinden

Die essentielle Funktion von GARMI ist das Erhalten des Wohlbefindens. Diese Funktion macht GARMI einzigartig und vorteilhaft im Vergleich zu bislang entwickelten Systemen. Ein solches System könnte Situationen verhindern, in denen ältere Menschen tagelang tot in ihrer Wohnung liegen.

In dem Video werden zwei Anwendungen vorgestellt. Die erste zeigt, wie tägliche Muskel- oder Gelenkübungen durchgeführt werden, die wichtig für die Bewegungsfähigkeit sind. Der Vorteil dieser Anwendung besteht darin, dass die Pflegekraft die Station nicht verlassen muss und die Person nicht in der Praxis empfangen werden muss, um die Übungen durchzuführen. Dadurch wird Zeit gespart, die die Pflegekraft für andere Aufgaben nutzen kann, die eventuell lebenswichtiger sind. Zusätzlich kann die Pflegekraft durch die Telepräsenz einschätzen, ob der Senior oder die Seniorin zu erschöpft ist, um die Übungen auszuführen. In diesem Fall müssen keine zusätzlichen Maßnahmen in der Funktion des Roboters vorgenommen werden. Bei der Ausführung von solchen Aufgaben stehen *Datenschutz* und *Vertrauen* im Mittelpunkt.

Etwas komplexer ist die Situation, wenn es dem Senior oder der Seniorin nicht gut geht und der Arzt oder die Ärztin hinzugezogen wird. Mit der Fernsteuerung wird GARMI bedient und es werden erste Messungen durchgeführt, die zu einer ersten Diagnose führen. In einer solchen Situation sollten Privatsphäre und Datenschutz vorab geregelt sein. In diesem Verfahren werden Krankendaten des Seniors oder der Seniorin verwendet, um die erste Diagnose schnell und effektiv durchführen zu können. Die Privatsphäre hängt hier eng mit der Würde zusammen. Je nachdem, in welchem Zustand sich die Person befindet, könnten sowohl die Privatsphäre als auch die Würde

beeinträchtigt sein. Deshalb ist es wichtig, Vorkehrungen zu treffen, die das Verhalten des Arztes bzw. der Ärztin in diesem Vorgehen so definieren, dass diese ethischen Aspekte nicht beeinträchtigt werden.

Ein weiterer Aspekt, der in dieser Situation berücksichtigt werden sollte, sind Autonomie und Vertrauen. In den ethischen Richtlinien für Medizinroboter wird erläutert, dass jede Patientin und jeder Patient das Recht hat, eine Behandlung abzulehnen. Selbstverständlich beruhen diese Richtlinien viel mehr auf dem Verhältnis Arzt-Patient als auf dem Verhältnis Roboter-Mensch. Dennoch sollte in solchen Situationen auch Vertrauen in die Maschine bestehen. In Situationen, in denen der Arzt oder die Ärztin nicht anwesend ist und GARMI dem Senior oder der Seniorin beispielsweise gewisse Medikamente geben muss, sollten diese ethischen Richtlinien gegeben sein. Ein Beispiel dafür wäre eine Situation, in der die Seniorin oder der Senior ein bestimmtes Medikament nehmen muss (da es ihr oder ihm verschrieben wurde), es aber gerade nicht nehmen möchte. Hier spielt sich eine ähnliche Situation ab wie beim Aufstehen. Wenn die KI so weit entwickelt ist, dass der Roboter z. B. den Blutdruck des Seniors/der Seniorin einschätzen kann, um zu entscheiden, ob er/sie die üblichen Medikamente nehmen kann, wäre das ein weiterer Schritt.

Bei dieser Anwendungsart ist es schwer, die Möglichkeit von Messfehlern zu ignorieren. In einem Notfall, in dem der Arzt oder die Ärztin beispielsweise ein EKG oder die Blutdruckmessung durchführt, können die angezeigten Werte über Leben und Tod entscheiden. Wie bei jedem anderen Gerät auch, kann davon ausgegangen werden, dass es immer zu Messfehlern kommen kann. Was aber, wenn genau in dem Moment des Notfalls ein Messfehler auftritt, der zusätzlich gesundheitliche Konsequenzen für die Person hat? Wer würde in diesem Fall die Verantwortung übernehmen? Solange der Arzt bzw. die Ärztin keine falsche Diagnose stellt und dem Senior bzw. der Seniorin kein kontraproduktives Medikament verabreicht, sind die Folgen gering. Schwierig wird es, wenn beispielsweise ein zu hoher Blutdruck gemessen wird, dem Senior oder der Seniorin daraufhin Medikamente zur Blutdrucksenkung verabreicht werden, der tatsächliche Blutdruck jedoch bereits niedrig genug ist. Hierbei liegt das Problem also nicht nur in der Haftung und Verantwortung, sondern auch im Vertrauen und der Aufklärung. In dieser Situation liegt der Schwerpunkt auf dem Wohlbefinden des zu betreuenden Menschen. Es gibt hauptsächlich zwei Parteien: den zu betreuenden Menschen selbst und die Partei, die für sein Wohlbefinden zuständig ist. Dabei können vor allem ethische Aspekte, die für den Menschen wichtig sind, zu großen Herausforderungen werden.

2.2.4 Ergebnisse der Analyse der Bespielsituationen

Die Analyse hat ergeben, dass es durchaus gewisse Punkte gibt, die als allgemein gültig in der Entwicklung von ethischen Richtlinien bezeichnet werden könnten. Dennoch sollten solche Aspekte individuell behandelt werden, wenn KI-Systeme wie Pflegeroboter eng mit Menschen zusammenarbeiten. Da Menschen individuell sind, werden Anwendungen definiert, die den ethischen Ansprüchen nur dann gerecht werden, wenn möglichst viele situationsbezogene Möglichkeiten und Anwendungen abgedeckt werden. Je größer das Spektrum der Anwendungen, desto größer die Anzahl der ethischen Richtlinien. Die Beispiele haben gezeigt, dass die essenziellen ethischen Richtlinien bei GARMI folgende sein sollten:

- Privatsphäre - die Lebensgestaltung, die Gewohnheiten sollten nicht negativ beeinflusst werden;
- Datenschutz - unbefugter Zugriff an vertrauliche Daten, die dokumentiert, gespeichert oder bearbeitet wurden, sollte verhindert werden;
- Haftung und Verantwortung - die Verantwortung und Haftung für fehlerhaftes Verhalten (oder Unfälle) sollte transparent gestaltet und definiert werden;
- Vertrauen - durch die gegebene Transparenz der möglichen Funktionen des Systems und der erfahrenen KI kann von einer vertrauten Umgebung gesprochen werden - es sollte ein kontrollierter Testablauf durchgeführt werden (*Gewöhnungsphase*);
- Sicherheit - Pflegeroboter sollen eine sichere Umgebung für die zu betreuenden Menschen darstellen, auch in Situationen des fehlerhaften Verhaltens des Roboters - körperlichen (gesundheitlichen) Schäden sollten soweit irgendwie möglich ausgeschlossen werden.
- Autonomie - die Menschen sollten ein selbstbestimmtes Leben führen, in dem sie selbst und eigenständig Entscheidungen über ihren Körper oder ihre Lebensgestaltung treffen;
- Würde - jeder Mensch hat das Recht auf Würde, weswegen dieser Punkt individuell behandelt werden sollte, da jeder Mensch seine eigenen Grenzen hat.

- Aufklärung und Anwendungsfreundlichkeit - die zu betreuenden Menschen sollten transparent über alle Eigenschaften und Funktionen aufgeklärt werden, erst dann kann die eigenständige Entscheidung über die Anwendung eines solchen Systems erfolgen.

Um diese Art von Unterrichtseinheiten effektiv durchzuführen, ist zu empfehlen, die Methoden situationsbezogen zu wählen. Die ethischen Schwerpunkte die bedacht werden sollten (in Bezug auf die Anwendung von GARMI) sind aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten. Durch die mögliche Ausschließung bei der allgemeinen Betrachtung, kann es durchaus sein, dass bspw. ein Ereignis eintritt, in dem um ein Menschenleben zu retten, der Datenschutz vernachlässigt werden muss. Deswegen ist es beim Unterrichten auch wichtig, durch die Anwendung von verschiedenen Methoden, alle Perspektiven in Betracht zu haben.

Kapitel 3

Didaktische Methoden

Im Rahmen der Pflegebildung werden unterschiedliche Unterrichtsmethoden eingesetzt, die darauf abzielen, die komplexe pflegerische Berufswirklichkeit sowie deren gesellschaftliche und pflegewissenschaftliche Rahmenbedingungen zu erschließen. Hierbei kommen insbesondere strukturierte Formen und Verfahren zum Einsatz, die einen systematischen und zielgerichteten Lernprozess ermöglichen.

Das methodische Handeln der Lehrkraft geht dabei über die bloße Wissensvermittlung hinaus. Es umfasst die didaktische Inszenierung von authentischen Pflegesituationen, die durch eine gezielte Arbeitsorganisation sowie eine fachlich fundierte soziale Interaktion geprägt sind. Das angestrebte Ziel besteht in einer sinnstiftenden Verständigung, die es den Lernenden ermöglicht, eine professionelle Identität zu entwickeln und Handlungskompetenz für die direkte Arbeit am und mit Menschen aufzubauen.

Didaktische Methoden in der Pflegeausbildung zielen primär auf den Aufbau einer umfassenden beruflichen Handlungskompetenz ab. Anstelle der Vermittlung isolierten Wissens ist das Ziel, die Lernenden dahingehend zu befähigen, komplexe pflegerische Situationen eigenständig und verantwortungsvoll zu bewältigen[19].

Die zentralen Zielsetzungen von didaktischen Methoden in der Pflegeausbildung sind:

1. Förderung der Handlungskompetenz

- **Fachkompetenz:** Sicherer Umgang mit pflegewissenschaftlichem und medizinischem Wissen.

- **Methodenkompetenz:** Fähigkeit, den Pflegeprozess (Planung, Durchführung, Evaluation) strukturiert anzuwenden.
- **Sozialkompetenz:** Professionelle Kommunikation und Interaktion mit Patienten, Angehörigen und im Team.
- **Selbstkompetenz:** Reflexion des eigenen Handelns sowie die Entwicklung einer berufsethischen Haltung[20].

2. Theorie-Praxis-Transfer

Ein wesentliches Ziel besteht darin, die Diskrepanz zwischen theoretischem Schulwissen und der klinischen Realität zu überbrücken. Didaktische Methoden wie Fallarbeit oder Simulations-Szenarien ermöglichen es, theoretische Konzepte in einem geschützten Rahmen auf authentische Praxisfälle anzuwenden[24].

3. Entwicklung von Reflexionsfähigkeit und kritischem Denken

In der Pflege existiert häufig keine klare Dichotomie zwischen richtig und falsch. Methoden wie das Reflexionsgespräch oder die kollegiale Beratung fördern das kritische Hinterfragen von Routinen und stärken die Urteilsfähigkeit in ethischen Dilemmata[24].

4. Befähigung zur Patientenzentrierung

Die Methoden sind darauf ausgerichtet, die Lernenden für die subjektive Perspektive der Pflegebedürftigen zu sensibilisieren. Das Ziel besteht in der Implementierung einer personenorientierten Pflege, welche Autonomie und individuelle Bedürfnisse respektiert, anstatt sich auf die Abarbeitung schematischer Abläufe zu fokussieren[19].

5. Selbstgesteuertes Lernen und Motivation

Gemäß der modernen Didaktik sollen Lernende zu *Protagonisten ihres eigenen Lernprozesses* werden. Durch den Einsatz aktivierender Methoden, wie beispielsweise des Problemorientierten Lernens, wird die Motivation erhöht, lebenslang zu lernen. Dies ist eine essentielle Voraussetzung in einem Gesundheitssystem, das sich durch kontinuierliche Veränderungen auszeichnet[24].

Auch im Rahmen einer systemisch-konstruktivistischen Pflegeausbildung behalten klassische Unterrichtssequenzen ihren Platz. In der pflegepädagogischen Forschung zeigt sich, dass der Lernerfolg, beispielsweise in der Vermittlung

von Anatomie oder komplexen Pflegephänomenen, maßgeblich von der inneren Haltung der Lehrkraft abhängt. Ein entscheidender Faktor ist in diesem Zusammenhang das Rollenverständnis. Auszubildende sollten nicht länger als passive Empfänger von Wissen betrachtet werden, sondern sich als aktive Gestalter ihrer eigenen Kompetenzentwicklung sehen. Die didaktischen Mindestanforderungen stellen einen Orientierungsrahmen für die Gestaltung von Lernsituationen dar, der sowohl für den Theorieunterricht als auch für die gezielte Anleitung in der klinischen Praxis Relevanz besitzt.

3.1 Einzelarbeit

In der Pflegeausbildung konstituiert die Einzelarbeit ein methodisches Werkzeug von unabdingbarer Relevanz, dessen Funktion in der Festigung der individuellen beruflichen Handlungskompetenz besteht. Lernen in der Pflege wird stets als ein konstruktiver und aktiver Prozess begriffen. Infolgedessen muss jede angehende Pflegefachkraft die pflegewissenschaftlichen Inhalte und praktischen Fertigkeiten durch eigenständige Auseinandersetzung – insbesondere durch gezielte Übungen – verinnerlichen. Während der Unterricht durch verschiedene Lehr-Lern-Arrangements Anleitung gibt und die Lerngruppe als Forum für Austausch und gegenseitige Herausforderung dient, ist die Selbsttätigkeit in Phasen des Übens und Wiederholens unersetzlich. Nur durch eine auf den Einzelnen abgestimmte Vermittlung der Lerninhalte ist es den Lernenden möglich, Informationen nicht nur auswendig zu lernen, sondern sie so zu internalisieren, dass ein Transfer auf komplexe und neue Patientensituationen möglich wird. In dieser Methode obliegt den Auszubildenden die volle Verantwortung für ihren Lernprozess und dessen Organisation. Im Rahmen der Pflegeausbildung fungiert die Einzelarbeit insbesondere als Instrument zur nachhaltigen Vermittlung pflegerischen Begründungswissens (beispielsweise in den Bereichen Krankheitslehre oder Pharmakologie) sowie zur Anwendung dieses Wissens auf vergleichbare Fallszenarien. Die zeitlich begrenzte Phase der Einzelarbeit, die in der Vergangenheit häufig als Stillarbeit bezeichnet wurde, lässt sich flexibel in nahezu alle anderen Unterrichtsmethoden integrieren. Der Fokus liegt dabei primär auf der Funktion als Übungsmethode, die sicherstellt, dass jede einzelne Pflegefachkraft die notwendige Sicherheit für das spätere eigenverantwortliche Handeln am Menschen erlangt[22].

Die Ausbildung dient der Vorbereitung von Pflegefachkräften auf ein eigenständiges und verantwortungsvolles Handeln in hochkomplexen Versorgungssettings. Aus pflegedidaktischer Perspektive ist diese Praxis jedoch mit

kritischen Anmerkungen behaftet, wenn sie ausschließlich als Instrument der Selektion und Benotung eingesetzt wird. In diesem Fall treten die für den Pflegeberuf essenziellen Team- und Kommunikationsfähigkeiten sowie die Unterstützung sozial benachteiligter Lernender in den Hintergrund. In traditionellen Unterrichtsmodellen folgt auf die frontalen Phasen häufig eine Einzelarbeit, was in der heterogenen Pflegeausbildung problematisch ist. Lernende, die den theoretischen Input (z. B. komplexe Pathophysiologie) im Plenum nicht erfassen konnten, scheitern in der anschließenden Stillarbeitsphase am Transfer. Die konstruktivistische Pflegedidaktik hingegen begreift Einzelarbeit als unverzichtbaren Raum für die individuelle Wissenskonstruktion. In diesem Kontext ist es essenziell, dass die Auszubildenden neues Fachwissen aktiv in ihre bereits bestehenden Erfahrungswelten und Vorstellungen von Pflege integrieren. Ohne diese kognitive Eigentätigkeit verbleibt das Gelernte in Form von *trägem Wissen*, das in der direkten Patientensituation nicht abgerufen werden kann. Effektive Einzelarbeit in der Pflegeausbildung erfordert demnach eine Abkehr von der frontalen Dominanz hin zu einer differenzierten Lernbegleitung. Es ist von entscheidender Bedeutung, das heterogene Vorwissen der Lernenden – etwa aus unterschiedlichen Praxiseinsätzen – gezielt zu aktivieren. Die Einzelarbeit darf demnach nicht als Selbstzweck betrachtet werden, sondern muss als flexibler Bestandteil in eine Methodik eingebettet werden, die Raum für selbstgesteuerte Auseinandersetzung bietet. Nur durch eine entsprechende Gestaltung des Unterrichts kann der Vielfalt der Lerntypen und -tempi Rechnung getragen werden. Dies ermöglicht es den Lehrkräften, die Lernenden individuell zu fördern, wo sie ihre persönlichen Verknüpfungen zwischen Theorie und Praxis knüpfen[34].

Traditioneller Unterricht fokussierte sich in der Regel auf die reine Reproduktion von zuvor präsentiertem Wissen (beispielsweise das einfache Wiedergeben von Vitalwert-Normen). Die konstruktivistische Pflegedidaktik hingegen fordert ein aktives, konstruktives Handeln. Die Gestaltung der Einzelarbeit hat die eigenständige Bearbeitung authentischer Pflegeprobleme sowie den Erwerb pflegewissenschaftlicher Sachverhalte durch die Lernenden zu gewährleisten. Anstelle einer mechanischen Nachahmung von Handlungsabläufen tritt die schöpferische Eigentätigkeit: Lernende entwickeln beispielsweise individuelle Pflegeplanungen oder entwerfen Beratungskonzepte für spezifische Patientenbiografien. Diese Ergebnisse dienen nicht nur dem individuellen Lernerfolg, sondern werden im Anschluss in die Lerngruppe zurückgeführt, um den gemeinsamen Lernfortschritt zu bereichern. Ein zentraler Aspekt ist dabei der Medientransfer. Durch die eigenständige Übertragung fachlicher Inhalte in ein anderes Medium, wie beispielsweise die Transformation eines Sachtextes über Diabetes mellitus in ein anschauliches Be-

ratungsplakat für Patienten oder einer Fallbeschreibung in ein Skript für ein Rollenspiel, wird das Wissen der Auszubildenden vertieft und auf den neuesten Stand gebracht. Der Prozess der Umgruppierung und des Perspektivwechsels führt nicht nur zu einem passiven Konsum des Wissens, sondern zu einer aktiven Verarbeitung und langfristigen Festigung im Sinne der Handlungskompetenz[34].

Im folgenden sollen fünf verschiedene formale Wege aufgezeigt werden, wie Einzelarbeit im Unterricht gestaltet werden könnte:

1. Mündliche Artikulation

Eine kreative sprachliche Artikulation, die durch vielfältige Medien und soziale Präsentationsformen sichert echtes Verständnis (z. B. Rollenspiele oder Alltagsszenarien).

2. Schriftliche Artikulation

Schreiben ist nicht nur das Festhalten fertiger Gedanken, sondern ein aktiver Erkenntnisprozess. Durch kognitive Ordnung und das Finden eigener Lösungswege wird das Behalten gefördert.

3. Umsetzung in Visualisierung

Visualisierungen ergänzen Sprache durch ihre Anschaulichkeit. Sie sollten daher als Basiskompetenz zur Darstellung konkreter oder abstrakter Inhalte frühzeitig entwickelt werden.

4. Umsetzung in Medien

Mediale Umsetzungen (Video, Animation etc.) können das Lernen bereichern, sollten aber in einem angemessenen Verhältnis von Aufwand und Nutzen stehen. Entscheidend ist, dass der fachliche Inhalt im Fokus bleibt und die nötige Medienkompetenz begleitend aufgebaut wird, damit die Technik das Lernen unterstützt statt behindert.

5. Umsetzung in Handlungssituationen

Die praktische Anwendung von Wissen ist der stärkste Motivationsfaktor und verbindet Theorie und Praxis im Lernprozess am effektivsten.

In der Pflegedidaktik nimmt die Einzelarbeit eine Schlüsselrolle im Rahmen des Erwerbs beruflicher Handlungskompetenz ein, indem sie die Selbstorganisation, das Zeitmanagement und die Eigenverantwortung der Lernenden gezielt fördert. Sie bietet einen Raum, in dem Auszubildende komplexe

Pflegeinhalte kritisch reflektieren und in ihr persönliches Begründungswissen integrieren können. Um der hohen Leistungsheterogenität in der Pflegeausbildung gerecht zu werden, ist es erforderlich, dass die Lehrkraft ihre Aufgaben differenziert gestaltet und metakognitive Strategien vermittelt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Einzelarbeit nicht als isolierter Prozess betrachtet wird, sondern im Sinne der konstruktivistischen Didaktik fest mit Phasen der gemeinsamen Evaluation verknüpft wird. Nur so kann ein Transfer in das professionelle Handeln sichergestellt werden[25].

3.2 Gruppenarbeit

Gruppenarbeit ist eine anspruchsvolle Sozialform, die den Lernerfolg deutlich steigern kann. Dass sie oft unbeliebt ist, liegt in der Regel nicht an der Methode selbst, sondern an Mängeln bei der Planung und Durchführung. Durch das Einhalten grundlegender Regeln lassen sich diese Vorurteile entkräften[27]. Die Gruppenarbeit lässt sich gut in vier Phasen unterteilen:

1. Vorbereitungsphase
2. Durchführung
3. Präsentation/Auswertung
4. Feedback/Evaluation

In der Ausbildung zum Pflegepersonal erweist sich die strukturierte Gruppenarbeit als eine für Lehrkräfte und Auszubildende gleichermaßen gewinnbringende Methode, da sie die im Berufsalltag essenzielle Team- und Kommunikationsfähigkeit unmittelbar im Lernprozess reflektiert. Ihre didaktische Stärke liegt in der Vielseitigkeit: Sie kann gezielt zum Einstieg in komplexe Themenkomplexe (z. B. ethische Fallbesprechungen), zur Vertiefung pflegewissenschaftlicher Konzepte oder zur Wiederholung von prüfungsrelevantem Wissen (wie der Pharmakologie oder Anatomie) eingesetzt werden. Für die nachhaltige Wirksamkeit ist jedoch eine konsequente Ergebnissicherung von entscheidender Bedeutung. Ohne eine strukturierte Zusammenführung und kritische Reflexion der Gruppenergebnisse – beispielsweise durch die Erstellung von Pflegeplanungen oder Beratungsleitfäden – bleibt das enorme Potenzial dieser Sozialform für den Theorie-Praxis-Transfer ungenutzt. Die gemeinsame Evaluation stellt sicher, dass aus dem Austausch in der Kleingruppe fundiertes, für alle Lernenden abrufbares Fachwissen wird, das die Sicherheit im späteren eigenverantwortlichen Handeln am Patienten erhöht[22].

3.2.1 Durchführung

Während der Gruppenarbeiten müssen die SuS versuchen, ohne die unmittelbare Steuerung durch die Lehrkraft zu einem Arbeitsergebnis zu gelangen. Zu diesem Zweck ist es notwendig, sie bereits zu Beginn über die Spielregeln, die Ziele und die Arbeitstechniken der Gruppenarbeit aufzuklären. Gemeinsam mit ihnen sollten strukturierende Arbeitstechniken erarbeitet und festgelegt werden[27]. Der partizipative Ansatz hat das Potenzial, das Sozialverhalten zu stärken, die professionelle Arbeitsdisziplin zu fördern und ein gemeinsames Verantwortungsgefühl zu schaffen, das für den Pflegealltag von entscheidender Bedeutung ist. Die Qualität der Zusammenarbeit wird durch regelmäßige Reflexionsphasen kontinuierlich gesichert[22, 34].

Für eine effektive Interaktion im pflegedidaktischen Kontext ist eine klare Rollenverteilung (z. B. Zeitmanager, Gesprächsleiter oder Dokumentar der Pflegeplanung) unerlässlich. Dies gewährleistet, dass Verantwortlichkeiten klar definiert sind und die Arbeitslast gleichmäßig verteilt wird. Die Zuweisung eindeutiger Teilverantwortlichkeiten trägt zur Schaffung von Transparenz, zur Reduktion von Unsicherheiten und zur Förderung einer zielstrebigsten, gleichberechtigten Kooperation bei, wie sie auch bei Fallkonferenzen auf Station gefordert ist[22].

Damit die Lernenden eigenständig arbeiten können, ohne dass die Lehrkraft intervenieren muss, müssen im Voraus Regeln, Abläufe und pflegespezifische Arbeitstechniken geklärt werden. Ein strukturierender Arbeitsplan kann dabei als methodische Stütze dienen und die Auszubildenden dabei unterstützen, planvoll vorzugehen und effektive Transferstrategien einzuüben. In dieser Phase vollzieht sich eine Veränderung der Rolle der Lehrkraft, die sich hin zu einer Beratungstätigkeit und Prozessbeobachtung entwickelt. Da die Auszubildenden in hohem Maße eigenverantwortlich agieren, gewinnt die Lehrkraft den notwendigen Raum für differenzierte Beobachtungen der Interaktions- und Arbeitsprozesse. Diese tiefen Einblicke in das Sozial- und Arbeitsverhalten der Lernenden, die im Frontalunterricht kaum möglich wären, bilden eine wertvolle Basis für die individuelle Förderung und die Entwicklung einer professionellen Haltung. Die Präsenz von Lehrkräften wird in diesem Kontext als ein Instrument verstanden, das darauf abzielt, das Gruppenverhalten oder die fachliche Herangehensweise zu optimieren, indem es eine steuernde Intervention ermöglicht. Die Lehrkraft nimmt dabei die Funktion einer *Regelwächterin* ein, während sie die Schüler zur eigenständigen Problemlösung innerhalb der Gruppe anregt. Eine kontinuierliche Begleitung ist ein Indikator für Verbindlichkeit, was sowohl die Qualität

der pflegerischen Arbeitsergebnisse als auch das Klassenklima langfristig und nachhaltig verbessert[34].

3.2.2 Präsentation

Um Desinteresse zu vermeiden, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die präsentierende Gruppe durch ein Losverfahren zu bestimmen. Diese Vorgehensweise gewährleistet, dass alle Auszubildenden bis zum Ende des Lernarrangements kognitiv aktiviert bleiben. Die anschließende Reflexion sollte zudem über rein verbale Berichte hinausgehen: Der Einsatz diverser Darstellungsformen, wie beispielsweise die Erstellung von Concept-Maps oder die Visualisierung von Schwierigkeiten auf Moderationskarten, fördert die metakognitive Auseinandersetzung mit dem Lernstoff. Dies fördert die Kompetenz, komplexe Sachverhalte aus neuen Perspektiven zu betrachten, und konsolidiert das Wissen nachhaltig für den eigenverantwortlichen Pflegealltag. Hierbei können diverse Möglichkeiten helfen, wie z. B.:

- Mindmaps
- Portfolios
- Expertenbefragung
- Modelle
- Einsatz von Medien wie bspw. Videos
- Gruppen-Experten Diskussion
- Rollenspiel
- ...

3.2.3 Nachbereitung

Da professionelle Pflege stets auch Beziehungsarbeit ist, werden in dieser Phase die Dynamiken der Zusammenarbeit kritisch reflektiert. Es soll erörtert werden, auf welche Art und Weise die Kommunikation innerhalb des Teams erfolgte und auf welche Weise Konflikte bei der Erstellung einer Pflegeplanung gelöst wurden. Durch diese bewusste Reflexion werden den Auszubildenden Optimierungspotenziale in ihrem interprofessionellen Handeln evident. Dies fördert eine lösungsorientierte Haltung und steigert nachhaltig die Teamfähigkeit, die für die spätere Arbeit in multiprofessionellen Versorgungsteams sowie für eine gelingende Patienteninteraktion unerlässlich ist[22, 34].

3.2.4 Bewertung

Ein fairer und kompetenzorientierter Weg besteht darin, die Bewertungsregeln und Qualitätskriterien (z. B. für eine ausgearbeitete Pflegeplanung oder ein Beratungsgespräch) vorab gemeinsam mit den Auszubildenden zu vereinbaren. Zudem bieten kriteriengeleitetes Feedback durch das Plenum sowie differenzierte verbale Rückmeldungen der Lehrkraft eine wesentlich aussagekräftigere Beurteilung der beruflichen Identitätsbildung als reine Ziffernoten. Dieser Ansatz fördert die für die Pflege essenzielle Teamkompetenz, da er den Fokus auf die professionelle Weiterentwicklung legt, anstatt einen bloßen Rangvergleich zwischen den Lernenden zu forcieren[22, 34, 28].

3.2.5 Methodenkompetenzen

In der Ausbildung von Pflegepersonal erweist sich die Gruppenarbeit als eine besonders wertvolle Sozialform, da sie eine hohe Kombinierbarkeit mit anderen pflegedidaktischen Methoden – wie dem Problemorientierten Lernen (POL), Fallstudien oder der Erstellung von Pflegeplanungen – aufweist. Die methodische Vernetzung trägt zur nachhaltigen Stärkung der Methodenkompetenz der Auszubildenden bei. Obwohl der zeitliche Aufwand für die Vorbereitung und Durchführung im Vergleich zum Frontalunterricht kurzfristig höher ausfällt, zahlt sich dieser Mehraufwand im Hinblick auf die berufliche Handlungskompetenz langfristig aus. Die Lernenden erwerben eine deutlich höhere fachliche, methodische und soziale Souveränität, die für den oft unvorhersehbaren Pflegealltag von essentieller Bedeutung ist. Professionell gestaltete Gruppenarbeit fungiert hierbei als gezieltes Training zentraler Schlüsselqualifikationen, die unmittelbar auf die spätere Arbeit im multiprofessionellen Team vorbereiten. Die Auszubildenden schulen ihre Kommunikationskompetenz, indem sie die im pflegerischen Kontext essenziellen Fähigkeiten des aktiven Zuhörens einüben, Monologe vermeiden und eine wertschätzende Gesprächskultur pflegen. Gleichzeitig entwickeln sie eine ausgeprägte Teamfähigkeit und ein Verantwortungsbewusstsein. Sie lernen, die Perspektiven ihrer Kolleginnen und Kollegen sowie die Bedürfnisse der Patienten zu respektieren, Meinungsverschiedenheiten in ethisch komplexen Situationen professionell zu klären und eine hohe Toleranz gegenüber unterschiedlichen Standpunkten zu entwickeln[22, 34, 28].

Die Methode dient der gezielten Vorbereitung der Auszubildenden auf die Kooperation im multiprofessionellen Team, welches auf gegenseitiger Rücksichtnahme und gemeinsamer Verantwortung für den Patienten basiert. Zudem stellt die Gruppenarbeit ein geeignetes Verfahren für die ausgeprägte Leis-

tungsheterogenität in Pflegeklassen dar, da es teamorientiert ist. Die Möglichkeit der Anpassung von Arbeitstempo, Methoden und Aufgabenstellungen an die Bedürfnisse des einzelnen Individuums ist ein wesentlicher Aspekt der subjektorientierten Pflegedidaktik von Ertl-Schmuck. Das Zusammenspiel von Lernenden mit unterschiedlichen Vorerfahrungen initiiert Anpassungs- und Anspornungsprozesse, die sowohl die Teamfähigkeit als auch die Qualität der pflegerischen Arbeitsergebnisse nachhaltig steigern.

So gesehen bietet sich Gruppenarbeit als eine wertvolle Alternative zum Frontalunterricht. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sie Team- und Kommunikationskompetenzen vermittelt, die als essenziell für das Berufsleben erachtet werden. Der Erfolg gründet auf einem umfangreichen Handlungsspielraum, der jedoch die konsequente Einhaltung von Regeln sowie soziale Rücksichtnahme und gemeinsame Konfliktlösung beinhaltet.

3.3 Problemorientiertes Lernen

Die Wurzeln des problemorientierten Lernens reichen bis in die Antike zurück. Bereits Sokrates wies mit seiner Methode des Hinterfragens darauf hin, dass Lernende durch gezielte Fragestellungen befähigt werden, eigenständig komplexe Lösungen zu entwickeln. Dieser Prozess aktiviert latente Ressourcen und fördert die intellektuelle Autonomie, indem er vermeintliches Unwissen in produktive Problemlösung transformiert. Das Ziel von Problemorientiertem Lernen (POL) ist der Aufbau umfassender Handlungskompetenz. Anhand authentischer, praxisnaher Problemstellungen entwickeln die Schüler in Kleingruppen fachliche, soziale und methodische Fähigkeiten. Das Problem fungiert dabei als Motor des Lernprozesses: Die Lernenden müssen sich eigenständig Wissen aneignen und Zusammenhänge entschlüsseln, um die Situation zu lösen. In der Konsequenz wird der Weg zur Lösung zum Instrument der individuellen Kompetenzentwicklung. Die größte Herausforderung besteht in der Konstruktion von Problemen, die sowohl motivierend als auch herausfordernd sind. Diese Probleme dienen nicht nur dem Lernen, sondern auch der Entwicklung der gewünschten Fähigkeiten und Einstellungen. Die Qualität der Konstruktion steht in direkter Abhängigkeit zur Qualität des Lernens[29, 30].

In der Ausbildung von Pflegekräften wird mit Problemorientierung in Curricula ein Schwerpunkt auf die Förderung der Fähigkeit zum Lösen von Problemen gelegt. Gemäß dem Pflegeberufegesetz (PflBG) werden Lernziele folglich

nicht als isolierte Wissensinhalte, sondern als umfassende Handlungskompetenzen formuliert. Dabei erweist sich die Relativität des Problems innerhalb der POL-Methodik als entscheidend. Nicht das Defizit steht im Vordergrund, sondern das Problematische einer pflegerischen Situation oder Fragestellung. Gemäß dieser pflegedidaktischen Definition wird eine Situation dann als problematisch erachtet, wenn sie eine vielschichtige Betrachtung erfordert – etwa wenn medizinische Fakten, die individuelle Biografie des Patienten und ethische Aspekte untrennbar miteinander verwoben sind. Die Analyse dieser wechselseitigen Beziehungen zwischen den verschiedenen Komponenten einer Pflegesituation bildet den Kern des Lernprozesses und dient der Vorbereitung der Lernenden auf die Komplexität des professionellen Pflegealltags[34, 30].

Die Qualität des Problemorientierten Lernens (POL) im Pflegeunterricht wird maßgeblich von der Authentizität und Komplexität der beruflichen Lernsituation beeinflusst. Eigenentwicklungen stellen hierbei den "Goldstandard" dar, da sie die spezifischen Versorgungsbedarfe der jeweiligen Praxisseinsätze (stationäre Akutpflege, Langzeitpflege oder pädiatrische Versorgung) abbilden können. Aus der Perspektive einer zeitgemäßen Pflegedidaktik ist die unreflektierte Anwendung externer Kasuistiken mit Skepsis zu betrachten. Es ist essenziell, dass Fallbeispiele einer kontinuierlichen Prüfung unterzogen werden, um ihre curriculare Validität und ihre Übereinstimmung mit aktuellen Expertenstandards sicherzustellen. Dieser Prozess ist von entscheidender Bedeutung, um eine effektive Verknüpfung zwischen Theorie und Praxis zu gewährleisten[22, 21, 23].

Hinsichtlich der methodischen Steuerung sind folgende Faktoren zentral:

- Scaffolding und Prozessphasen: Ein strukturierter Prozess, wie etwa der als *Siebensprung* bezeichnete, dient insbesondere Lernenden im ersten Ausbildungsjahr als kognitives Gerüst. Der Prozess des systematischen Erschließens klinischer Phänomene wird durch ihn gefördert.
- Es ist von entscheidender Bedeutung, dass die Entfaltung von Handlungskompetenz bei fortgeschrittenen Lernenden (drittes Ausbildungsjahr) nicht durch eine zu strenge methodische Führung gehemmt wird. Um dies zu gewährleisten, ist es unerlässlich, sogenannte *Expertise Reversal Effects* zu vermeiden. In diesem Kontext sollte die Struktur zugunsten selbstgesteuerter, freier Recherchephasen flexibilisiert werden.
- Im Hinblick auf die Performanz und das Portfolio sei Folgendes angemerkt: Die Evaluation sollte sich am Konzept der Kompetenzori-

entierung ausrichten. Anstatt einer punktuellen Erfassung von Wissen ermöglichen Instrumente wie das Lernportfolio eine Längsschnittbetrachtung der professionellen Identitätsentwicklung und der reflexiven Auseinandersetzung mit pflegerischen Vorbehaltsaufgaben[31].

Obwohl die Projektarbeit in der europäischen Berufsbildung eine längere Tradition aufweist, weist das POL spezifische Akzente auf, die insbesondere für die professionelle Identitätsbildung in der Pflege von Relevanz sind:

- Der Fokus der Individualentwicklung liegt auf der persönlichen Weiterentwicklung. Während die Projektarbeit häufig das Produkt oder das gemeinsame Ziel in den Vordergrund stellt, fokussiert sich das POL verstärkt auf die Persönlichkeitsentwicklung und die Reflexion des individuellen Lernwegs.
- Im Rahmen der Reflexionskultur wird der Lernprozess im POL durch eine kontinuierliche Selbstevaluation sowie ein prozessbegleitendes Feedback unterstützt. Dies fördert die in der Pflege essenzielle Fähigkeit zur Metakognition und zum lebenslangen Lernen.
- Ein wesentlicher Aspekt, der bei der Betrachtung der Unterschiede zwischen den beiden Ansätzen zu berücksichtigen ist, liegt im didaktischen Impuls. POL wird durch ein konkretes, oft klinisches Problem (Phänomen) initiiert, das eine Wissenslücke aufdeckt. Demgegenüber nimmt die Projektarbeit ihren Anfang in einer Projektidee oder einem Gestaltungsauftrag.[21]

Beide Methoden basieren auf komplexen, fächerübergreifenden Lernsituationen, die den Anforderungen der Lernfeldorientierung entsprechen. Die Forderung nach einer veränderten Rolle der Lehrkräfte ist evident. Weg vom Wissensvermittler, hin zum Lernbegleiter (Coach) ist die Maxime, der zufolge sich der Coach instruktional zurückhält, um Raum für die Eigenverantwortung der Lernenden zu schaffen[22, 21, 32].

Es ist schwierig, wissenschaftlich zu beweisen, wie effektiv problemorientiertes Lernen (POL) tatsächlich ist. Die üblichen Statistiken und Zahlen greifen hier oft zu kurz, da sie die Vielschichtigkeit dieser Lernmethode nicht angemessen erfassen können. Um zeigen zu können, dass Schüler oder Studenten dadurch in vielen verschiedenen Bereichen besser werden, müssen Forscher genauer hinschauen. Sie sollten mit den Lernenden sprechen oder sie beobachten (qualitative Forschung) statt nur Testergebnisse zu zählen.[34, 35].

3.4 Stationenlernen

Das Stationenlernen, auch als Lernen an Stationen bezeichnet, stellt eine zentrale Methode des offenen Unterrichts in der Pflegeausbildung dar. Im Rahmen dessen erfolgt eine Unterteilung komplexer Lerninhalte in verschiedene Arbeitsaufträge, welche an räumlich getrennten Lernstationen positioniert werden. Ein wesentliches Merkmal ist die thematische Kohärenz der Stationen bei gleichzeitiger inhaltlicher Unabhängigkeit. Die Auszubildenden können die Aufgaben in individueller Reihenfolge bearbeiten, was eine selbstgesteuerte Lernweggestaltung ermöglicht, die sich an persönlichen Interessen und dem individuellen Vorwissen orientiert[36].

Aus pädagogischer Perspektive bietet dieser Ansatz signifikante Vorteile für die Binnendifferenzierung. Unterschiede in Bezug auf das Lern- und Arbeitstempo der SuS lassen sich durch eine flexible Zeitgestaltung leichter kompensieren. Insbesondere bei der Implementierung innovativer Technologien und digitaler Assistenzsysteme, wie etwa der elektronischen Pflegedokumentation, Robotik oder moderner Medizintechnik, erweist sich das Stationenlernen als ein effizientes Vorgehen. Es wird ein geschützter Raum geschaffen, in dem sich intensiv, haptisch und kognitiv mit den Systemen auseinandergesetzt werden kann[36].

In der pflegepädagogischen Fachliteratur wird das Stationenlernen aufgrund seiner vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten häufig empfohlen. Die Methode umfasst ein breites Spektrum an Lernzielen:

- Wissensvertiefung: Erste Annäherung an komplexe Themen (Lernziel: Kennenlernen).
- Psychomotorische Einübung: Praktische Anwendung pflegerischer Fertigkeiten (Lernziel: Beherrschen).
- Interdisziplinarität: Verknüpfung von medizinischen, pflegerischen und rechtlichen Inhalten im Sinne des fächerübergreifenden Lernfeldkonzepts.

Die multisensorische Aufbereitung der Materialien, also die Aktivierung verschiedener Sinneskanäle, führt zu einer umfassenden Aktivierung der Lernenden. Dies fördert nicht nur die unmittelbare Handlungsbereitschaft, sondern schult auch die in der Pflege essenzielle Entscheidungs- und Verantwortungskompetenz. Das Stationenlernen ist ein Konzept, das, wie andere handlungsorientierte Konzepte, die Auszubildenden in den Mittelpunkt stellt und ihnen

eine aktive, eigenverantwortliche Rolle in ihrem Professionalisierungsprozess zuweist[36].

Im Rahmen einer zeitgemäßen, konstruktivistischen Pflegepädagogik wird der Wissenserwerb als ein dynamischer Prozess betrachtet, in dem professionelles Handeln durch die Generierung von Konstruktion, Rekonstruktion und Dekonstruktion entsteht. Das Stationenlernen fungiert hierbei als methodischer Rahmen, der auf dem Modell des selbstbestimmten Gestaltens basiert und den Auszubildenden konsequent als Akteur seines eigenen Lernprozesses begreift. In diesem Setting wird pflegerisches Wissen nicht bloß passiv konsumiert, sondern aktiv neu erschaffen, durch das Wiederentdecken bewährter Expertenstandards rekonstruiert und durch das kritische Hinterfragen tradierter Pflegeroutinen dekonstruiert. Die Lehrkraft nimmt in diesem Prozess die Rolle einer Teilhaberin der zu erschließenden pflegerischen Wirklichkeit ein. In einem idealen Lernarrangement fungiert die pädagogische Fachkraft als Individuum, dessen berufliche und pädagogische Perspektive die Sichtweise der Lernenden umschließt, diese jedoch gleichzeitig um neue Horizonte und alternative Lösungsansätze erweitert. Die Lehrkraft agiert als Moderator und Visionär, begleitet den Kompetenzerwerb auf Augenhöhe und versteht sich dabei selbst als lebenslang Lernender innerhalb der sich stetig wandelnden professionellen Pflegepraxis.[22, 36, 37]

Das Stationenlernen kann als Paradebeispiel für Selbstständigkeit und Methodenvielfalt im Sinne der konstruktivistischen Didaktik betrachtet werden. Ein Aspekt, dessen Relevanz vielfach unterschätzt wird, ist die Mitbestimmung. Schüler sollten aktiv in die Planungsprozesse integriert werden, wobei die Resultate einer Station als Grundlage für zukünftige Lernphasen dienen können. Die Leistungsbewertung ist jedoch komplex, da der Fokus stark auf dem Gruppenprozess liegt. Die Praxis zeigt, dass sich diese Methode als effektives Mittel gegen Motivationsverlust und Überlastung im Schulalltag bewährt. Das Konzept der Individualisierung des Lernens, das auf Leistungsunterschieden, Bewegungsdrang und Lernschwierigkeiten flexibel reagiert, ist ein wesentlicher Aspekt des Ansatzes. Die Dezentralisierung des Unterrichts hat das Potenzial, die Rolle der Lehrkraft zu transformieren, indem sie diese von einer Position der alleinigen Entscheidungsfindung entlastet und stattdessen in die Rolle eines beratenden Begleiters versetzt. Gleichzeitig bietet diese Dezentralisierung den SuS die Möglichkeit, durch Selbstbestimmung und Interessenwahl eine gesteigerte Eigenmotivation zu entwickeln[36].

Ein Thema eignet sich ideal für das Stationenlernen, wenn es praktisches Erfahrungslernen ermöglicht und über vielfältige Zugänge erschließbar ist.

Darüber hinaus ist die Aufteilung in unabhängige Lernabschnitte von signifikanter Relevanz, in welchen die Schüler eigenständig mit dem bereitgestellten Material arbeiten können. Es besteht die Möglichkeit, Fachwissen und die allgemeine Selbstlernkompetenz effektiv miteinander zu verbinden. Als Lernraum dient in der Regel das Klassenzimmer oder sogar eine praxisorientierte Umgebung (wie bspw. eine Pflege- und/oder Krankeneinrichtung), um die Stationen und Arbeitsplätze einzurichten. Das Stationenlernen kann auch auf mehrere Räume ausgeweitet werden. Lernstationen sind mehr oder weniger fest installierte Orte in Räumlichkeiten, die sich durch spezifische thematische oder didaktische Schwerpunkte auszeichnen. Die SuS zeigen eine Tendenz zur autonomen Orientierung und wählen in der Regel ihren eigenen Lernweg, wobei innerhalb der Stationen weitere Wahlmöglichkeiten bestehen. Pflichtelemente können potenziell die Wahlfreiheit einschränken, wohingegen die Methode Flexibilität bei der zeitlichen Gestaltung bietet. Stationen können entweder im individuellen Tempo oder als zeitlich getakteter Zirkel durchlaufen werden. Dies kann unter Umständen zu einem motivierenden Wettbewerbscharakter führen, der durch den Zeitdruck verstärkt wird[36, 38].

Um Leerlaufzeiten in der Lerngruppe zu vermeiden, ist eine freie Reihenfolge der Stationen der Standard. Eine Ausnahme bildet in diesem Zusammenhang die sogenannte Lerngasse, bei der die Stationen (beispielsweise beim Erlernen eines sterilen Verbandwechsels) in einer fest vorgegebenen, prozesslogischen Route angeordnet sind. In Bezug auf die Materialauswahl eröffnet das Stationenlernen im Pflegeunterricht ein breites Spektrum, das von evidenzbasierten Fachtexten über praktische Übungen im Skills Lab bis hin zu simulierten Patientengesprächen reicht. Für den Lernerfolg ist eine stringente Struktur von essenzieller Bedeutung: Jede Station erfordert eine eindeutige Kennzeichnung sowie eine präzise Arbeits- und Versuchsinstruktion, die den Arbeitsauftrag, die zugelassenen Hilfsmittel (z. B. Expertenstandards) und die Form der Ergebnissicherung (z. B. Eintrag im Portfolio) definiert. Im Rahmen der Raumplanung ist eine ausreichende Anzahl an Arbeitsplätzen zu gewährleisten, die entweder direkt an die Aktionsstation (z. B. Pflegebett) angebunden sind oder als Rückzugsort für die theoretische Vertiefung dienen. Insbesondere bei Gruppenstationen sind großzügige Flächen für die praktische Demonstration sowie adäquate Zeitpuffer für die Rotation und die anschließende Reflexion der Handlungsabläufe einzuplanen[22, 36].

Im Unterricht lässt sich dies ideal an einer Station zum Thema Zukunft der Pflege – Robotik und Digitalisierung umsetzen, hier ein Beispiel der Roboter-Robbe PARO oder des Serviceroboter Pepper:

- Konstruktion (Neuerschaffung): Die Lernenden erarbeiten in Kleingruppen ein Konzept, welches die spezifische Anwendung eines Roboters wie PARO (ein interaktionsfähiges Therapiesystem in Tierform) bei Menschen mit fortgeschrittener Demenz zur Beruhigung oder zur Reduktion von Agitation beschreibt.
- Rekonstruktion (Wiederentdeckung): Die Studierenden analysieren Fachartikel zur Pflegerobotik sowie Herstellerinformationen, um die technischen Möglichkeiten und die klinische Evidenz des Systems zu erfassen. Sie identifizieren dabei beispielsweise die Senkung des Blutdrucks oder die Reduktion von Stress.
- Dekonstruktion (kritisches Hinterfragen): An der Station wird eine Diskussion über ethische Dilemmata geführt, die sich auf die Frage konzentriert, ob der Roboter menschliche Zuwendung ersetzen kann. Es steht die Hypothese im Raum, dass es sich hierbei um eine Form der Täuschung des Bewohners handelt. Im Rahmen dessen erfolgt eine kritische Evaluierung bestehender ethischer Leitlinien der Pflege in Bezug auf die neue Technologie[39].

In einer praxisorientierten Umgebung (Skills Lab) könnten die SuS darüber hinaus:

- Haptische Erfahrung: Den Roboter selbst bedienen und seine Reaktionen testen.
- Simulation: Ein Beratungsgespräch mit Angehörigen simulieren, die dem Einsatz von Robotik skeptisch gegenüberstehen.
- Dokumentation: Die Handhabung sowie die beobachteten Effekte sind in einer digitalen Patientenakte zu erfassen. Dieser Einsatz fördert die Medien- und Technologiekompetenz, die im Rahmen der generalistischen Ausbildung (gemäß Rahmencurriculum der Fachkommission) explizit gefordert wird[39].

Die Vorteile des Stationenlernens, wie etwa die Förderung von Kooperation und Selbstständigkeit, treten in größeren Gruppen besonders deutlich in Erscheinung. Zudem erfordert diese Methode nach der Einübung nur wenig Lehrerpräsenz. Der Erfolg des Events hängt maßgeblich von der Mitverantwortung der SuS ab, die sich auf die Vorbereitung, den Auf- und Abbau sowie eine gemeinsame Auswertung erstreckt. Darüber hinaus sind bewusste Pausen von essenzieller Bedeutung für den Prozess der Wissensintegration. Diese

können als eigenständige Station in das Curriculum integriert werden[36, 38].

Die Stationenarbeit findet Anwendung in der Einführungsphase, der Erarbeitung von Basiswissen und Handlungserfahrungen bei teilweise bekannten oder neuen Themen sowie der Erarbeitung gänzlich neuen Stoffes, sofern die entsprechenden Voraussetzungen gegeben sind (z. B. methodische Kenntnisse im Umgang mit selbstorganisierten Aufgaben). Der Einsatz ist bei Wiederholungen oder Lernkontrollen grundsätzlich möglich, wobei jedoch die Sinnhaftigkeit eingeschränkt ist. Diese Methode hat eine hohe Motivationskraft durch konkrete Erlebnisse und Experimente. Das Programm zeichnet sich durch eine bemerkenswerte methodische Vielfalt aus, indem jede Station unterschiedliche Techniken, wie beispielsweise Leittext, Postkorb oder Erkundung, integriert. Die einzige praktische Begrenzung dieser Vielfalt ist der zeitliche Rahmen der Unterrichtseinheit[36, 38].

3.5 Das Arbeiten mit Fallbeispielen

In der modernen Pflegepädagogik werden fallbezogene Methoden als systematische Verfahren zur Bearbeitung komplexer, pflegerelevanter Patientensituationen definiert. Diese Methoden finden gezielt in der theoretischen und praktischen Ausbildung Anwendung. Die Anforderungen an die Auszubildenden variieren dabei signifikant in Abhängigkeit von der didaktischen Zielsetzung sowie dem zugrunde liegenden Verständnis des jeweiligen Falles. So steht in der Unterstufe oft die Anwendung von Fachwissen im Vordergrund, wohingegen die Fallarbeit in der Oberstufe eine tiefgreifende reflexive Distanznahme und ethische Entscheidungsfähigkeit fordert. Die Bearbeitung fallbezogener Szenarien erfolgt analog zu anderen handlungsorientierten Makromethoden schrittweise in aufeinanderfolgenden Phasen. Dieser strukturierte Prozess führt die Lernenden von der initialen Konfrontation mit einem pflegerischen Phänomen über die gezielte Informationssammlung und Entscheidungsfindung bis hin zur abschließenden Evaluation des gewählten Handelns. Der sukzessive Aufbau gewährleistet eine systematische Theorie-Praxis-Vernetzung und eine bedarfsgerechte Förderung der individuellen Kompetenzen der Lernenden[22, 40]. Auch diese Methode kann schrittweise in Phasen erfolgen.

1. Beschreibung der Situation

- In diesem Kontext kann das Zusammenwirken mehrerer Elemente erfasst und mögliche Deutungen und Lösungsansätze aufgezeigt werden. Diese können auf ihre Wirkung hin getestet, diskutiert,

verworfen oder angepasst werden. Die Beschreibung der Situation kann mündlich oder schriftlich erfolgen und bereits als alleinige Fallarbeit fungieren.

2. Fallbesprechung

- Die vorliegende Untersuchung zielt darauf ab, die auszulegende Situation zu interpretieren und die handelnde Person in den Fokus zu rücken. Die Beteiligten können variieren, jedoch sind der fallstellende Sachverhalt und der Moderator der Fallbesprechung von signifikanter Relevanz. Der Ablauf der Fallbesprechung gliedert sich in drei Phasen: der Fallschilderung, -bearbeitung und -auswertung[40].

Es konnte festgestellt werden, dass die Problemlösungskompetenz, die Reflexion des Pflegehandelns und die Entscheidungsfindung gefördert werden. Der SoS erwirbt die Kompetenz, konkrete praktische Fälle zu analysieren und zu lösen. Diese Methode ist in jedem Ausbildungsstadium anwendbar, da der Unterstützungsbedarf durch den Praxisleiter individuell angepasst werden kann[40].

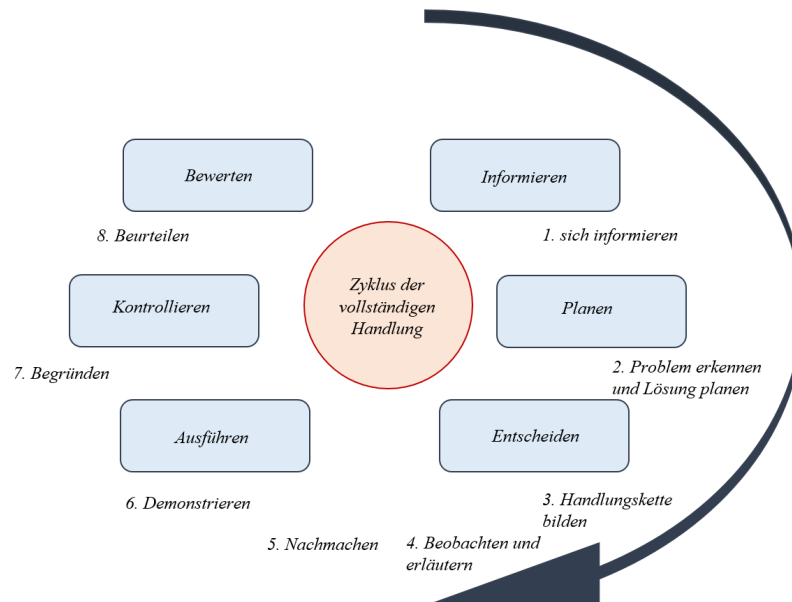


Abbildung 3.1: Zyklus der vollständigen Handlung nach Bohrer, 2014.[41]

3.6 Zukunftswerkstatt

Die Zukunftswerkstatt hat sich in der Pflegeausbildung als ein hochwirksames und wertvolles Instrument etabliert. Der Fokus liegt darauf, Auszubildende sowie Studierende der Pflegewissenschaften nicht länger als passive Konsumenten von Wissen zu betrachten, sondern sie aktiv in den Gestaltungsprozess ihrer eigenen professionellen Identität und der Rahmenbedingungen ihrer Ausbildung einzubinden. Der theoretische Unterbau dieser Methode lässt sich auf das wegweisende Konzept des Zukunftsforschers Robert Jungk zurückführen. Sein Ansatz zeichnet sich durch die Abkehr von starren Hierarchien aus und fokussiert sich stattdessen auf das kreative Potenzial und die Schwarmintelligenz der Betroffenen selbst[42, 22].

Die Durchführung einer Zukunftswerkstatt kann sowohl mit bestehenden Gruppen (beispielsweise einer Schulklasse) als auch mit neu formierten Interessengruppen (beispielsweise einer Projektgruppe) erfolgen. Die Begleitung durch eine moderierende Person erweist sich als essenziell, um den Prozess zu strukturieren und die Gruppe zum gemeinsamen Thema zu führen, und dies unabhängig von der Konstellation[42]. Die Methode kann mit Hilfe folgender Phasen überschaubar dargestellt werden:

1. **Vorbereitungsphase:** Da Pflegeauszubildende in der Regel mit hierarchischen Strukturen vertraut sind, wird in diesem Kontext die Regelfreiheit implementiert. Zudem werden Moderationsmaterialien bereitgestellt und das Thema (beispielsweise Station der Zukunft oder Pflegeausbildung 2050) abgegrenzt. Die Lehrkraft begreift sich als prozessbegleitender Moderator und nicht als Wissensvermittler.
2. **Kritikphase:** Die SuS werden dazu angehalten, alle potenziellen Belastungsfaktoren aus ihrem Alltag zu identifizieren (z. B. Zeitdruck, mangelnde Anleitung, starre Routinen). Das Ziel besteht darin, Systemfehler zu identifizieren und emotionale Befreiung zu erzeugen, um kognitive Ressourcen für die Aufnahme neuen Wissens bereitzustellen. Die vorliegende Kritik wird in Cluster unterteilt und entsprechend gewichtet.
3. **Phantasiephase:** Die SuS konzipieren ideale Versorgungsmodelle. Die Verwendung von *Killerphrasen*, wie beispielsweise “*Das zahlt die Kasse nie*”, ist strikt untersagt. Im Rahmen der Diskussion entstehen Visionen, die sich auf eine menschenzentrierte Pflege, technische Unterstützung oder völlig neue Arbeitszeitmodelle fokussieren. Das Ziel besteht in der Förderung der kreativen Problemlösekompetenz.

4. **Die Realisierungsphase:** Die zuvor formulierten Visionen werden in konkrete Aktionspläne transformiert. Die SuS stellen die Frage, welche Veränderungen sie ab morgen auf ihrer Lernstation vornehmen können. Im Rahmen dessen werden Strategien zur Implementierung kleiner, realistischer Schritte entwickelt, wie beispielsweise die Einführung eines neuen Übergabeprotokolls oder die Implementierung von Reflexionspausen.
5. **Nachbereitungsphase:** Die Aktionspläne werden dokumentiert (beispielsweise mittels eines Fotoprotokolls) und idealerweise den Praxisanleitern oder der Pflegedirektion präsentiert. Dies resultiert in einer Stärkung der professionellen Identität und des Selbstwirksamkeitsgefühls der SuS. Die Lehrkraft begleitet die ersten Umsetzungsschritte in die Praxis[42, 32, 22].

Die Zukunftswerkstatt konstituiert sich als demokratisches Lernformat, dessen Grundprinzipien Partizipation, gegenseitige Inspiration und die Erschließung individueller kreativer Potenziale sind. Die Stärkung der Selbstwirksamkeit der Lernenden sowie die Schulung von Präsentationstechniken und Teamfähigkeit sind wesentliche Ziele des Lernens in der Gruppe. Von den Lehrenden wird eine wertschätzende Moderationsrolle auf Augenhöhe gefordert, die den Prozess durch kreative Impulse steuert, ohne ihn zu dominieren[32, 42].

Die Zukunftswerkstatt stellt demnach einen wirksamen Gegenpol zu hierarchischen Strukturen im Pflegealltag dar, indem sie Lernende von passiv Betroffenen zu aktiven Gestaltenden transformiert. Im Fokus steht das Empowerment: Die Phase der Kritik bietet einen geschützten Raum zur Artikulation von Belastungen (z. B. Fachkräftemangel), was den Praxisschock mildert und psychisch entlastet. Der Übergang in die Utopiephase induziert eine Freisetzung kreativer Innovationskraft für komplexe Themen wie die Digitalisierung, was eine Stärkung des beruflichen Selbstverständnisses und der Selbstwirksamkeit bedingt. Aus pädagogischer Perspektive werden durch diese Methode zentrale Schlüsselqualifikationen der generalistischen Ausbildung gefördert, insbesondere Reflexionsfähigkeit, Kommunikationskompetenz und eigenverantwortliches Handeln. Die Prinzipien der Partizipation und Gleichberechtigung fördern bei Auszubildenden die Entwicklung von Wertschätzung für demokratische Prozesse. Die vorliegenden Untersuchungen kommen zu dem Schluss, dass die Zukunftswerkstatt die Berufsidentifikation erhöht, da sie die Relevanz der eigenen Expertise für konstruktive Veränderungen aufzeigt[32, 42, 22, 50].

3.7 Skills-Lab

Das Skills Lab nimmt im Rahmen der modernen Pflegeausbildung eine entscheidende Rolle als vermittelnder Lernort ein. Es fungiert als methodische Schnittstelle, die das theoretische Fundament der schulischen Ausbildung mit den unvorhersehbaren Anforderungen des pflegerischen Alltags verknüpft. In diesem geschützten, simulierten Rahmen erfolgt eine unmittelbare Übersetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in praktisches Handeln. Dieser Ansatz ermöglicht eine systematische Verringerung der Distanz zwischen Theorie und Praxis und bietet den Lernenden einen sicheren Raum für den Erwerb klinischer Fertigkeiten.

Die Übungsumgebung zeichnet sich durch eine hohe Realitätsnähe aus und ist mit authentischem medizinischen Equipment, Pflegebetten und computergesteuerten Patientensimulatoren ausgestattet. In diesem Setting erhalten die Auszubildenden die Möglichkeit, pflegerische Interventionen – von Basistechniken wie der Mobilisation bis hin zu komplexen Notfallszenarien – unter kontrollierten Bedingungen zu simulieren[33].

Der entscheidende pädagogische Vorteil liegt im geschützten Rahmen, als Gegensatz zur Patientenversorgung im realen Pflegealltag, die häufig durch Zeitdruck und eine Vielzahl von Verantwortlichkeiten gekennzeichnet ist. Das Skills Lab etabliert eine positive Fehlerkultur, in der Handlungsabläufe unterbrochen, reflektiert und wiederholt werden können. Dies ermöglicht es den Lernenden, psychomotorische Fertigkeiten (Skills) zu erlernen und ihre professionelle Rolle zu explorieren. Zudem entwickeln sie Entscheidungskompetenz und erfahren durch das anschließende videobasierte Debriefing eine tiefgreifende Selbstreflexion[33, 44].

Die zentralen Merkmale und der Aufbau lassen sich in folgende Punkte übersichtlich darstellen:

- **Realitätsnähe:** Die Räumlichkeiten sind mit authentischen Einrichtungsgegenständen ausgestattet, die die Atmosphäre von Patientenzimmern, Operationssälen oder häuslichen Pflegesettings rekonstruieren. Dazu zählen beispielsweise Klinikbetten, Infusionsständer und Medizintechnik.
- **Simulationenobjekte:** Das Training findet an hochmodernen Pflegepuppen (Simulatoren) statt, die Vitalzeichen wie Puls und Atemgeräusche imitieren können, oder mit Simulationspersonen (Schauspielern) für Kommunikationstrainings.

- **Fehlerfreundlichkeit:** Im Gegensatz zur echten Station ist es an dieser Stelle erlaubt, Fehler zu machen, ohne dass Patienten gefährdet werden. Diese Vorgehensweise trägt zur Reduktion von Prüfungsangst und Nervosität bei[53].

Zur Optimierung des Lernerfolgs im Skills Lab wird das Training in ein strukturiertes, dreiphasiges Modell eingebettet. Den Auftakt bildet das Pre-Briefing, in dem die Lernenden über die Rahmenbedingungen, die Lernziele und das klinische Fallbeispiel (Szenario) informiert werden. In diesem Kontext wird die psychologische Sicherheit als Fundament des Lernprozesses etabliert. In der anschließenden Simulationsphase agieren die Lernenden eigenständig innerhalb des gewählten Settings – von der Bewältigung kritischer Notfälle bis hin zur komplexen Kommunikation. Die Simulation mündet schließlich in die Debriefing-Phase, die als zentrales Element des kompetenzorientierten Lernens gilt. Mittels angeleiteter Reflexion, häufig unterstützt durch Videoaufzeichnungen, erfolgt eine Dekonstruktion und Analyse der Handlungen. Dieser Prozess zielt darauf ab, die objektive Selbstreflexion zu fördern und den nachhaltigen Transfer der gewonnenen Erkenntnisse in den pflegerischen Alltag zu gewährleisten[51].

Der Einsatz eines Skills-Labs im Rahmen der Pflegeausbildung verfolgt ein breites Spektrum an Zielen, die über das reine Einüben von Handgriffen hinausgehen. Im Fokus steht dabei der Theorie-Praxis-Transfer, da den Lernenden dadurch die Möglichkeit eröffnet wird, das in der Theorie erworbene Wissen unmittelbar in praktisches Handeln zu überführen und so die oft abstrakten Konzepte zu internalisieren. Diese Lernform trägt nicht nur zur Entwicklung der sogenannten Hard Skills, also der technischen Fertigkeiten, bei, sondern fördert auch in erheblichem Maße die Entwicklung der Soft Skills. In einer realistischen Umgebung werden Kommunikation, Empathie und Teamarbeit unter Zeit- und Entscheidungsdruck trainiert, wodurch die Lernenden auf die psychischen und sozialen Anforderungen des Berufsalltags vorbereitet werden.

Kapitel 4

Unterrichtsideen

Im Zuge des Projekts Geriatronik wurden über die Jahre von 2019 bis 2025 Weiterbildungsmaßnahmen für Pflegepädagogen und Pflegeauszubildende konzipiert. Der Hintergrund des Ganzen war die Implementierung von Systemen, die im Rahmen des Forschungsprojekts entwickelt wurden, in den Unterricht der Pflegeausbildung. Die Fortbildungen und Workshops wurden im Deutschen Museum organisiert und zu diesem Zweck wurden Einladungen an Pflegeschulen in ganz Deutschland versandt. Die Unterrichtsideen wurden mit den aktuell verfügbaren Systemen konzipiert. Die Konzepte wurden jedoch so entwickelt, dass sie auch auf anderen Robotersysteme übertragbar sind.

Das Programm der Workshops erstreckte sich über einen Zeitraum von vier Tagen und beinhaltete die Vorstellung von drei Robotersystemen sowie die gemeinsame Entwicklung von Einheiten für spezifische medizinische Bereiche, in denen diese Systeme in der Schule zum Einsatz kommen könnten. Das Hauptziel bestand darin, drei Einheiten zu erstellen, die als Grundvorlage dienen und anschließend von den Lehrkräften weiter optimiert werden können. Die Schulungswoche war in vier Phasen unterteilt:

- Phase 1: Mit dem vorliegenden Text erfolgt eine Einführung in das Thema der Robotersysteme. Darauf folgt eine praktische Demonstration der Verwendung sowie eine Erläuterung der Funktionen anhand einfacher Beispiele. Den Teilnehmern wurde ausreichend Zeit eingeräumt, um Fragen zu stellen und die Verwendung und den Zweck der Systeme zu erörtern.
- Phase 2: Darüber hinaus erhielten die Teilnehmer eine kleine Aufgabe, bei der sie das System unter klar definierten Bedingungen selbstständig nutzen mussten. Die Aufgabenstellung war systemabhängig und

wurde von den Teilnehmern unter ihnen bekannten Bedingungen (basierend auf ihren Erfahrungen aus der täglichen Arbeit) gelöst und ausgeführt.

Phase 3: Nach einer Phase der Vertrautmachung mit dem System wurde im Forum eine Diskussion über potenzielle Ansätze für den generalistischen Lehrplan geführt.

Phase 4: Im Rahmen der abschließenden Projektarbeit wurde von den Teilnehmern ein Lehrkonzept für eines der Robotersysteme entworfen. Die Resultate der drei Gruppen sind nachfolgend dargestellt.

Zu Beginn der ersten Trainingsphase wurde eine Einführung und eine Vorführung zur Verwendung des Franka Emika-Systems durchgeführt. Zunächst wurde ein Überblick über die Einsatzmöglichkeiten der Hardware- und Softwarekomponenten gegeben. Im Anschluss daran wurde ein Beispiel mit den gängigsten Befehlen präsentiert. Danach erhielten die Teilnehmer zwei Aufgaben, die es auszuführen galt:

Aufgabe 1.) Der Roboter soll programmiert werden, eine einfache Aufgabe eigenständig auszuführen. Ziel dabei ist, selbstständiges erarbeiten des Ablaufs und die entsprechende Anwendung zur erfolgreichen Ausführung.

Aufgabe 2.) Das erlangene Wissen zur Anwendung bei einfachen Aufgaben, soll hier eine Aufgaben mit Bezug auf den Pflege-Alltag ausgeführt werden. Die Teilnehmenden entwickeln eigenständig eine Sachbezogene Aufgabe, die sie dem Roboter beibringen.



Abbildung 4.1: Die Teilnehmer widmen sich gegenwärtig der Arbeit an Phase 2 des Roboterarmsystems.

Der Inhalt des Moduls zum Frühmobilisierungssystems weicht in Bezug auf den medizinischen Bereich, in dem es zum Einsatz kommen soll, von den

anderen Fällen ab. Die Vielfalt der Aufgabeninhalte, die mit diesem System verwendet wurden, besteht in der Krankenakte des fiktiven Patienten. Das Gewicht und die Therapie können ebenfalls differieren. Während der Übungen des Patienten kann das System verschiedene Unterstützungsstufen ausführen. Zum Start der Therapie kann das System 100% Unterstützung liefern. Dieser Prozentsatz der Unterstützung kann je nach Therapiebedarf angepasst werden, beispielsweise 20 % eigene Kraft des Patienten, 80 % Unterstützung durch das System. Der Prozentsatz beschreibt den Anteil der Kraft, mit dem das System den Patienten bei der Bewegung seiner Beine unterstützt.

Im Rahmen der **Frühmobilisierungssysteme** wurden den Teilnehmern bei Reactive Robotics zwei verschiedene Systeme präsentiert, eines davon wird in der Intensivpflege eingesetzt, das andere im häuslichen Bereich. Daher weisen die Aufgaben in den Frühmobilisierungssystemen eine Abweichung zu den Aufgaben in den anderen Systemen auf. Die Intention bestand hier darin, eine möglichst hohe Kongruenz zwischen den tatsächlichen Anwendungsfällen und den untersuchten Umgebungen zu gewährleisten. Aus diesem Grund wurde der Einsatz in beiden Umgebungen analysiert. Die Aufgaben, die mit der Implementierung der beiden Systeme einhergingen, waren wie folgt definiert:

1. Vemotion (ICU - Intensivpflege)

- (a) Potentieller Diskussionsfall: Die Patientin ist weiblich, 25 Jahre alt, wiegt 60 Kilogramm und leidet an einem Gehirntumor. Der Tumor, der sich als gutartig herausstellte, wuchs kontinuierlich, führte zur Kompression des Hirnstamms und musste daher operativ entfernt werden. Postoperativ kam es bei der Patientin zu Schwellungen und Komplikationen, die zu neurologischen Ausfällen führten. Es ist essenziell, dass sie wieder lernt, sich zu bewegen, zu essen, zu schlucken und sogar zu atmen.
- (b) Potentieller Diskussionsfall: Ein 45-jähriger Patient, der 120 Kilogramm wiegt, leidet an amyotropher Lateralsklerose (ALS). Zusätzlich hatte er sich eine Lungenentzündung zugezogen, die für einen gesunden Menschen kein Problem darstellt, für ihn jedoch ein künstliches Koma und künstliche Beatmung bedeutete.

2. Vemotion (Mobile Reha in häuslicher Umgebung)

- (a) Potentieller Diskussionsfall: Der Patient ist ein 79-jähriger Mann mit einem Gewicht von 80 Kilogramm, der an einer instabilen

Fraktur (Beckenfraktur vom Typ B) leidet. Die radiologische Untersuchung ergibt eine Fraktur des betreffenden Beckens. Das Becken weist zwar eine vertikale Stabilität auf, jedoch ist es rotationsinstabil. Es liegt ein Verlust an Stabilität vor, welcher zu schwerwiegenden inneren Blutungen führen kann. Der Patient wurde bereits operiert, wobei es zu geringfügigen Blutverlusten kam.

- (b) Potentieller Diskussionsfall: Die Patientin ist weiblich, 85 Jahre alt, 70 kg schwer und leidet an Kniearthrose. Die Reibung der Knochen zueinander führt zur verstärkten Produktion von Gelenkflüssigkeit. Es manifestieren sich Entzündungen, Schmerzen, Rötungen und Schwellungen. Es ist eine signifikante Einschränkung der Bewegungsfähigkeit festzustellen[49].

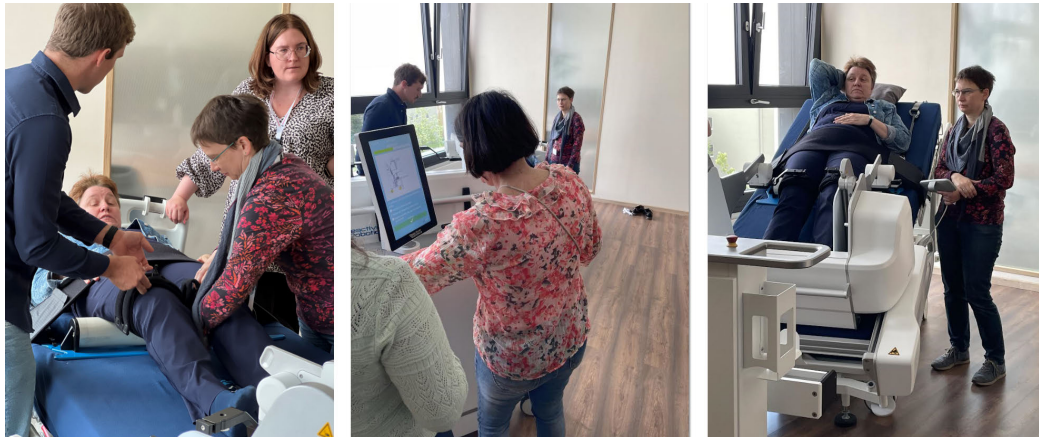


Abbildung 4.2: *Teilnehmende während der Erarbeitung der Phase 2 des Frühmobilisierungssystems.*

Die Gruppe soll einen Roboter mit zwei Armen mittels des **Telemedizin-systems** steuern. Die Aufgabe bestand darin, Blöcke in einer Kiste zu sammeln. Diese These lässt sich auf den Bereich der Altenpflege übertragen, in dem das Pflegepersonal eine Dienstleistung erbringt. Die vorliegende Aufgabe kann als realer Fall diskutiert werden. Dabei wird der zweiarmer Roboter mit der Aufgabe betraut, die Medikamente für die Woche zu sortieren. Es kann ein Zukunftsszenario entworfen werden, in dem eine Arztpraxis in einem abgelegenen Pflegeheim über ein derartiges System verfügt, das für Patienten in ländlichen Gebieten genutzt wird. Routineuntersuchungen oder kognitive Übungen können mit einem solchen System erleichtert werden, da die Pflegekräfte die Praxis oder Klinik nicht verlassen müssen und gleichzeitig für mehr Patienten zuständig sein können.

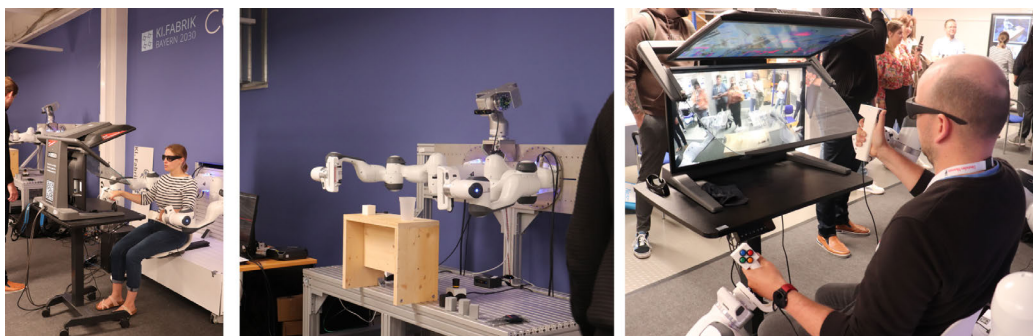


Abbildung 4.3: *Teilnehmende, die an Phase 2 des telemedizinischen Systems arbeiten.*

Im Rahmen des zweiten Durchlaufs der Fortbildung bestand für die Teilnehmenden die Möglichkeit, im Forschungszentrum des Klinikums Rechts der Isar mit dem **AURORA-System** und **Pepper** zu interagieren. Im Rahmen der Untersuchung hatten die Teilnehmenden die Möglichkeit, den Robotern spezifische Befehle zu erteilen und die Ausführung dieser Befehle anschließend zu evaluieren.



Abbildung 4.4: *Die Teilnehmenden interagieren mit dem AURORA System und Pepper im Forschungszentrum des Klinikums rechts der Isar.*

Für Phase 4 wurden die Teilnehmenden in drei Gruppen unterteilt. Zunächst wurde den Gruppen die Aufgabe erteilt, eine Visualisierung eines Konzepts für eine Unterrichtseinheit zu erstellen. Der Schwerpunkt der Veranstaltung lag auf der Umsetzung der Unterrichtseinheit in einem bestimmten Lehr-

planbereich und der Entwicklung der Idee auf der Grundlage dieses Bereichs. Von signifikanter Relevanz war hierbei die Definition von Zielen, deren Erreichung durch die für diese spezifische Einheit vorgeschlagenen Methoden gewährleistet werden kann.

4.1 Konzept 1: Roboterarm

Gemäß der Gruppe ist die Umsetzung des Konzepts zum Robotersystem Franka Emika (beschrieben in Kapitel 1.1.) in dem Bereich CE 07 – Rehabilitative Pflege in einem interdisziplinären Team möglich. Der Fokus dieser Einheit zielt auf den Erwerb von Kompetenzen ab, die es den Auszubildenden ermöglichen, rehabilitative Aufgaben zu identifizieren, weniger komplexe Pflegesituationen zu übernehmen und schrittweise die Relevanz der rehabilitativen Pflege in einem interdisziplinären Team zu erfassen [50]. Es sei darauf hingewiesen, dass sich die Rahmenpläne in bestimmten Punkten zwischen den einzelnen Bundesländern Deutschlands unterscheiden. Infolgedessen können sowohl die Einführung als auch die Ausrichtung in unterschiedliche Richtungen erfolgen, was durch das breite Spektrum potenzieller Anwendungsbereiche des Systems ermöglicht wird. In diesem Kontext ist ein ausgeprägtes Selbstbewusstsein von signifikanter Relevanz. Es ist von essentieller Bedeutung, dass jeder die freie Wahl der Methodik hat (oder haben sollte). Die Art der Veranstaltung, sei es ein Vortrag, eine Demonstration, eine Kreativitätstechnik, ein World Café, ein Lehrfilm oder eine Diskussion, ist dabei von untergeordneter Bedeutung, solange das intendierte Ziel erreicht wird.

Empirische Studien legen nahe, dass der kollaborative Ansatz in Gruppen für die Vermittlung von Technologiekompetenzen besonders effektiv ist. Die Anzahl verfügbarer Systeme sowie die Raumgröße des Klassenzimmers sind dabei maßgebliche Faktoren. Im Rahmen der Gruppenarbeit sollten die Schüler dazu ermutigt werden, sich auf Experimente einzulassen und Erfahrungen zu sammeln. Eine alternative Option besteht in der Implementierung einer vereinfachten Programmierung, wie beispielsweise das Skizzieren eines Funktionsablaufs. Die Realisierung kann durch die Befolgung der nachstehend dargelegten Schritte erfolgen.

1. Einführung von Kernbegriffen;
2. Formulierung technologiebezogener und nicht technologiebezogener Aufgaben (differenziert);

3. Interaktive Demos in direkter Zusammenarbeit mit Franka Emika;
4. Demografischer Wandel diskutieren und Visionen formulieren (*Zukunftswerkstatt*);
5. Das Aneignen von Programmierfähigkeiten in Form einer Gruppenarbeit und einem konkret definierten Problem;
6. Gedankenaustausch in Form von Informationsblättern und/oder 1-Minuten-Papieren;
7. über mögliche Aussichten diskutieren.

Die Intention einer solchen Lehrveranstaltung besteht in der Vorstellung von Konzepten sowie dem Abbau von Vorurteilen gegenüber solchen Systemen. Die gestellten Aufgaben sollten weniger restriktiv gestaltet werden, um die Möglichkeit zu schaffen, mehr zu experimentieren (dies hängt von den verfügbaren technischen Möglichkeiten und der verfügbaren Zeit ab). Durch den Einsatz einer Kombination aus Methoden wird ein abwechslungsreiches Lernumfeld geschaffen, das die Aufmerksamkeit der Schüler nachhaltig erhält. Dies ermöglicht es dem Lehrenden, das Tempo zu bestimmen und den Inhalt flexibel auf die Gruppe anzupassen. Dies impliziert, dass jede Unterrichtsstunde in ihrer Gestaltung variieren kann. Die Dauer der Experimentierphase ist auf ca. 90 Minuten festgelegt.

4.2 Konzept 2: Frühmobilisierungssystem

In ähnlicher Weise wie beim Roboterarm ist der Anwendungsbereich des Moduls zum Frühmobilisierungssystem (beschrieben im Kapitel 1.4) in den Lehrplänen auch in CE 07 – Rehabilitative Pflege in einem interprofessionellen Team verortet. Der vorliegende Text befasst sich mit der Thematik der Positionierungstherapie. Für diese Lektion wurde seitens der Gruppe eine Fallstudie entwickelt.

Pflegefallstudie: Herr Bauer

Herr Bauer, 48 Jahre alt, wurde nach einem schweren Sturz von einer Leiter in die Notaufnahme verbracht. Bei ihm wurde eine traumatische Hirnverletzung mit massiver Subarachnoidalblutung diagnostiziert. Zudem wurde diagnostiziert, dass der Patient sich bei dem Sturz eine Fraktur des Femurhalses zugezogen hatte.

Herr Bauer verheiratet und hat zweier Kinder im Alter von 10 und 14 Jahren. Bei seiner Einlieferung in die Notaufnahme wurde Herr Bauer unverzüglich von einem multidisziplinären Team untersucht. Die initiale Diagnose umfasste:

- *Computertomographie (CT) des Kopfes: Bestätigung einer Subarachnoidalblutung und eines Schädel-Hirn-Traumas.*
- *Röntgenaufnahme des Beckens und der Hüfte: Bestätigung der Femurfraktur.*

Herr Bauer wurde zur Überwachung und weiteren Behandlung auf die Intensivstation verlegt. Nach einer vier Tage andauernden Phase der Rehabilitation erfolgt die Rückkehr auf die Intensivstation, wo die Arbeit als Krankenpfleger fortgesetzt wird. Die Pflegeverantwortung für Herrn Bauer wird von Ihnen übernommen. Auf die initialen Mobilisierungsversuche reagiert Herr Bauer mit Hypotonie. Der behandelnde Physiotherapeut empfiehlt eine Mobilisierung mit dem Vemotion-System.

Nachdem das Fallbeispiel dargestellt wurde und eine Analyse des Fallbeispiels durchgeführt wurde, können die SuS die folgenden Aufgaben bearbeiten:

Die SuS...

- recherchieren zum Frühmobilisierungssystem auf der Webseite
`Reactive-robotics.com`
und generieren Informationen über das System und seine Anwendung
- schauen sich das Video zum System an
`https://youtu.be/aCklon89Swo?feature=shared`
- beschreiben Situationen (die auch aus Erfahrungen kommen können oder sogar sollten), in denen das Frühmobilisierungssystem eingesetzt oder angewendet werden kann;
- nennen Vor- und Nachteil des Frühmobilisierungssystems, dabei setzen Sie explizit den Fokus sowohl auf die Seite der Pflegekraft, als auch die Seite des Patienten oder Patientin.

KAPITEL 4. UNTERRICHTSIDEEN

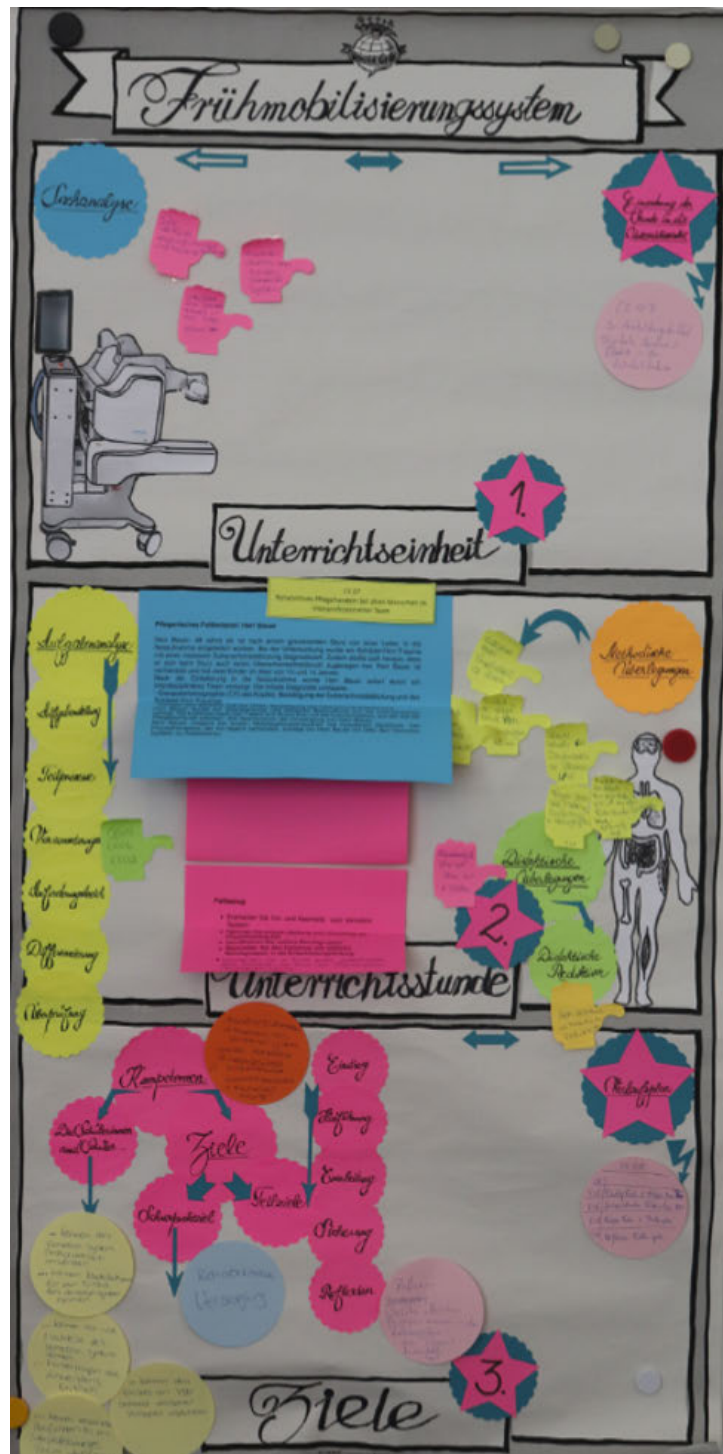


Abbildung 4.6: Präsentation der Unterrichtsidee zum Thema Frühmobilisierungssystem.

Für die Bearbeitung dieser Fallstudie können etwa 140 Minuten eingeplant werden. Aus methodischer Sicht schlug die Gruppe ein Rollenspiel vor. Als Beispiel kann man die folgende Frage aus verschiedenen Perspektiven verwenden:

1. Operator/Pflegekraft

- Wie sind Sie mit dem System zurecht gekommen?
- Wie ist Ihre Erfahrung oder wie haben Sie das System erlebt?

2. Patient oder Patientin

- Wie ging es Ihnen bei der Behandlung?
- Wie haben Sie sich gefühlt?
- Was für eine Auswirkung hatte diese Erfahrung auf Sie?

3. Beobachter oder Beobachterin

- Wie war für Sie die beobachtete Beobachtung als Erfahrung?

Im Anschluss erfolgt eine Diskussion über die gesammelten Erfahrungen. Der Schwerpunkt kann auf den Disziplinen Ethik, Praxis und Theorie liegen. Es sei darauf hingewiesen, dass im Rahmen dieser Diskussion eine Vielzahl von Fragestellungen erörtert werden können. Zu diesen zählen unter anderem:

- Welche Vor- und Nachteile konnten Sie bei der Anwendung des Systems feststellen? Wieso? Können diese Argumente aus einer anderen Perspektive anders gesehen werden?
- Nehmen Sie eine kritische Haltung gegenüber dem Vorschlag der Physiotherapeuten ein!
- Identifizieren Sie andere professionelle Teams, die beteiligt sind oder beteiligt werden können!
- Begründen Sie die Einbeziehung anderer Fachteams in den Entscheidungsprozess!

Die angestrebten Lernziele stehen in einer engen Verbindung mit den zu erledigenden Aufgaben. Die Nutzung des Systems resultiert in der Entwicklung sozialer und technischer Kompetenzen. Ein kritischer Ansatz, der das Analysieren, Ausprobieren und Überprüfen von Handlungssituationen fördert, trägt zur Entwicklung handlungsorientierter Kompetenzen bei. Darüber hinaus wird kritisches Denken hinsichtlich ethischer Implikationen, die mit dem Einsatz neuer Technologien in der Pflege einhergehen, gefördert.

4.3 Konzept 3: Telemedizinisches System

In Anbetracht der Komplexität der Anwendung des telemedizinischen Systems (beschrieben im Kapitel 1.3) sowie des Einsatzes im Pflegebereich erscheint es sinnvoll, dieses System in den dritten Teil der III-Ausbildung zu integrieren, da es zahlreiche Voraussetzungen und Erfahrungen erfordert. Im Rahmen der Krankenpflegeausbildung wird im vorliegenden Abschnitt den Studierenden die Möglichkeit geboten, die in dieser Ausbildung angestrebte praktische Erfahrung in sämtlichen Bereichen der Krankenpflege (Medizin) zu sammeln. Die Implementierung im schulischen Kontext sollte in Form einer interaktiven Kollaboration mit der TUM und/oder den Entwicklern erfolgen. Die Mitwirkung einer fachkundigen Person, die über ein profundes Verständnis des technischen Systems verfügt, ist von essentieller Bedeutung, auch um die Auszubildenden über den aktuellen (sich schnell weiterentwickelnden) Stand der Technik zu informieren. Darüber hinaus können Partnerkrankenhäuser, die derartige Systeme betreiben, auch Beispiele aus ihrer Erfahrung für die Erstellung von Fallstudien zur Verfügung stellen. Es wird als wünschenswert erachtet, dass die Auszubildenden über den aktuellen Stand der Technik informiert werden. Aus methodischer Perspektive sollte der Fokus auf evidenzbasiertem Lernen liegen. Die Tatsache, dass die Arbeit mit solchen Robotersystemen Menschen einbezieht, bedeutet automatisch, dass hier nicht nur technische sondern auch menschliche Herausforderungen entstehen. Es ist evident, dass ethische Diskussionen unausweichlich sind. Empirische Evidenz hat gezeigt, dass die Implementierung kontextualisierter Anwendungen einen signifikanten Einfluss auf die erfolgreiche Vermittlung dieser Systeme an Auszubildende hat. Um die Kreativität und Lösungsfindung (Ideen) der Studierenden zu fördern, kann ihnen die Aufgabe gestellt werden, sinnvolle Anwendungen im Gesundheitswesen zu finden.

In Kombination einem SkillLab (beschrieben im Kapitel 3.7) und dem können die SuS selbstständig lernen, da sie mit einem Problem konfrontiert werden. Probleme können mit fundierten Argumenten gelöst werden. Das gewonnene Wissen wird anschließend zusammengefasst.[54] Wenn Problemorientiertes Lernen (beschrieben im Kapitel 3.3) bereits angewendet wurde, kann die Einheit mit der Siebensprung-Methode in folgenden Schritten vertieft werden: [55]

1. Unbekannte Begriffe, wie bspw. Telemedizin oder Fernsteuerung müssen eingeführt und erläutert werden.
2. Ein Problem aus der täglichen Arbeit oder aus einer Situation, die bei der Ausführung ähnlicher Aufgaben aufgetreten ist, wird formuliert

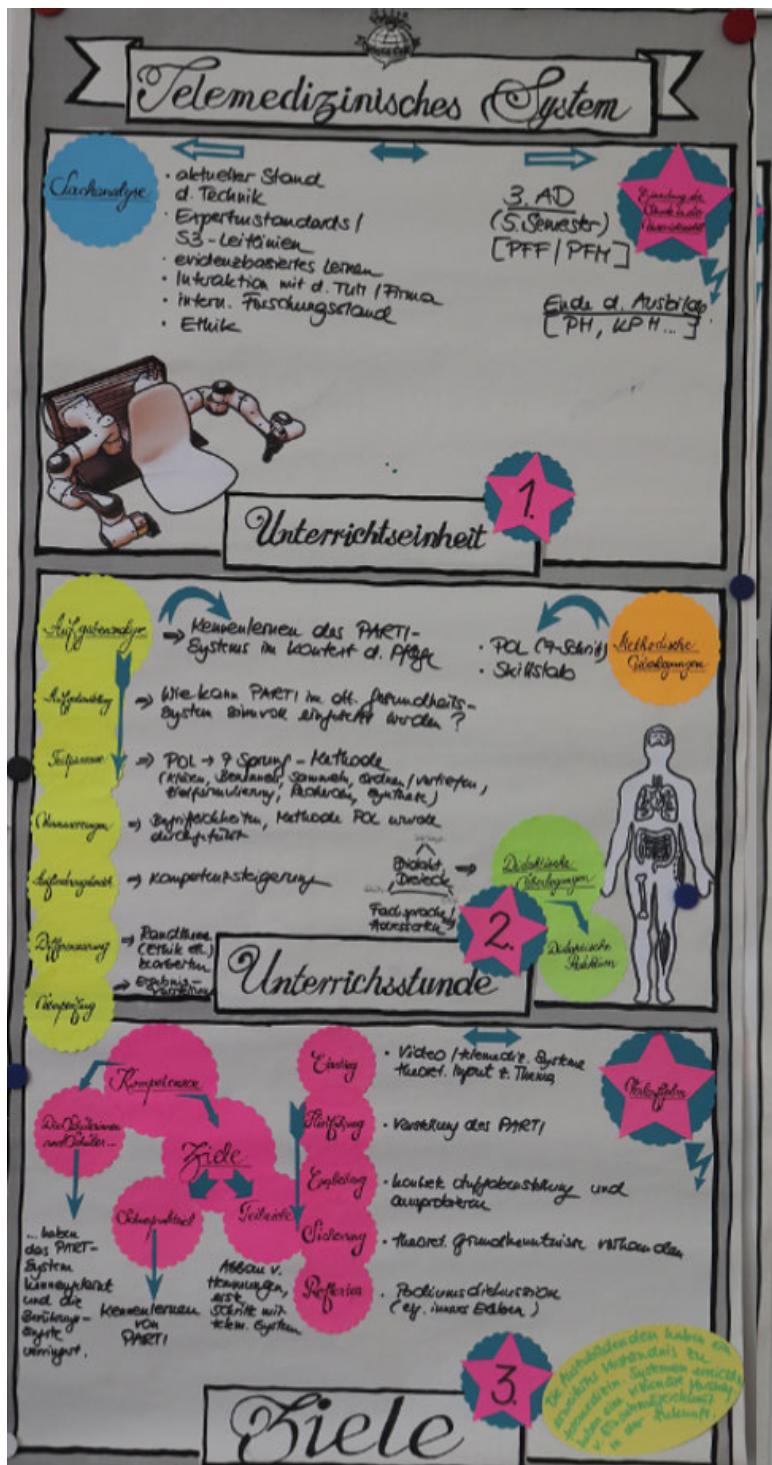


Abbildung 4.7: Präsentation der Unterrichtsidee zum Thema telemedizinisches System.

(an dieser Stelle wird deutlich, dass die Zusammenarbeit mit Krankenhäusern von signifikanter Bedeutung ist).

3. Es ist von essentieller Wichtigkeit, dass die primären Probleme des vorliegenden Falles identifiziert werden. Die Mitglieder der Gruppe formulieren ihr zentrales Problem individuell oder generieren Fragen, ohne dass andere sich dazu äußern (reine Problemsammlung).
4. SuS diskutieren und systematisieren als Gruppe ihre Problem-Lösung Ideen (Brainstorming).
5. Lösungsideen werden in einer größeren Gruppe (ganze Klasse/Forum) generiert und diskutiert, wobei durch Fragestellungen eine Hinführung zum Lernziel erreicht wird.
6. Abhängig vom Diskussionsverlauf können auch andere Ideen gesammelt werden.
7. Die gesammelten Ideen und Informationen werden besprochen und zusammengefasst und kommentiert.

Im Rahmen der telemedizinischen Unterrichtseinheit wird evident, dass die Studierenden eine Selektion ihrer eigenen Prioritäten vornehmen. Die Intention des Lehrenden ist demnach folgende: Es wird die Richtung aufgezeigt, ohne dabei konkrete Erwartungen an die Perspektiven der Teilnehmer zu stellen. Aus diesem Grund können die Ziele der Einheit nicht konkret festgelegt werden (nur Richtlinien). Im Rahmen der Anwendung der POL-Methode kann die Sitzung in CE05 – Unterstützung von Menschen/Kindern in Heilungsprozessen und Stärkung der Patientensicherheit des Rahmenplans eingeordnet werden. Die in dieser Einheit vermittelten Kompetenzen sollten gemäß dem Rahmenplan in sämtlichen CE's erreicht werden. Unter der Prämisse, dass keine Sprachbarrieren zu erwarten sind, könnte die Dauer der Sitzung auf 90 Minuten festgelegt werden.

4.4 Konzept 4: AURORA System

Im Rahmen des vorliegenden Unterrichtskonzepts erfolgt die Einführung der Lernenden des zweiten oder eventuell dritten Semesters in das zukunftsweisende AURORA-System. Das AURORA-System ist ein intelligentes Assistenzsystem, das die pflegerische Versorgung in hochkomplexen Akutsituationen revolutioniert (beschrieben im Kapitel 1.5.2). Die vorliegende Einheit kann curricular im Lernbereich CE 05 verankert werden und kann bspw. auf

die perioperative Pflege sowie die hochspezialisierten Arbeitsfelder im OP-Bereich, in der Funktionsdiagnostik, im Schockraum und in der Endoskopie fokussiert werden. Basierend auf dem aktuellen Forschungsstand der TUM erarbeiten die SuS eine Methodik, wie AURORA durch sensorgestützte Prozessoptimierung das Team entlastet und die Patientensicherheit in zeitkritischen Phasen erhöht. In diesem Rahmen reflektieren die angehenden Pflegefachkräfte die Integration digitaler Innovationen in den klinischen Alltag und diskutieren, wie Technik die pflegerische Präsenz in diesen hochtechnisierten Bereichen sinnvoll ergänzen kann.

Das System kann folgendermaßen im Unterricht eingeführt werden:

1. Einstieg und Hinführung

Variante A (Quiz): Was glauben Sie: Wie viele Prozessschritte im OP werden heute bereits digital erfasst? (Schätzen von Zeitverlusten vs. Effizienz).

Variante B (Freies Schreiben): 5-Minuten-Flash: Technik im Schockraum – Segen oder Stressfaktor?

Lehrervortrag: Definition von AURORA als kontextsensitives Assistenzsystem. Erläuterung der technischen Basis (KI/Sensorik) und Aufzeigen der potenziellen Grenzen (Datenschutz, technische Abhängigkeit, Kosten).

2. Erarbeitung: Stationslernen

Die SuS rotieren durch vier Stationen, die auf den aktuellen Erkenntnissen der Forschung basieren:

- (a) Station 1: Forschungsstand

Analyse von Fachartikeln im Bereich Medizin- und Pflegerobotik: Wo steht die Entwicklung? Fokus auf die Validität der Daten im Vergleich zur menschlichen Dokumentation.

- (b) Station 2: Einsatzbereiche

Szenarienanalyse für: OP-Bereich, Funktionsdiagnostik, Schockraum und Endoskopie. Wie unterstützt AURORA speziell in der Peri-OP-Phase?

- (c) Station 3: Chancen & Hindernisse

Gegenüberstellung: Arbeitsentlastung und Fehlerreduktion vs. Schulungsaufwand, Hygieneanforderungen und Systemfehler.

(d) Station 4: Ethik

Diskussion: *Algorithmus vs. Intuition*. Wer hat in Notfallsituationen das letzte Wort – Mensch oder Maschine?

3. Sicherung

Variante A (Lückentext): Fokus auf Fachterminologie und Prozessschritte im CE 05.

Variante B (Mindmap): Zusammenführung der Stationsergebnisse an der Tafel/Whiteboard (Zentralbegriff: AURORA im interdisziplinären Team).

4. Reflexion

Die Methode die hier vorgeschlagen wurde, ist der Baum der Erkenntnis, die die SuS mit Hilfe von Post-its auf einem Baumbild erstellen. Wobei folgende Struktur entsteht:

- *Wurzeln*: Was habe ich als Basis gelernt?
- *Stamm*: Welche Funktion ist für mich am wichtigsten?
- *Früchte*: Welche Chancen sehe ich für meine zukünftige Arbeit im OP/Schockraum?
- *Welke Blätter*: Wo sehe ich kritische Grenzen der Technik?

Die Auseinandersetzung mit Systemen wie AURORA erfordert mehr als nur das Erlernen technischer Fertigkeiten, sondern stellt eine essenzielle Vorbereitung auf die Pflege 4.0 dar. In der Pflegeausbildung ist ihre Relevanz insbesondere im zweiten und dritten Semester signifikant, da die SuS zu diesem Zeitpunkt über die notwendige klinische Erfahrung verfügen, um die Entlastungspotenziale in hochkomplexen Bereichen wie dem Schockraum oder der Endoskopie realistisch einzuschätzen. Es ist von essentieller Bedeutung, dass das Pflegepersonal die Technologie nicht als Ersatz, sondern als komplementäres Werkzeug im interdisziplinären Team begreift. Nur so kann das Pflegepersonal die nötige digitale Kompetenz entwickeln, um zukünftige Pflegeprozesse aktiv mitzugestalten, kritisch zu hinterfragen und dabei stets die menschliche Würde sowie die Patientensicherheit ins Zentrum ihres Handelns zu stellen.

Aus der Perspektive der Workshop-Teilnehmenden stellt AURORA zwar keine unmittelbare Arbeitsentlastung für Pflegekräfte, ist jedoch didaktisch wertvoll, um SuS die Grenzen der Technik zu demonstrieren.

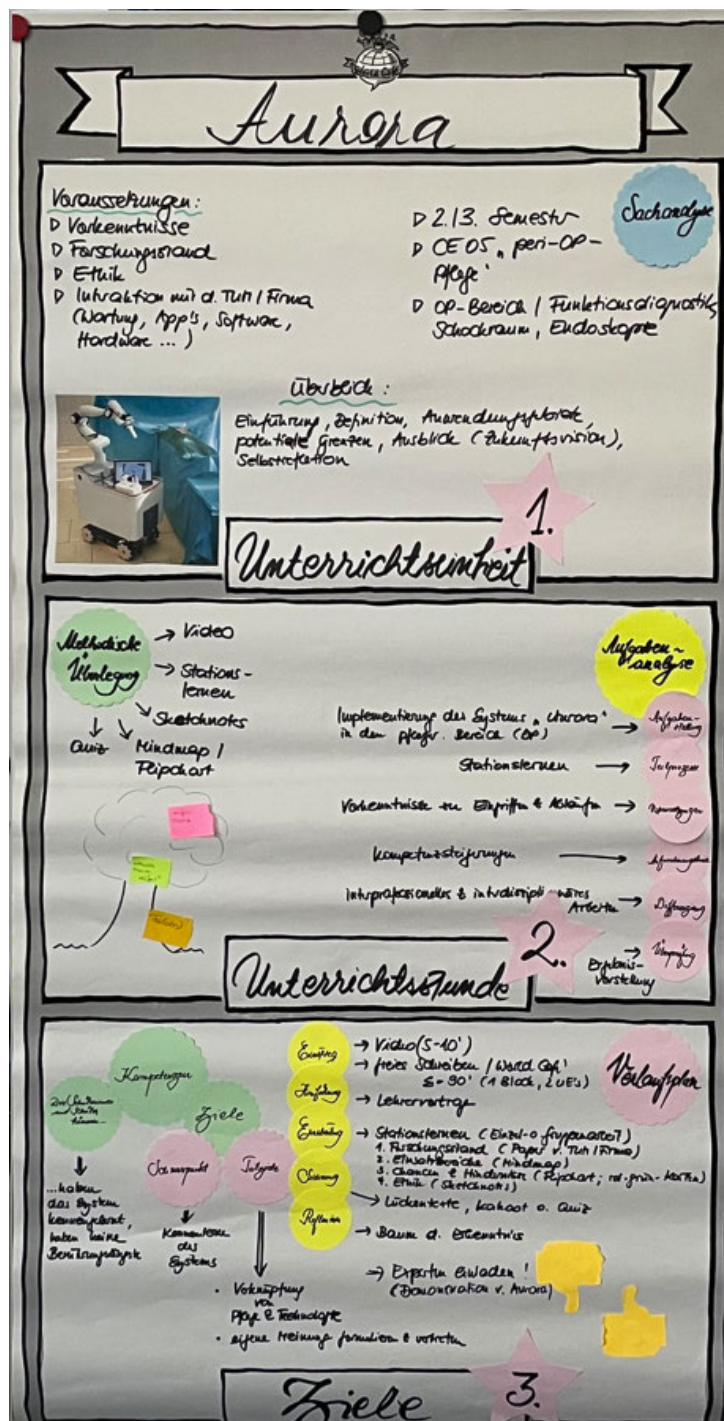


Abbildung 4.8: Das entwickelte Konzept der Unterrichtsidee zum AURORA System.

4.5 Konzept 5: Assistenzsystem SASHA

Im Rahmen dieses Unterrichtskonzeptes erfolgt die Einführung der Lernenden in das innovative Assistenzsystem SASHA (beschrieben im Kapitel 1.5.1). Das System kann gezielt im Lernbereich CE 07 des generalistischen Lehrplans für Pflegeberufe verankert werden und fokussiert auf ein modernes rehabilitatives Pflegehandeln. Im Fokus steht das System SASHA, das als integrativer Ansatz, die interdisziplinäre Teamarbeit durch digitale Unterstützung fördert. Die SuS sollen dabei nicht nur Kenntnisse über die technische Anwendung erlangen, sondern sollen auch kritisch die Digitalisierung reflektieren. Sie analysieren die Grenzen der Technik im pflegerischen Alltag und evaluieren, in welchen Bereichen menschliche Zuwendung durch Technologie ergänzt werden kann und in welchen nicht.

Das vorliegende Unterrichtskonzept zum System SASHA der TUM startet mit dem visionären Einstieg *Sci-Fi Pflege 2050*, dessen Ziel die Sensibilisierung der Lernenden für die Zukunft der Robotik ist. Im Anschluss erfolgt die Erarbeitung des realen SASHA-Systems der TUM im Lernbereich CE 07 mittels anschaulicher Videos und der Analyse von Fach-Factsheets. Im Fokus stehen dabei das rehabilitative Pflegehandeln und die Synergien im interdisziplinären Team. In einem kreativen Brainstorming werden konkrete Einsatzmöglichkeiten zur Mobilisation und Dokumentationsentlastung identifiziert. Im Anschluss erfolgt eine intensive Auseinandersetzung mit den Stärken und Schwächen der Robotik sowie eine kritische medizinethische Diskussion über das Spannungsfeld zwischen technischer Effizienz und menschlicher Empathie. Die Einheit kulminiert in einer individuellen Reflexion, in der die angehenden Pflegefachkräfte ihre persönliche Haltung zu den Grenzen der Technik festigen und definieren, wie sie als Experten das integrationstechnische System verantwortungsvoll in den Pflegeprozess integrieren können.

Die Unterrichtseinheit zielt darauf ab, das System SASHA auch als innovatives Instrument zur Förderung kumulativer Pflegeprozesse im Kontext des Lernbereichs CE 05 zu implementieren. Die Lernenden werden dazu befähigt, die komplexen Zusammenhänge zwischen technischer Assistenz und professioneller Pflegeplanung zu verstehen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Einhaltung hygienischer Anforderungen und einer konsequenten Infektionsprävention. Zu diesem Zweck unterziehen die SuS die Aufbereitung und den sterilen Einsatz des SASHA-Systems im klinischen Umfeld einer kritischen Prüfung. Zunächst erarbeiten sich die SuS die grundlegenden Funktionen von SASHA als Assistenzsystem und leiten daraus anschließend den Transfer ab, indem sie diese technologischen Features in konkrete pflegerische

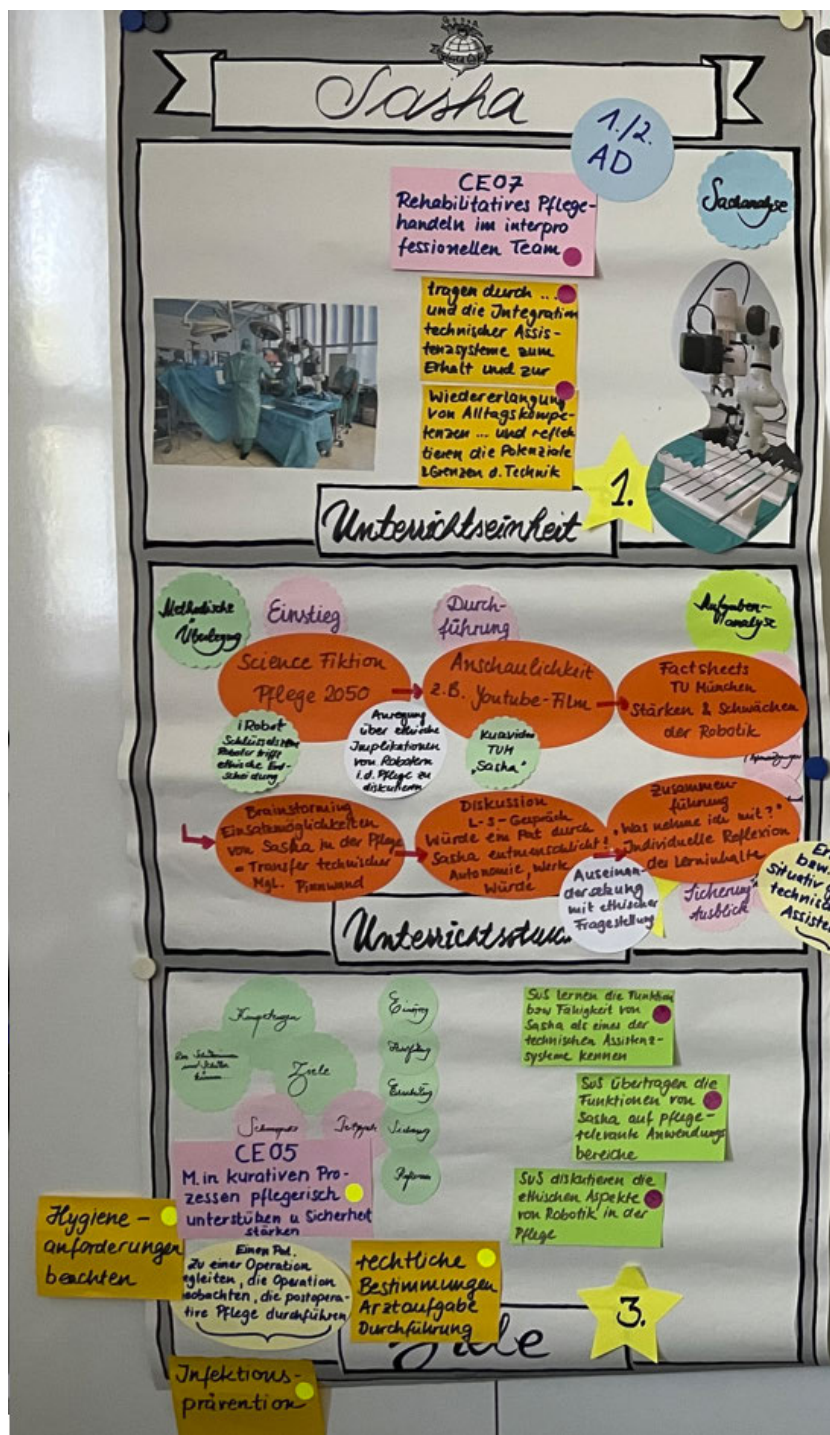


Abbildung 4.9: Das entwickelte Konzept der Unterrichtsidee zum SASHA System.

Anwendungen der Patientenversorgung übersetzen. Den Abschluss bildet eine vertiefte Auseinandersetzung mit der Medizinethik, in der die SuS die ethischen Aspekte einer digitalisierten Pflege diskutieren und die Grenzen zwischen technologischer Effizienz und der Unverzichtbarkeit menschlicher Zuwendung reflektieren.

4.6 Konzept 6: Systeme Pepper & Paro

Mit diesem Unterrichtskonzeptes erfolgt eine Einführung der Lernenden in die Sozio robotik, wobei die Systeme PARO (beschrieben in Kapitel 1.6.1) und Pepper (beschrieben im Kapitel 1.6.2) als innovative Interventionsmöglichkeiten in der modernen Pflegeausbildung einer kritischen Betrachtung unterzogen werden. Im Rahmen der vorliegenden Unterrichtsidee erfolgt eine Fokussierung auf die vielfältigen Anwendungsgebiete. Diese umfassen die Linderung von Einsamkeit sowie die Förderung der Interaktion bei Menschen mit Demenz in der stationären Pflege und in Pflege-WGs. Darüber hinaus wird die spielerische Unterstützung der Entwicklung der Kommunikation bei Kindern auf Kinderstationen erörtert. Im Rahmen dessen erarbeiten die Lernenden, wie diese Roboter als psychosoziale Brücken fungieren können, während sie gleichzeitig die strengen Hygienestandards im klinischen Alltag und die komplexen Fragestellungen der Medizinethik sicherstellen können. Das Ziel besteht darin, die SuS dazu zu befähigen, den Einsatz von Sozio robotern fachlich zu begründen und dabei die Balance zwischen technischer Innovation und der unverzichtbaren zwischenmenschlichen Empathie zu wahren.

Im Rahmen einer zweitägigen Unterrichtseinheit zur Sozio robotik werden den Lernenden sowohl die theoretischen Grundlagen als auch die unmittelbare praktische Erfahrung im Umgang mit den Systemen PARO und Pepper vermittelt. Am ersten Tag wird der Fokus auf eine fundierte theoretische Auseinandersetzung gelegt. Die Schülerinnen und Schüler erforschen in Kleingruppen die spezifischen Anwendungsgebiete, wie den Einsatz der Roboter Robbe PARO bei Menschen mit Demenz oder die Nutzung von Pepper zur Kommunikationsförderung auf Kinderstationen. In dieser Phase findet ein gegenseitiger Wissenstransfer statt, der durch die sogenannte Blitzlicht-Fragen-Methode strukturiert wird. Ziel dieser Methode ist es, erste Eindrücke zu den Themen Ethik, Hygiene und der Prävention von Einsamkeit im Plenum zu sichern. Am zweiten Tag erfolgt die praktische Anwendung, für die die Klasse in zwei feste Arbeitsgruppen – *Team PARO* und *Team Pepper* – aufgeteilt wird. In dieser Phase testen die Lernenden die Systeme unter realitätsnahen Bedingungen, um die Haptik, die Interaktionsmöglichkeiten und die techni-

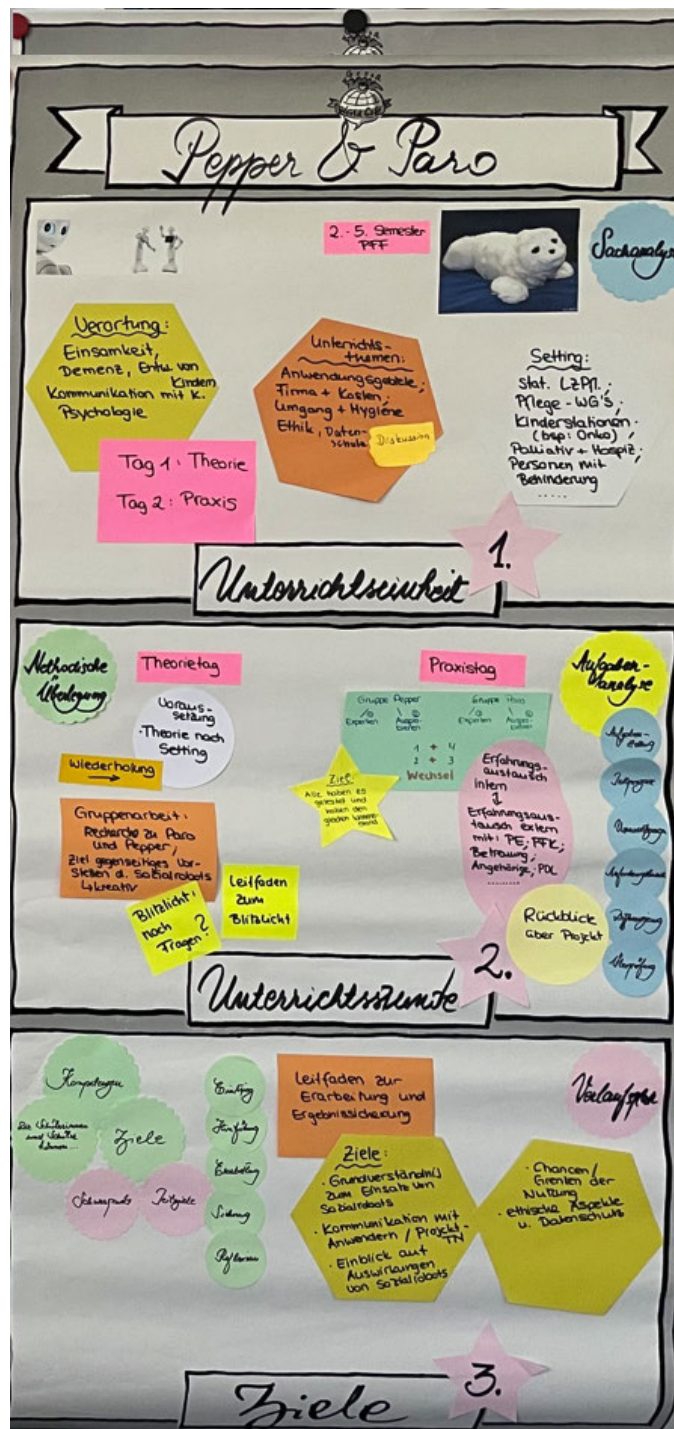


Abbildung 4.10: Das entwickelte Konzept der Unterrichtsidee zu den Systemen Pepper & Paro.

sche Handhabung für die stationäre Pflege oder Pflege-WGs zu explorieren. Den Abschluss bildet ein moderierter Erfahrungsaustausch, in dem die theoretischen Vorannahmen des ersten Tages mit den praktischen Erlebnissen abgeglichen werden, um die Eignung der Roboter für das jeweilige pflegerische Feld final zu bewerten.

Das zentrale Ziel dieser Unterrichtsidee besteht darin, den Lernenden ein fundiertes Grundverständnis hinsichtlich des Einsatzes von Soziorobotern in der professionellen Pflege zu vermitteln, wobei der Fokus auf dem gezielten Einsatz zur Steigerung der Lebensqualität liegt. Im Rahmen dessen erlernen die Schülerinnen und Schüler die spezifische Kommunikation mit den Anwendern, etwa den nonverbalen Dialog über die Sensorik der Robbe PARO oder die sprachbasierte Interaktion mit Pepper. Zudem wird ihnen bewusst, inwiefern diese Technologie als Brücke dienen kann, um Barrieren bei Menschen mit Demenz oder Kindern abzubauen. Ein wesentlicher Aspekt der Lernziele umfasst die Analyse der Auswirkungen der Nutzung, insbesondere im Hinblick auf die Linderung von Einsamkeit und die psychische Aktivierung im Rahmen der stationären Pflege und in Pflege-WGs. Gleichzeitig wird das Bewusstsein für die Grenzen der Nutzung geschärft, indem technische Restriktionen und hygienische Anforderungen gegen den pflegerischen Nutzen abgewogen werden. Abschließend werden die SuS dazu befähigt, die komplexen ethischen Fragestellungen – wie die Gefahr der *Infantilisierung* erwachsener Pflegebedürftiger oder die Täuschung über das Wesen des Gegenübers – kritisch zu diskutieren und eine reflektierte professionelle Haltung zu entwickeln, die den Menschen stets als Subjekt des Pflegeprozesses bewahrt.

4.7 Konzept 7: SrNOS System

Dieses Konzept ist nicht das Resultat des Workshops mit Pflegelehrkräften, sondern wurde basierend auf einer mehrjährigen Reihe von Workshops zu einer Unterrichtsidee ausgearbeitet.

Der Geriatrie-Kurs wurde im Rahmen der Museums-Bildungsprogramme angeboten. Auf Anfrage konnten mehrere Kurse mit der oben genannten Einheit organisiert werden. Insgesamt wurden vier Kurse mit insgesamt 119 Teilnehmern angeboten. Die Dauer der Interventionen variierte in Abhängigkeit der Gruppengröße und betrug im Mittel zwischen 90 und 120 Minuten. Zur Optimierung der Effektivität des Kurses wurde eine Aufteilung der Gruppen in zwei kleinere Gruppen vorgenommen. In der Folge war es den Teilnehmern möglich, sowohl die Perspektive des Patienten als auch die Perspektive der Pflegekraft zu erleben.

Die in diesem Kontext angeführte Beispieleinheit kann in Abhängigkeit vom jeweiligen Kenntnisstand der Lernenden sowie dem spezifischen Zeitpunkt im Bildungsprozess implementiert werden. Die Entscheidung, in welchem Bereich die Einheit eingesetzt wird, liegt in der Verantwortung der Lehrenden. In diesem spezifischen Fall wurde der Abschnitt CE 05 als sinnvolle Verortung gewählt. Pflegeinterventionen, die den Heilungsprozess unterstützen, sind aufgrund der Verkürzung der Aufenthaltsdauer und innovativer Behandlungsverfahren in allen Bereichen der Pflege von erheblicher Bedeutung und für die Ausbildung einer Pflegekraft von entscheidender Bedeutung. Während der Fokus der Krankenpflegeausbildung in den ersten beiden Jahren insbesondere auf Pflegediagnosen und Handlungsmustern in den Bereichen Chirurgie und Innere Medizin liegt, werden im Rahmen der Systemebene die Rahmenbedingungen des Akutversorgungssektors vermittelt. Im letzten Jahr der Ausbildung erfolgt eine stärkere Fokussierung auf die sektor- und berufsübergreifende Organisation des Pflegeprozesses, insbesondere bei komplexen Gesundheitsproblemen.

Es ist von essentieller Bedeutung, dass die zuvor erworbenen Kenntnisse der Studierenden berücksichtigt werden. In den ersten Unterrichtseinheiten zu neuen Technologien in der Pflege sollten zunächst wichtige Begriffe eingeführt werden. Das Beispiel von SrNOCS veranschaulicht diese Problematik. Des Weiteren empfiehlt es sich, bereits eingesetzte Technologien zu erörtern.

Im ersten und zweiten Jahr der Krankenpflegeausbildung wird der Bereich Chirurgie durch verschiedene häufig vorkommende chirurgische Eingriffe am Skelett und Bauchraum sowie die ursächlichen Erkrankungen der Knochen, des Magen-Darm-Trakts und des Hals-Nasen-Ohren-Bereichs charakterisiert. Damit einhergehend werden die entsprechenden Pflegediagnosen behandelt. In diesem Zusammenhang werden sowohl elektive als auch akut notwendige Eingriffe berücksichtigt. Die Einführung nosokomialer Infektionsrisiken scheint eine geeignete Option zu sein, um dieses Beispiel zu verwenden, und das System kann als eine Möglichkeit zur Diagnose von Krankheiten dargestellt werden[50].

Die Formulierung der Anforderungen der Einheit (Lektion) ist ein wesentlicher Aspekt der Analyse ihrer Auswirkungen auf die Lernenden. Die folgende Analyse stellt lediglich einen von mehreren möglichen Erhebungsbeispielen dar und kann in ihrer Form variieren.

1. Formulierung der Einheit

- Die Studierenden werden in der Lage sein, das System selbstständig zu bedienen.

2. Teilprozesse

- Die Lernenden vollziehen initiale Schritte hinsichtlich der Nutzung des Systems, was mit internen Konflikten und Ängsten gegenüber neuen Technologien verbunden sein kann. Aus diesem Grund ist es wichtig von essentieller Bedeutung, das System in sukzessiven Schritten zu implementieren.

3. Voraussetzungen

- Die Studierenden sollten aufgeschlossen und motiviert sein, weshalb es wichtig ist, die positiven Auswirkungen des Systems auf ihre tägliche Arbeit zu betonen.

4. Anforderungsbereich

- Es scheint, dass der Zeitpunkt für die Einführung des SrNOCS in der Schule mit dem Auftreten von Infektionskrankheiten korreliert. Diese Vorgehensweise ermöglicht es den Lernenden, die Vorzüge des Systems zu erfassen. Die bereits gesammelten Erfahrungen spielen eine signifikante Rolle für das Verständnis der Relevanz des Systems, weshalb das zweite Schuljahr als der optimale Zeitpunkt für die Implementierung dieser Einheit erscheint.

5. Differenzierung

- Die Gruppen, die an den Kursen teilnehmen, sind meist heterogen, weshalb es nötig ist, die Gruppen so zu bilden, dass in den einzelnen Gruppen sowohl leistungsstarke, wie leistungsschwache in einer Gruppe vertreten sind.

6. Sicherung

- Die erfolgreiche Bewältigung einer Aufgabe ist ein eindeutiger Beweis für das Erreichen des vorgegebenen Ziels.

In Abhängigkeit vom jeweiligen Ausbildungsjahr und dem gewählten Anwendungsbereich sollte in diesem Abschnitt evident werden, aus welchem Grund der Inhalt dieser Einheit für die SuS in diesem Zeitpunkt der Ausbildung von

Relevanz ist. Eine Verknüpfung dieser Aspekte mit dem Bildungsstandards oder der Arbeitsplänen (Kerncurricula) der Schule ist wichtig. Im Rahmen der Einführungsstunde zu neuen Technologien in der Pflege kann folgendes Vorgehen gewählt werden:

Gemäß dem generalistischen Ansatz, der die Einführung neuer Technologien vorsieht, stellt dies einen rationalen Weg dar, um in den Bereich der Telemedizin zu starten. Aktuell, werden oft komplexe telemedizinische Geräte insbesondere im chirurgischen Arbeitsumfeld eingesetzt. Da derartige Systeme bereits Anwendung finden, gestaltet sich die Verbindung zur täglichen Arbeit unkompliziert. Das SrNOCS ist jedoch ein System, das auch als telemedizinisches System genutzt werden kann. Für telemedizinische Aufgaben kann bspw. das System ProteCT¹, das ähnlich wie das SrNOCS funktioniert, ausgewählt werden. Dies ist natürlich ein zusätzlicher Vorteil, denn sobald die Studierenden verstanden haben, wie das SrNOCS funktioniert, können sie leichter lernen, wie andere Systeme funktionieren.

In der vorliegenden Idee wird sich der Vermittlung der Kernkonzepte der Telemedizin gewidmet. Die Sensibilisierung der SuS für die Relevanz der Entwicklung neuer Robotersysteme stellt einen signifikanten Aspekt des Bildungsauftrags dar. Da sich die Lernenden gegenwärtig im ersten Drittel ihrer Ausbildung befinden, wird ihnen ein wissenschaftlicher Kontext mit neuen Technologien geboten. Dies soll auch Akzeptanz solcher Systeme als zukünftige Arbeitsinstrumente fördern. In den ersten Lektionen sollten die Lernenden erkennen, dass das Erlernen des Umgangs mit solchen Technologien ihnen einen Vorteil in ihrer zukünftigen Arbeit verschafft.

Da es sich um einen relativ neuen Bereich in der Pflege handelt, sollte darauf geachtet werden, die Studierenden mit den Begriffen und Methoden vertraut zu machen. Zunächst sollte den Studierenden verdeutlicht werden, dass sie keine weiteren komplexen Programmiersprachen erlernen müssen. Es wird daher empfohlen, die Art der Anwendung und die Anwendungsbereiche zu erörtern. Die Erkenntnis, dass diese Technologien in den Arbeitsalltag integriert werden, ist von entscheidender Bedeutung. Demgemäß sollten die Aufgaben darauf basieren, dass die Lösung mit Hilfe des Geräts erfolgt.

Je nach Pflegeauftrag und damit auch je nach Ausbildungsjahrgang werden die Kompetenzen aus den generalistischen Rahmenplänen übernommen. Für die Einführung dieser Technologie waren folgende Kompetenzen erforderlich:

¹Für weitere Informationen: <https://www.chir.med.tum.de/forschung/miti>

1. Die Pflegeprozesse und Pflegediagnostik in der Akut- und Langzeitpflege verantwortungsbewusst planen, organisieren, gestalten, durchführen, kontrollieren und evaluieren.
 - (a) Grundprinzipien des Pflegekonzepts des Praxisausbildungszentrums und deren Identifizierung in der Pflege am Einsatzort.
 - (b) Die Organisation und Struktur des Pflegedokumentationssystems, das in der Pflegeeinrichtung verwendet wird, um Informationen über die Pflegebedürfnisse, die aktuelle Situation und den geplanten Pflegeprozess zu erhalten. Dabei sind die Datenschutzmaßnahmen zu beachten.
2. Ethisch und reflektiert handeln
 - (a) Die zentralen Werte der Pflege in alltäglichen Pflegesituationen erkennen und den jeweiligen Pflegebereich benennen. Das eigene Umdenken und die eigene Haltung in verschiedenen herausfordernden Situationen erkennen[50].

Die SuS werden...

- ihre eigenen Emotionen und Interpretationsmuster sowie ihr Handeln in einer bestimmten Interaktion erkennen.
- die Grundsätze des Dialogs anwenden, basierend auf Verständnis und Beteiligung.
- bei der Vermittlung von Informationen und Anweisungen didaktische Grundsätze anwenden.
- Peer-Beratung anfordern und annehmen.
- wissenschaftliche Kenntnisse zu ausgewählten Themen erwerben und bestimmte Kriterien zur Bewertung und Information anwenden.
- Lebenslanges Lernen als Element der persönlichen und beruflichen Entwicklung schätzen, Initiative und Verantwortung für das eigene Lernen übernehmen und moderne Informations- und Kommunikationstechnologien nutzen.
- Zugang zu neuen Informationen aus den Bereichen Pflege, Medizin und neue Technologien erhalten.
- ihre Maßnahmen an Qualitätssicherungsinstrumenten ausrichten, insbesondere an evidenzbasierten Leitlinien und Standards.

-
- die Anforderungen der Hygiene beachten und grundlegende Regeln der Infektionsprävention in den verschiedenen Bereichen der Pflege anwenden.
 - im Rahmen der erworbenen Kenntnisse zur Durchführung medizinisch verordneter diagnostischer und therapeutischer Maßnahmen gemäß den gesetzlichen Bestimmungen beitragen.

Die Unterscheidung zwischen Haupt- und Teilzielen ist von essentieller Bedeutung. Diese Vorgehensweise gewährleistet nicht nur die Erreichung der gesteckten Ziele, sondern ermöglicht auch eine optimierte Übersicht über die erzielten Teilziele und die erforderlichen Kompetenzen. Bei der Formulierung des Hauptziels wird Bezug auf den Lernfortschritt der SuS genommen.

1. Ziel

Die SuS entwickeln die Fähigkeit, innere Konflikte sowohl bei sich selbst als auch bei den von ihnen betreuten Personen zu erkennen. Diese Fähigkeit ist eine Konsequenz des Bewusstseins für das mit kurativen Interventionen verbundene Risiko und der daraus resultierenden Angst. Dies ist auf Ängste gegenüber neuen Technologien zurückzuführen, die sich nicht nur auf die eigene Person, sondern auch auf die Patienten erstrecken. Der vorliegende Text reflektiert den Widerspruch zwischen der direkten Erfahrung körperlicher Phänomene und deren oft objektivierender Behandlung im medizinischen Kontext. Darüber hinaus wird erkannt, dass eine Effizienzoptimierung, beispielsweise durch standardisierte Verfahren, mit einem Verlust an Individualisierungs- und Personalisierungsmöglichkeiten einhergeht. Es erfolgt eine Reflexion von Routinen auf wissenschaftlicher Basis. Die zuvor genannten Konflikte können sich im Zuge der Nutzung neuer Technologien in zwei unterschiedliche Richtungen entwickeln. Einerseits wird die Akzeptanz dieser Technologie erörtert (wobei auch ethische Aspekte einbezogen werden), andererseits der Gesundheitsaspekt diskutiert. Im Rahmen ihres bisherigen Wissens über Infektionskrankheiten erlangen sie auch Kenntnisse darüber, welche Relevanz der Einsatz von Technologien wie SrNOCS für sie in ihrer täglichen Arbeit haben kann.

2. Teilziele

- (a) Einführung

Die SuS lernen die Entwicklung und Umsetzung neuer Technologien in den Bereichen Medizin und Pflege kennen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf nosokomialen Infektionsrisiken.

(b) Hinführung

Die Fachbegriffe von SrNOCS werden vorgestellt. Die Bedeutung der Anwendung wird ebenfalls erläutert. Die Schüler können Anwendungsbereiche benennen und Fachbegriffe definieren.

(c) Erarbeitung

Die SuS lernen den Umgang mit SrNOCS. Sie können die einzelnen Komponenten benennen und deren Funktion erklären. Es entsteht eine Akzeptanz, die auch zu einem sicheren Umgang mit dem System führt.

(d) Sicherung

Um das Wissen zu sichern, bearbeiten die SuS eine fachspezifische Situation, wobei sie das SrNOCS selbstständig anwenden. Im Rahmen dessen erfolgt auch eine Evaluation ihrer Kompetenz im Umgang mit dem System. Zusätzlich sollen sie das System aus Patientensicht testen, um Informationen für die Diskussion über ethische (und soziale) Fragen oder innere Konflikte zu sammeln.

(e) Reflexion

Die SuS lösen einen medizinischen Fall selbstständig, zunächst theoretisch als Lösungsvorschlag, und führen ihn dann mit dem System durch. Dabei sollten sie die Option des Nasen- und Mundabstrichs nutzen. Auf diese Weise können sie entscheiden, welche Methode für bestimmte Fälle sinnvoller ist.

Die Verteilung der Aufgaben in sozialen Formen ist eng mit der Klassenstruktur verbunden. Bei einer hinsichtlich des Wissensstands homogenen Gruppe können mehrere Phasen als Einzelarbeit durchgeführt werden. Im Kontext der Verwendung von Robotersystemen (oder anderen telemedizinischen Geräten) sollte die Einzelarbeit priorisiert werden. In einer heterogenen Klasse hingegen kann die Partnerarbeit einen effizienteren Lernerfolg fördern. Ein weiterer Faktor ist natürlich die Frage, wie viele solcher Systeme für Schulungszwecke zur Verfügung stehen. Bei einer kleineren Gruppe kann der Lerneffekt auch mit einem einzigen System erzielt werden. Dies nimmt jedoch mehr Zeit in Anspruch, da jeder Schüler die Aufgaben am Ende der Unterrichtseinheit effizient und selbstständig erledigen sollte. Der Unterricht, der sich auf solche Geräte und ihre Anwendung konzentriert, sollte in Form

von Stationsarbeit stattfinden. Je nach Phase des Unterrichts können auch Diskussionsgruppen, Foren, Dialoge, Debatten usw. eingesetzt werden. In einer Reflexionsphase bearbeiten die Schüler meist ein konkretes Fallbeispiel, wobei sie die Aufgabe in Form eines Rollenspiels durchführen können. Ein SoS ist der Bediener (Pflegekraft) und der andere der Patient.

Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass Faktoren wie die Struktur der Diskussion einer gewissen Improvisation unterliegen. Die Gestaltung des Unterrichts mit den Schülern, sei es in Form eines interaktiven Unterrichts mit Fragen oder anderen verbalen Impulsen, ist abhängig von den Personen, mit denen der Lehrer interagiert. In den Bereichen Medizin und Pflege empfiehlt es sich, den Dialog auf der Grundlage von Fallbeispielen aus der Praxis zu initiieren. Zu diesem Zweck haben erfahrbare Fälle oder kreativ erdachte Szenarien, die sich am tatsächlichen Arbeitsalltag orientieren, die größte Wirkung auf SuS an Pflegeschulen. Dabei sollte die Methode so gewählt werden, dass sie von der Ausgangslernsituation sowie qualitativen und quantitativen Differenzierungsmaßnahmen abhängig ist. Es sei an dieser Stelle auf die bereits ausgeführte Begründung für die sozialen Formen verwiesen (Kapitel 2), die in dieser Hinsicht auch hier Anwendung finden kann. Durch eine adäquate Differenzierung der Faktoren können die prognostizierten Schwierigkeiten expliziert und die Wahl der Methode legitimiert werden.



Abbildung 4.11: Die Schüler nutzen das erworbene Wissen, um das SrNOCS-System anzuwenden.

1. Einführung

Zu Beginn wurde eine Begrüßungsrunde abgehalten und es erfolgte die Bildung eines Meet-and-Greet-Kreises mit dem Ziel, eine angenehme Arbeitatmosphäre zu schaffen. Darüber hinaus wurden auch Vorkenntnisse zum

Thema erörtert. In Fällen, in denen keine Vorkenntnisse vorhanden waren, wurden die Studierenden über den allgemeinen Inhalt der neuen Form der Pflegeausbildung sowie die Motivation hinter dem Geriatrics-Projekt informiert. In der Regel wird dieser Kurs von Lehrkräften gebucht, da er den Zugang zu entsprechenden Robotersystemen ermöglicht und einen problemorientierten Ansatz für deren Anwendung demonstriert. Den Lernenden wurde die Relevanz von Pflegekräften für die Gesellschaft veranschaulicht und die Notwendigkeit der Implementierung neuer Technologien zur Unterstützung des Pflegepersonals und Steigerung der Attraktivität des Berufsbildes betont. Das bestehende Problem wurde in einem kurzen Dialog erörtert. Darüber hinaus wurden alternative Lösungsmöglichkeiten für das bestehende Problem in Erwägung gezogen.

2. Hinführung

Der erste Ansatz bestand darin, eine Diskussion zu führen, welche Bereiche der Pflege die größte Unterstützung erfordern. Des Weiteren wurden die Teilnehmer:innen gebeten, eine persönliche Liste mit potenziellen Belastungsfaktoren zu erstellen. Die Analyse der Antworten ergab, dass die meisten davon sich auf die körperliche Belastung bezogen. Hierzu zählen etwa die Frühmobilisierung und weitere Fachbereiche, in denen eine Patientenelevation oder die Unterstützung der Bewegung erforderlich sind. Darüber hinaus wurden Aspekte genannt, die einen hohen zeitlichen Aufwand erfordern oder mit Dienstleistungsaufgaben verbunden sind, die jedoch nicht unbedingt die Aufgaben sind, aufgrund derer Pflegekräfte diesen Beruf wählen. An dieser Stelle sei zudem darauf hingewiesen, dass der Versuch unternommen wurde, auf die als anstrengend empfundene Corona-Zeit aufmerksam zu machen. Die Studierenden beschrieben diese Zeit als besonders stressig. Sie waren in sehr kurzer Zeit für eine hohe Anzahl von Patienten verantwortlich und sahen sich zudem mit einer hohen Infektionsrate konfrontiert.

In diesem Zusammenhang wurde die Frage aufgeworfen, welche Maßnahmen zu ihrem Schutz während dieser Zeit ergriffen wurden, in der sie Corona-Patienten versorgen mussten. Die Antworten auf diese Fragen zeigen eine gewisse Variabilität und sind zudem von der Frequenz der Tätigkeit in der Praxis zu diesem Zeitpunkt abhängig. Im darauffolgenden Schritt wurden den Teilnehmern die Begriffe Telemedizin und Telepflege präsentiert und erfragt, ob ihnen diese bereits bekannt waren. Es soll erörtert werden, welche Vor- und Nachteile diese Ansätze in Bezug auf die Untersuchung von Patienten und ihre eigene Sicherheit bei der Durchführung dieser Untersuchung aufweisen. Die Leitfragen fungierten als eine Art Klammer, die die Vorstel-

lung der vorgestellten Systeme einbettete. Bei der Auseinandersetzung mit den genannten Fragen äußerten die Studierenden in der Regel eine kritische Haltung. Es bestehen Bedenken, ob die Untersuchung für die Patienten angenehm wäre, da eine bestmögliche Versorgung der Patienten in der Regel der Grund für die Wahl dieses Berufs ist. Die überwiegende Zahl der Studierenden zeigt eine größere Sorge um ihre Patienten als um sich selbst. Dies lässt darauf schließen, dass der erste Ansatz aus Sicht der Studierenden mit einer hohen Skepsis betrachtet wird.

3. Erarbeitung

Die Skepsis neuen Technologien gegenüber ist eng mit der Angst verbunden. Aus den genannten Gründen bestand der darauffolgende Schritt darin, den Schülern die Arbeit mit dem vereinfachten System Franka Emika (beschrieben im Kapitel 1.1) zu erläutern. Sobald die Lernenden die einfache Handhabung des Systems erkennen, werden sie keine Schwierigkeiten mehr haben, sich dem SrNOCS System zu nähern und es selbst auszuprobieren. Der optimale Ansatz zur Erreichung dieses Ziels besteht in einer schrittweisen Instruktion, bei der die erforderlichen Schritte und die zugehörigen Komponenten sowohl im Hinblick auf die Hardware als auch die Software erläutert werden.

Aufgrund der limitierten Zeit wurde die Erklärung mit einer simplen Aufgabe eingeleitet. Die häufigsten genutzte Aufgabe, war eine Greifaufgabe, bei der ein Roboterarm einen Block aufnehmen und in eine Kiste legen musste. Im Rahmen dessen wurde den SuS die Verwendung der wichtigsten Applikationen und deren Funktionen vermittelt. Im Weiteren wurde versucht, sämtliche im SrNOCS-System eingesetzten Applikationen zu integrieren, wobei die Reihenfolge der verwendeten Apps relevant ist. In diesem Fall können die Phasen folgendermaßen durchgelaufen werden:



Abbildung 4.12: Die Abfolge für die Demonstration der einfachen Aufgabe.

Phase 1: Der Arm bewegt sich zum Block hin.

Phase 2: Der Arm greift den Block.

Phase 3: Der Arm bewegt sich mit dem gegriffenen Block Ziel.

Phase 4: Der Arm lässt den Block los.

Nach der Erläuterung der Phasen erfolgte die Benennung der Aufgabe durch die Schüler und Schülerinnen mittels Betätigung der Schaltfläche "+". Die Reihenfolge der verwendeten Anwendungen ist in Abbildung 4.12 dargestellt.

Sobald die Apps per *Drag and Drop* in die Zeitleiste des Tool Desk gezogen wurden, kann das *Teachen* beginnen, indem Sie auf die erste App der Sequenz klicken. Wenn die erste App geöffnet ist, wird der Pilot für den Ausführmodus aktiviert. Die SuS konnten genau sehen, was passiert, wenn sie auf die Taste $\bigcirc$, die sich auf dem Piloten befindet, drücken: Die Positionen werden auf dem Desk gespeichert. Wenn die Position zum Greifen eingestellt ist, klickten sie auf *done* und dann auf *continue* um zum nächsten Fenster zu gelangen, auf dem die Geschwindigkeit der Bewegung eingestellt werden konnte. Nach der Einstellung der Geschwindigkeit, konnten die SuS mit dem Drücken auf *continue* zum nächsten Fenster, wo sie die Beschleunigung einstellen konnten. Die nächste App in der Sequenz öffnet sich automatisch nach dem Klicken auf *continue*. Die *grasp* app wird geöffnet. Das Greifen kann demnach auch ähnlich eingestellt werden. Nachdem alle Funktionen ähnlich eingestellt worden sind, kann die Aufgabe ausgeführt werden. Das wird mit Hilfe des Aktivierungsschalters erreicht. Dadurch erleuchtet ein blaues Signallicht und die *Run the Task* Taste auf dem Desk Tool wird aktiviert. Mit dem Drücken auf diese Taste wird die Aufgabe genauso ausgeführt, wie es dem Roboterarm beigebracht wurde.

Im weiteren Verlauf wurde erörtert, in welcher Form ein derartiges System in der spezifischen Arbeitsumgebung implementiert werden könnte. Im Rahmen der Präsentation wurde das SrNOCS-System vorgestellt. Zur Veranschaulichung der Funktionsweise des SrNOCS-Systems wurde der Ablauf in einer Schritt-für-Schritt-Demonstration erläutert. Zu diesem Zweck wurde ein Student gebeten, als Unterstützung und Patient zu fungieren. In den meisten Fällen zeigten die Probanden eine skeptische Haltung und waren nicht gewillt, den Abstrich wie vorgesehen durchzuführen. Stattdessen erklärten sie sich bereit, ihre Hand vor die Testöffnung zu halten. Im Rahmen der Schulung kommt es in der Regel zu einer Meinungsänderung, sodass die Testprozedur durchgeführt wird. Es empfiehlt sich daher, den SuS eine gewisse Eingewöhnungszeit zu gewähren. Nach Auswahl eines Freiwilligen erfolgte eine Instruktion zur Initiierung des Systems durch Betätigung des Pedals auf der Bedienerseite. Die Schritte, welche zur Einhaltung der Hygienevorschriften erforderlich sind, sind ebenfalls zu demonstrieren, um ein realistischeres Szenario zu kreieren. Der Roboter führt sequentiell die einzelnen Schritte sei-

ner Aufgabe aus. Im Augenblick des Stillstands wurde der Proband gebeten, das rechte Pedal zu betätigen, sobald er sich bereit für die Durchführung des Abstrichs fühlte. Im Anschluss an die Präsentation der vom Bediener durchgeführten Schritte bestand für die SuS die Möglichkeit, Fragen zu stellen.

4. Sicherung

Im ersten Schritt erlernten die SuS den Umgang mit dem Roboterarm, indem sie zeitgleich die Führungstasten betätigten. Die Analyse der Kursergebnisse ergab, dass die Lernenden eine hohe Lernkompetenz in der Programmierung des Roboters zeigten. Allerdings wurde auch deutlich, dass die Entwicklung eines Gefühls für die Führung des Roboters durch kontinuierliches Training unterstützt werden musste. Es bedurfte einer gewissen Zeit, bis die Probanden ein Gefühl für den erforderlichen Druck auf die Tasten entwickelten, um eine Bewegung des Roboters zu induzieren. Nach der Entwicklung des entsprechenden Gefühls bestand die nächste Aufgabe darin, eine Aufgabe zu definieren, die der Roboterarm ausführen konnte. In den meisten Fällen waren die SuS kreativ und instruierten den Roboter, Aufgaben wie das Bauen eines Turms aus Bausteinen, das Schreiben oder das Errichten eines Labyrinths auszuführen, durch das sich der Roboter bewegen musste, ohne die Wände des Labyrinths zu berühren. Die Lösung dieses Problems durch die SuS erfolgte in einem verhältnismäßig kurzen Zeitraum, sodass ihnen eine zusätzliche Aufgabe erteilt wurde. Diese bestand darin, dem Roboter zu lehren, wie eine Person gefüttert werden kann, ohne sie zu verletzen. Die vorliegende Aufgabe wurde im Rahmen einer Untersuchung im geriatrischen Kontext gestellt. Die zu untersuchende Person wurde dabei als älterer Bewohner eines Pflegeheims definiert.

Diese Aufgabe erfordert ein Überdenken der Phasen dieses Verfahrens. Ein Beispiel für eine von den Schülern durchdachte Abfolge ist in 4.13 dargestellt.

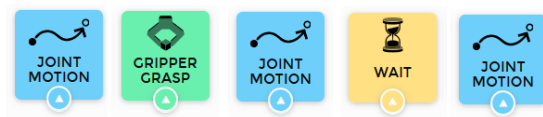


Abbildung 4.13: Die Abfolge für die Demonstration für die Ausgabe des Essens.

Demnach sind die ausgeführten Phasen der Aufgabe:

Phase 1: Der Arm bewegt sich zum Löffel hin.

Phase 2: Der Arm greift den Löffel mit dem Müsli.

Phase 3: Der Arm bewegt sich mit dem Löffel zum Mund.

Phase 4: Der Arm bleibt eine voreingestellte Zeit lang ruhig, bis das Müsli von der Person gegessen wurde.

Phase 5: Der Arm bewegt sich von der Person weg.

Die SuS gingen davon aus, dass sich der Löffel bereits in der Schüssel befände. Es wurde dabei den SuS empfohlen, den Roboter mithilfe der Gelenkbewegungs-App dazu zu veranlassen, einen Löffel mit Müsli zu befüllen. Weitere Beispiele umfassen die Wiederholungs-App sowie die Annahme, dass der Löffel zunächst aus einer anderen Position entnommen werden muss. Die Vermittlung der Grundlagen erfolgt dabei in der Regel anhand der in 4.13 dargestellten Abfolge.

Nach dem Erlernen der Handhabung des Roboterarms erfolgte der Wechsel zum SrNOCS-System in zweier-Gruppen. In der Durchführung der Aufgabe wurde ein Wechsel vorgenommen, um den beiden SuS sowohl die Perspektive der Pflegekraft als auch die des Patienten zu ermöglichen.

5. Reflexion

Die häufigsten Probleme, die am SrNOCS-System bei der Ausführung auf Seiten des Bedieners auftraten, waren:

- Die SuS waren sich nicht sicher, wie sie die Maske in die Schienen einsetzen sollten (welche Seite in welche Richtung drehen). Wenn die Maske falsch herum eingesetzt wird, kann der Roboter sie nicht greifen und bleibt stehen.
- Die SuS zeigten sich oft verwirrt, wenn sie die Stange in die Schlitz stecken und gleichzeitig das Pedal betätigen mussten, um dem Roboter den Impuls zum Schließen des Greifers zu geben.

Die häufigsten Probleme, die bei der Durchführung auf Seiten des Patienten auftraten, waren:

- Die SuS waren oft verwirrt, wenn sie gleichzeitig das rechte Pedal betätigen und den Mund öffnen mussten.
- Die SuS waren sich nicht ganz sicher, ob der Abstrich richtig durchgeführt worden war oder nicht.
- Es gab einige SuS, die sich nicht trauten, den Abstrich mit dem Mund zu nehmen, sodass sie diese Erfahrung nicht machen konnten. Dies

führte dazu, dass sie kein Feedback geben und um eingeschränkt über die Vor- und Nachteile des Systems diskutieren konnten.

Während der Reflexionsphase wurden die vorliegenden Probleme erörtert und eine Lösung für diese erarbeitet. Hinsichtlich der Probleme, die sich aus der Perspektive des Bedieners ergeben, wurde eine detaillierte Erklärung bereitgestellt, die die korrekte Vorgehensweise zur Installation der Maske in die vorgesehenen Schlitze beschreibt. Hinsichtlich der Stange ist festzustellen, dass lediglich mehr Übung erforderlich war, um eine Routine zu entwickeln. Die zuvor angeführten Sachverhalte ließen sich in gleichem Maße auf die Probleme aus der Perspektive des Patienten übertragen. Im Anschluss daran wurden die Studierenden gebeten, ihre Erfahrungen mit der Verwendung des SrNOCS zu teilen.

- Für Patienten ist es schwierig oder sogar unmöglich zu sagen oder zu wissen, ob der Abstrich korrekt durchgeführt wurde. Die Studenten, die das System ausprobiert haben, fanden es schwierig, selbst zu beurteilen, ob der Abstrich korrekt durchgeführt wurde oder nicht. Auch wenn sie als angehende Krankenschwestern und Krankenpfleger eine bessere Beurteilung abgeben konnten als Menschen, die nicht aus dem medizinischen Bereich kommen.
- Einige SuS beklagten sich darüber, dass der Stab zu weit in ihren Rachen eindrang, was zu Würgereiz führte. Dies könnte jedoch damit zusammenhängen, wie der Stab in den Greifern des Roboters platziert wurde. Andere Schüler berichteten hingegen, dass der Abstrich nur bis zur Zunge reichte und nicht in den Rachen eindrang.
- Alle SuS fanden es schwierig, gleichzeitig das Pedal zu bedienen und ihren Mund richtig zu positionieren. Sie waren schnell verwirrt.
- Darüber hinaus zuckten viele SuS zusammen, was dazu führte, dass der Abstrich nicht korrekt durchgeführt werden konnte. Viele von ihnen gaben an, dass sie nach einer Reihe von Versuchen möglicherweise mehr Vertrauen in das System haben würden.
- Aus Sicht des Bedieners ist das System einfach zu bedienen, führt den Vorgang wie vorgesehen durch und erfüllt den Hauptzweck.

Die durchgeführten Kurse haben gezeigt, dass viele Studierende die Fähigkeit des Umgangs mit dem System erlernen. Dennoch fällt es den betreffenden Personen schwer, Vorteile solcher Systeme für ihre Arbeit zu sehen. Eine kontextuelle Betrachtung der Einheiten ist daher wichtig. Es ist evident, dass mit

zunehmender Berufserfahrung ein positiver Zusammenhang zwischen der Eignung für eine Position und dem Umfang der Berufserfahrung besteht. Es ist darauf hinzuweisen, dass diese Erfahrungen nicht zwangsläufig patientenbezogen sein müssen, sondern sich auch auf organisatorische Aspekte beziehen können. Die Erkenntnis der Nutzer:innen, dass das System zu einer besseren Organisation ihres Arbeitstags und zu einer Reduktion zeitaufwändiger Servicetätigkeiten beiträgt, könnte die Akzeptanz des Systems ebenfalls fördern, weil dann für die Betreuung der Patienten/Patientinnen mehr Zeit bleibt.

Darüber hinaus können auch alternative Methoden zur Erläuterung der Systeme zum Einsatz kommen. So könnte z. B. der Roboterarm selbst zum Hauptinhalt der Einheit werden. Dadurch hätten die SuS mehr Zeit, sich mit dem Aufbau und der Handhabung des Systems vertraut zu machen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, weitere Applikationen vorzustellen. Die im SrNOCS-System präsentierten Applikationen können ebenfalls unter Zuhilfenahme des Roboterarms erläutert werden.

Vorwissen auf Seiten der SuS ist selbstverständlich von Vorteil. Die Struktur der Einheit kann entsprechend der individuellen Wissensstände und Lernfähigkeiten der Teilnehmenden angepasst werden.

Kapitel 5

Schlusswort

In der Anfangsphase der Implementierung werden Lehrkräfte voraussichtlich Schwierigkeiten haben, eine Begeisterung für derartige Systeme zu wecken. Schließlich entscheiden sich die meisten SuS für eine Pflegeausbildung, um Patienten zu unterstützen und ihnen die Genesungsphase zu erleichtern. Sobald die SuS jedoch Routine im Umgang mit verschiedenen Technologien erlangt haben, die ihnen dabei helfen, ihre Arbeit noch effizienter zu erledigen, werden sie diese akzeptieren und sich an den Umgang damit gewöhnen. Es ist von entscheidender Bedeutung, den Fachkräften zu vermitteln, dass ihr spezifisches Fachwissen und persönlicher Kontakt wichtig ist und keinesfalls substituiert werden kann. Die Technologie lediglich ein Instrument zur Reduktion der täglichen Arbeitsbelastung ist. Darüber hinaus sollten sie die Möglichkeit erhalten, sich intensiver mit der Technologie auseinanderzusetzen und zu erkennen, dass die Bedienung dieser Systeme keine großen Kenntnisse in Technik oder IT erfordert. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, Systeme in kleinen Schritten einzuführen. Im Falle eines erhöhten Bedarfs an Zeit für die Bewältigung grundlegender Aufgaben seitens der Studierenden, ist eine entsprechende Bereitstellung dieser Zeit zu gewährleisten. Darüber hinaus sollten den Nutzern Zeitfenster zur Verfügung gestellt werden, um die Möglichkeiten des Systems detailliert zu erkunden.

Die Schulungswochen hatten einen signifikanten Einfluss auf die Teilnehmer. Es lässt sich konstatieren, dass fast immer eine vollständige Akzeptanz gegenüber den Robotersystemen erreicht wurde. Darüber hinaus wurde vielen Teilnehmenden klar, dass die Implementierung neuer Technologien die Relevanz des Pflegepersonals nicht reduziert. Es wurde deutlich, dass solche Technologien ihre Arbeit nicht ersetzen, sondern unterstützen können. Die aktive und interaktive Teilnahme der SuS offenbarte, dass diese bereit sind, sich neuen Herausforderungen zu stellen, um ihre tägliche Arbeit zu erleich-

tern. Es besteht Konsens darüber, dass die frühzeitige Schulung zukünftiger Pflegekräfte von hoher Relevanz ist.

Ein weiteres Ziel, das erreicht wurde, war die Intensivierung der Zusammenarbeit zwischen den Teilnehmern. Ein Austausch von Erfahrungen und Wissen wurde ermöglicht. Aufgrund der heterogenen Struktur der Gruppe wurden in den entwickelten Konzepten unterschiedliche methodisch-didaktische Ansätze verwendet, wodurch das Erreichen von unterschiedlichen Zielen möglich war. Während der Fortbildung wurde den Teilnehmern die Relevanz ihrer Tätigkeit für die Entwicklung von Pflegesystemen verdeutlicht. Für sie war es von großer Wichtigkeit, einen umfassenden Einblick in die Entwicklungs- und Forschungsabteilungen zu erlangen. Für sie stellte die Beobachtung der Konstruktion solcher Maschinen und die Analyse der erforderlichen Entwicklungsschritte zur Fertigstellung eines solchen Systems und der Kontakt zu den Entwicklern/der Entwicklerinnen eine interessante Erfahrung dar. In der retrospektiven Analyse wurde von einigen Teilnehmern berichtet, dass sie die im Workshop vermittelten Inhalte in ihren zukünftigen Unterricht integrieren werden. Dies lässt auf einen signifikanten Multiplikationsfaktor für die Workshop-Inhalte schließen.

Das Feedback der Teilnehmer hat jedoch gezeigt, dass diese Art der Schulung fortgesetzt werden muss. Die Effizienz, der Inhalt und die Umsetzung solcher Systeme sind nur mit intensiven Schulungen zu erreichen. Es besteht ein signifikanter Zuwachs an Lernpotenzial, der durch die allgemeine Zugänglichkeit der Systeme realisiert werden könnte. Eine Optimierung des Lektionsinhalts wäre möglich, wenn die Lehrkräfte ständigen Zugang zu bestehenden/verfügbaren Systemen hätten. Aus den Konzepten geht klar hervor, dass die Teilnehmer selbst mehr Zeit und mehr Schulungen mit den Systemen benötigen, um eine klare, definierte Unterrichtseinheit zu erstellen. Ungeachtet dessen haben sie eine Grundlage geschaffen, die anderen Pflegefachlehrkräften als Orientierung dienen kann, wenn es darum geht, ihren Unterricht mit neuen Technologien umzusetzen oder zu planen.

Es ist evident, dass die Gruppen divergierende Ansätze zur Erstellung der Konzepte verfolgen, unabhängig davon, an welchen Systemen sie gearbeitet haben. Die vorliegenden Differenzen lassen sich als Konsequenz der nachfolgenden Aspekte interpretieren:

- Sie verwenden unterschiedliche Rahmenbedingungen für ihren Unterricht, da sie aus verschiedenen Bundesländern kommen.

-
- Sie kommen aus verschiedenen Bereichen der Pflege, was bedeutet, dass der Schwerpunkt der Lehre unterschiedlich sein kann.
 - Sie unterrichten an verschiedenen Arten von Pflegeschulen und haben möglicherweise unterschiedliche Schulbedingungen.

Die Entwicklung von diesen Konzepten stellt eine Grundlage für die Implementierung von neuen Robotersystemen im Unterricht dar. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Integration von Robotersystemen in die Pflegeausbildung weit über die bloße Vermittlung technischer Bedienkompetenzen hinausgeht. Die Entwicklung zeitgemäßer Unterrichtskonzepte erfordert die erfolgreiche Bewältigung einer doppelten Herausforderung. Einerseits ist es essenziell, den Anschluss an technologische Innovationen zu gewährleisten, andererseits ist die Aufrechterhaltung zwischenmenschlicher Beziehungsarbeit unerlässlich. Roboter als Assistenzsysteme haben das Potenzial, Pflegekräfte von repetitiven Aufgaben zu entlasten und dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken. Nichtsdestotrotz bleibt die ethische Reflexion der Kern jeder didaktischen Auseinandersetzung. Ein zukunftsfähiges Curriculum sollte demnach nicht allein die funktionale Handhabung von Service- und sozialen Robotern thematisieren, sondern insbesondere Unantastbarkeit der Patientenwürde, aber auch den Datenschutz in den Fokus rücken. Die vorliegende Entwicklung verdeutlicht, dass Robotik im Unterricht nicht als Substitut für menschliche Fürsorge, sondern als komplementäres Instrument zu verstehen ist, um eine qualitativ hochwertige und zukunftssichere Pflege in einer digitalisierten Welt zu gewährleisten.

Für eine zukunftsorientierte Pflegeausbildung ist es essenziell, dass Lehrkräfte über die reine technische Instruktion hinaus die Rolle des Lernbegleiters einnehmen, um den SuS eine konstruktive Auseinandersetzung mit Assistenzsystemen zu ermöglichen. Didaktisch betrachtet impliziert dies die kritische Reflexion realer Pflegesituationen unter Zuhilfenahme von Service- oder Therapierobotern. Hierbei gilt es zu erörtern, inwiefern die technische Unterstützung die Autonomie der Patienten fördert und wo hingegen die zwischenmenschliche Nähe potenziell beeinträchtigt wird. Das Ziel der Ausbildung besteht darin, die Technikakzeptanz durch praktische Erprobung zu fördern und gleichzeitig ein tiefes Bewusstsein für die Patientenwürde zu verankern. Nur durch die Kombination aus technischer Souveränität und ethischer Reflexionsfähigkeit kann die nächste Generation von Pflegekräften den digitalen Wandel im Sinne einer qualitativ hochwertigen Versorgung aktiv mitgestalten.

Kapitel 6

Danksagung

Liebe Pflegelehrkräfte, Pflegerinnen und Pfleger, hiermit möchten wir Ihnen unseren ausdrücklichen Dank für Ihre engagierte Mitarbeit aussprechen. Ohne Sie wären die hier dargestellten Ergebnisse nie möglich gewesen. Ihre fachliche Expertise und die daraus resultierenden innovativen Unterrichtsideen waren ein entscheidender Schlüssel für den Projekterfolg. Ein besonderer Dank gilt Ihrer offenen und gewissenhaften Arbeitsweise. Es war uns eine große Freude, dieses Projekt in einer so konstruktiven und angenehmen Atmosphäre gemeinsam mit Ihnen zu gestalten. Wir schätzen Ihren Beitrag sehr und freuen uns auf die Umsetzung unserer gemeinsamen Ergebnisse. An den Konzepten für die Unterrichtsideen haben folgenden Teilnehmenden mitgewirkt:

Fortbildungsjahr 2024

Baier Antonia

Köhli Rica Ailina

Bohleim Achim

Kurz Linda

Bürkle Jens

Letz Stefan

Eichhorn Juliane

Maino-Amer Isabel

Eisele Sabine

Neumann Mandy

Fuchs Sandra

Reinhold Constantin

Heilhecker-Hoff Dagmar

Vogel Ulrich

Jauk Anna-Lena

Wächter Corina

Karohl Sara

Wink Michael

KAPITEL 6. DANKSAGUNG

Fortbildungsjahr 2025

Bosse Michael

Mauer Barbara

Busch Irene

Neumann Mandy

Eichhorn Juliane

Wächter Corinna

Gachstetter Thomas

Wahl Anke

Jauk Anna-Lena

Wiesel Hans-Jürgen

Jesch Bianka

Wink Michael

Literaturverzeichnis

- [1] *Franka Emika Roboterarm Betriebsanleitung*, `chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://download.franka.de/documents/100010_Product%20Manual%20Franka%20Emika%20Robot_10.21_DE.pdf`, aufgerufen Feb. 2026
- [2] *Einweisung der Nutzung der Teststation*, `https://high-tech-medizin.de/`, aufgerufen Mai 2026
- [3] *Das ProteCT System* `https://www.mirmi.tum.de/geriatrics/forschung/projekte/protect-projekt/`, aufgerufen Mai 2026
- [4] *Animation des Telemedizinischen Systems* `https://www.interaktive-technologien.de/projekte/protect`, aufgerufen Mai 2026
- [5] J. Elsner, G. Reinerth et. al, *PARTI-A Haptic Virtual Reality Control Station for Model-Mediated Robotic Applications*, Front. Virtual Real., 18 July 2022, Sec. Haptics, Volume 3 - 2022
- [6] *Vemotion System* `https://www.tq-group.com/de/unternehmen/news/preisgekroent-tq-group-und-reactive-robotics/`, aufgerufen Mai 2026
- [7] *Das Sasha System* `https://www.mirmi.tum.de/en/mirmi/news/article/the-labs-of-miti-focus-on-artificial-intelligence-and-medical-robotics/`, aufgerufen Mai 2026
- [8] R. Murphy, D.D. Woods, *Beyond Asimov's Laws*. IEEE Intelligent Systems, `chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://www.inf.ufrgs.br/~prestes/Courses/Robotics/beyond%20asimov.pdf`, aufgerufen Feb. 2026
- [9] I. Asimov, *I, Robot* (original 1942), HarperCollins, 2018

LITERATURVERZEICHNIS

- [10] I. Asimov, *The Roving Mind*, Prometheus Books, Buffalo, New York, 1983
- [11] European Commission, *Ethics Guidelines for Trustworthy AI*,
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/
<https://www.aepd.es/sites/default/files/2019-12/ai-ethics-guidelines.pdf>, aufgerufen Feb. 2026
- [12] P. Lin, K. Abney, G. A. Beckey (Hrsg.), *Robot Ethics. The Ethical and Social Implications of Robotics.*, the MIT Press, 2012
- [13] C. Breazeal, *Designing Sociable Robots*, the MIT Press, 2004
- [14] T. L. Beauchamp, J. F. Childress, *Principles of Biomedical Ethics*, 8th. Edition, Oxford University Press, 2019
- [15] S. Turkle, *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*, Basic Books, 2017
- [16] B. Graf, *Assistenzroboter zur Pflegeunterstützung. Technischer Stand und Einsatzpotenziale.* chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/<https://www.ethikrat.org/fileadmin/PDF-Dateien/Veranstaltungen/jt-21-06-2017-graf.pdf>, aufgerufen 2026
- [17] B. Graf, *Assistenzroboter zur Alltags- und Haushaltsunterstützung*, Fraunhofer IPA, 04.2016/04.2019, S. 300-301
- [18] L. Alboul et. al, *Editorial: Emerging technologies for assistive robotics: current challenges and perspectives*, Frontiers in Robotics and AI, 2023 chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10597713/pdf/frobt-10-1288360.pdf>, aufgerufen 2026
- [19] S. Saul & A. Jürgensen *Handreichung für die Pflegeausbildung am Lernort Pflegeschule*, Erläuterungen des PflBG, der PflAPrV und des Rahmenlehrplans der Fachkommission nach §53 PflBG, Bundesinstitut für Berufsbildung, 2021
- [20] I. Darmann-Fink, *Kompetenzorientierung in der Pflegeausbildung.* chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://www.bibb.de/dokumente/pdf/AB26_KoprA_Darmann-Finck-PPT_Abschlussstagung.pdf, aufgerufen Feb. 2026

-
- [21] I. Darmann-Fink, B. Knigge-Demal, G. Hundenborn, *Begründungsrahmen der Rahmenpläne: Transparenz und Durchlässigkeit* chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.bibb.de/dokumente/pdf/Vortragsband_1_Darmann-Finck_Knigge-Demal_Hundenborn_final.pdf, aufgerufen Feb. 2026
- [22] I. Darmann-Fink, *Interaktion im Pflegeunterricht. Begründungslinien der Interaktionistischen Pflegedidaktik*, Peter Lang Group AG, 2010
- [23] I. Darmann-Fink, *Eckpunkte einer Interaktionistischen Pflegedidaktik*, chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/https://fortbildung.lis.bremen.de/wp-content/uploads/Kufer-Dokumente/Referat12/20-30302_Eckpunkte_Ingrid_Darmann_Finck_Beitrag_23_04_2021.pdf#:~:text=Bei%20der%20heuristischen%20Matrix%20handelt%20es%20sich,sowie%20pflegedidaktische%20Ent%2D%20scheidungen%20vorbereitet%20werden%20k%C3%B6nnen., aufgerufen Feb. 2026
- [24] G. Oliveira Silva, N. Del'Angelo Aredes et. al, *Active methodologies in teaching the nursing process: Scoping review*, Nurse Education in Practice, Vol. 83, Feb. 2025
- [25] R. Ertl-Schmuck, U. Greb (Hrsg.), *Pflegedidaktische Handlungsfelder*, Beltz Juventa, 2013
- [26] R. Ertl-Schmuck, J. Hänel (Hrsg.), *Theorien und Modelle der Pflegedidaktik. Eine Einführung*, 2. Auflage, Beltz Juventa, 2022
- [27] H. Meyer, *Unterrichtsmethoden. II: Praxisband*, Cornelsen, 2016
- [28] K.-H. Sahmel (Hrsg.), *Lehrbuch der Pflegepädagogik*, hogrefe, 1. Aufl. 2015
- [29] Fischer R., *Problemorientiertes Lernen in Theorie und Praxis: Leitfaden für Gesundheitsfachberufe*, Kohlhammer, 2. erweiterte und überarbeitete Auflage, 2020
- [30] J. H. C. Moust, P. Bouhuijs, H. Schmidt, *Problemorientiertes Lernen*, Ullstein Medical, 1999
- [31] K. Reiber, *Empirische Befunde zur Unterrichtskultur in der Pflegeausbildung*, Bildungsforschung 7 (2010) 1, S. 118-131
-

LITERATURVERZEICHNIS

- [32] K. Reiber et. al (Hrsg.), *Fachkräftesicherung, Versorgungsqualität und Karrieren in der Pflege*, Berufsbildung, Arbeit und Innovation Hauptreihe, Band 74, 2024 wbv Publikation ein Geschäftsbereich der wbv Media GmbH & Co. KG, Bielefeld
- [33] M. Schwermann, *Leitlinie des Skills Labs an der FH Münster am Fachbereich Gesundheit*, Münster, 2024, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www-backend.fh-muenster.de/mdh/downloads-zpl1/2023_12_12_Leitlinie-des-Skills-Labs-Web.pdf, aufgerufen Feb. 2026
- [34] B. Knigge-Demal, G. Hundenborn, *Modulhandbuch für die dreijährige Altenpflegeausbildung in Nordrhein-Westfalen*, Fachhochschule Bielefeld Deutsches Institut für angewandte Pflegeforschung (dip) e.V., Köln, 2011
- [35] D. Schaeffer, K. Wingefeld (Hrsg.), *Handbuch Pflegewissenschaft: Studienausgabe*, Beltz Juventa, Weinheim/Basel, 2014
- [36] H. Grewe, *Lernen an Stationen in der Pflegeausbildung*, Wißner-Verlag, Augsburg, 2011
- [37] K. Reich, *Konstruktivistische Didaktik. Das Lehr- und Lernbuch mit Methodenpool*, 5. Auflage, Weinheim und Basel: Beltz Verlag, 2012
- [38] W. Mattes, *Methoden für den Unterricht. Kompakte Übersichten für Lehrende und Lernende.*, Braunschweig u.a.: Schöningh (2011), 264 S.
- [39] *Lernen durch Interaktion. Pflegeunterstützende Robotik: Individuelle Betreuung und Assistenz* file:///C:/Users/User/Downloads/Use_Case_Pflegeunterstuetzende_Robotik_Plattform_Lernende_Systeme_2024.pdf, aufgerufen Feb. 2026
- [40] G. Hundenborn, *Fallorientierte Didaktik in der Pflege. Grundlagen und Beispiele für Ausbildung und Prüfung*, 1. Auflage, Elsevier, Urban & Fischer, 2007
- [41] *Didaktisches Prinzip nach Bohrer* file:///C:/Users/User/Downloads/ag_e-commerce_kap.%202.2.5_Didaktisches_Prinzip.pdf, aufgerufen 2026
- [42] R. Jungk, N. Müllert, *Zukunftswerkstätten. Mit Phantasie gegen Routine und Resignation*, 3. Auflage, Heyne, München, 1993

-
- [43] G. Gause, I. O. Mokgaola & M. A. Rakhudu *Technology usage for teaching and learning in nursing education: An integrative review*. Curationis 45(1):1-9 June 202245(1):1-9
- [44] S. Grigoryan, *Das Simulationslabor - Lernen im geschützten raum*, Hochschule Neubrandenburg, 2022, https://digibib.hs-nb.de/file/dbhsnb_thesis_0000002973/dbhsnb_derivate_0000003580/Bachelorarbeit-Grigoryan-2022.pdf, aufgerufen Feb. 2026
- [45] Geriatrics MIRMI TUM ProteCT Project <https://geriatrics.mirmi.tum.de/en/geriatrics-project-protect/>, aufgerufen Feb. 2024
- [46] S. Haddadin, D. Wilhelm, D. Wahrmann & F.Tenebruso *Autonomous swab robot for naso- and oropharyngeal COVID-19 screening* Scientific Reports 14(1), January 202414(1)
- [47] Reactive Robotics <https://www.reactive-robotics.com/en/experts-confirm>, aufgerufen Juli 2024
- [48] J. Elsner, G. Reinerth, L. Figueredo, A. Naceri, U.Walter & S. Haddadin *PARTI - A Haptic Virtual Reality Control Station for Model-Mediated Robotic Applications*, Front. Virtual Real., 18 July 2022
- [49] Success Stories <https://www.reactive-robotics.com/erfahrungen>, aufgerufen Juli 2024
- [50] Fachkommission nach §53 Pflegeberufegesetz: Rahmenpläne der Fachkommission nach §53 PflBG. o. O. 2020
- [51] A. Herold-Majumdar, *Klinisches Simulationlernen in der Pflege. Die Skills-Lab-Methode*, 1. Auflage, hogrefe, 2023
- [52] A. Kerres, C. Wissing & B. Wershofen (Edt.) *Skillslab in Pflege und Gesundheitsfachberufen. Intra- und interprofessionelle Lehrformate*, Springer Berlin Heidelberg, 2020
- [53] A. Teubner, *Vom Demo-Raum zum Skills Lab - Simulation in Gesundheitsberufen* <https://agesuit.com/skills-lab-vom-demo-raum-zur-simulation-im-skills-lab/>, aufgerufen Feb. 2026
- [54] R. Fischer *Problemorientiertes Lernen in Theorie und Praxis: Leitfaden für Gesundheitsfachberufe*, Kohlhammer Verlag, second Edition, 2021
-

LITERATURVERZEICHNIS

- [55] B. Rathwallner & G. Schüttengruber *Problemorientiertes Lernen*, PADUA 9(3):163-166, June 20149(3):163-166



Die 2020 in Kraft getretene Reform der generalistischen Pflegeausbildung erfordert aufgrund ihres kompetenzorientierten Ansatzes und der Integration digitaler Technologien neue didaktische Konzepte. Das vorliegende Schulungshandbuch basiert auf dem Forschungsprojekt „Geriatronik“ und geht auf diesen Bedarf ein. Es präsentiert ein Fortbildungskonzept für Pflegelehrende, in dem Robotersysteme nicht als Ersatz, sondern als komplementäre Unterstützung der Pflegepraxis vermittelt werden. Basierend auf Workshop-Ergebnissen mit Lehrkräften aus verschiedenen Pflegebereichen werden konkrete Unterrichtsszenarien vorgestellt, die technologische Anwendung, pflegerischen Alltag und ethische Fragestellungen (KI- und Medizinethik) synergetisch verknüpfen. Neben der inhaltlichen Auseinandersetzung werden pädagogisch-didaktische Methoden zur Förderung der Handlungskompetenz innerhalb der generalistischen Rahmenpläne erörtert. Das Handbuch bietet somit eine erste Grundlage, um angehende Pflegefachkräfte auf eine digitalisierte Arbeitswelt vorzubereiten, in der technologische Unterstützung und pflegerische Empathie miteinander verschmelzen.

Das Projekt wurde gefördert durch:

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie



TUM



Klinikum rechts der Isar
Technische Universität München

Reactive
Robotics



FRANKA EMIKA

Deutsches Museum

